



ACUERDO NO. 2025 CON FECHA DEL 15 DE SEPTIEMBRE DE 2020 DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

## **"STEAM: una propuesta para mejorar la actitud hacia las matemáticas en estudiantes de 8º grado"**

TESIS PARA: **DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

PRESENTA(N): **CAROL XIMENA RODRÍGUEZ CÁRDENAS**

DIRECTOR(A) DE TESIS: **YOLANDA CHÁVEZ RUIZ**

## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>VIII</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Planteamiento del Problema .....</b>	<b>7</b>
1.1.1 Importancia de la Actitud Hacia las Matemáticas .....	8
1.1.2 Enfoque STEAM .....	15
1.1.3 Importancia del Medio Ambiente y su Impacto Social .....	18
<b>1.2. Pregunta de Investigación .....</b>	<b>21</b>
1.2.1 Pregunta General.....	21
1.2.2 Preguntas Específicas .....	21
<b>1.3. Justificación.....</b>	<b>22</b>
1.3.1 Conveniencia .....	22
1.3.2 Relevancia Social.....	23
1.3.3 Relevancia Teórica .....	23
1.3.4 Utilidad Metodológica.....	24
1.3.5 Implicaciones Prácticas.....	26
<b>1.4. Hipótesis.....</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>30</b>
<b>2.1. Antecedentes .....</b>	<b>31</b>
2.1.1 Estudios Internacionales y Nacionales sobre Actitud Hacia las Matemáticas .....	31
2.1.2 Estudios con Enfoque STEAM.....	47
<b>2.2. STEAM desde el Enfoque Sociocultural.....</b>	<b>53</b>
2.2.1 Teoría Socioconstructivista .....	53
2.2.2 La Cultura en el Enfoque Sociocultural.....	56
2.2.3 Educación Matemática Desde el Enfoque Sociocultural .....	59
<b>2.3. Análisis Conceptual de las Actitudes Hacia las Matemáticas .....</b>	<b>61</b>
2.3.1 Medición de las Actitudes Hacia las Matemáticas .....	66
<b>2.4. Análisis Conceptual de STEAM .....</b>	<b>67</b>
<b>2.5. Interdisciplinariedad.....</b>	<b>69</b>

<b>2.6 Análisis Normativo y Legal.....</b>	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO III MÉTODO.....</b>	<b>73</b>
<b>3.1. Objetivo.....</b>	<b>74</b>
3.1.1 General .....	74
3.1.2 Específicos.....	75
<b>3.2. Participantes .....</b>	<b>75</b>
3.2.1 Contextualización.....	75
3.2.2 Muestra .....	76
<b>3.3. Escenario.....</b>	<b>77</b>
<b>3.4. Instrumentos de Recolección de Información .....</b>	<b>78</b>
<b>3.5. Operacionalización de las Variables.....</b>	<b>80</b>
3.5.1 Escala de Actitudes hacia las Matemáticas.....	82
<b>3.6. Diseño del Método .....</b>	<b>83</b>
<b>3.7. Procedimiento de Trabajo de Campo .....</b>	<b>86</b>
3.7.1 Diseño Estrategia STEAM .....	88
3.7.2 Estrategia STEAM: EcoMath: Ilumina tu Espacio.....	89
3.7.3 Dimensiones STEAM en: EcoMath: Ilumina tu Espacio .....	91
3.7.4 Actividades de la Estrategia STEAM: EcoMath: Ilumina tu Espacio.....	93
<b>3.8. Análisis de Datos .....</b>	<b>99</b>
<b>3.9. Consideraciones Éticas.....</b>	<b>100</b>
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>103</b>
<b>4.1. Aplicación Estrategia STEAM: EcoMath: Ilumina tu espacio .....</b>	<b>104</b>
<b>4.2. Análisis Descriptivo. Grupos Control y Experimental.....</b>	<b>109</b>
4.2.1 Datos Sociodemográficos .....	110
4.2.2 Medida de la Actitud. Pruebas Pretest y Postest.....	111
4.2.3 Medida de Cada Ítem de la EAM. Pruebas Pretest y Postest.....	113
4.2.4 Diferencias Entre Medida de la EAM. Pruebas Pretest y Postest.....	117
4.2.4 Actitud Hacia las Matemáticas de Mujeres y Hombres.....	120
4.2.5 Nivel de Actitud Hacia las Matemáticas. Prueba Pretest.....	122
4.2.6 Nivel de Actitud Hacia las Matemáticas. Prueba Postest .....	125
<b>4.3. Análisis Inferencial.....</b>	<b>127</b>
4.3.1 Comparación en las Medidas de las Pruebas Pretest y Postest de la EAM. Grupo Control.....	128
4.3.2 Comparación en las Medidas de las Pruebas Pretest y Postest de la EAM. Grupo Experimental.....	131
4.3.3 Equivalencia Entre Grupos Control y Experimental. Medidas en Prueba Pretest. ...	133

4.3.4 Comparación en las Medidas en Prueba Postest de la EAM. Grupos Control y Experimental. ....	136
<b>4.4. Análisis Cualitativo .....</b>	<b>138</b>
<b>CAPÍTULO V DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>143</b>
<b>5.1. Discusión .....</b>	<b>144</b>
5.1.1 Análisis de la actitud hacia las matemáticas.....	144
5.1.2 Impacto del enfoque STEAM .....	148
<b>5.2. Conclusiones.....</b>	<b>150</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>154</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>167</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>191</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de la variable: actitud hacia las matemáticas .....	81
Tabla 2 Descripción instrumento: escala de actitudes hacia las matemáticas .....	82
Tabla 3 Conformación de la muestra por sexo .....	110
Tabla 4 Medias de la escala actitud hacia las matemáticas y de sus factores. Prueba pretest y postest en grupos control y experimental.....	111
Tabla 5 Medias de los Ítems y factores de la escala de actitud hacia las matemáticas, de los grupos control y experimental en la prueba pretest y postest.....	117
Tabla 6 Medias de la escala de actitud hacia las matemáticas y sus factores por género.....	120
Tabla 7 Intervalo para cada nivel en la escala actitud hacia las matemáticas.....	123
Tabla 8 Nivel de actitud hacia las matemáticas de los grupos control y experimental en la prueba pretest .....	123
Tabla 9 Nivel de actitud hacia las matemáticas de los grupos control y experimental en la prueba postest.....	125
Tabla 10 Prueba Shapiro-Wilk para el grupo control en las prueba pretest y postest .....	128
Tabla 11 Prueba t-Student para grupo control del pretest y postest.....	129
Tabla 12 Prueba Wilcoxon para grupo control del pretest y postest.....	129
Tabla 13 Interpretación tamaño de efecto grupo experimental del pretest y postest .....	130
Tabla 14 Prueba Shapiro-Wilk para el grupo experimental en las prueba pretest y postest ....	131
Tabla 15 Prueba Wilcoxon para grupo experimental del pretest y postest.....	132
Tabla 16 Prueba t-Student para grupo experimental del pretest y postest.....	132
Tabla 17 Prueba Shapiro-Wilk para prueba pretest del grupo control y experimental.....	134
Tabla 18 Prueba U de Mann-Whitney para prueba pretest del grupo control y experimental ..	135
Tabla 19 Prueba t-Student para prueba pretest del grupo control y experimental .....	135

Tabla 20 <i>Prueba Shapiro-Wilk para prueba posttest del grupo control y experimental</i> .....	136
Tabla 21 <i>Prueba t-Student para prueba posttest del grupo control y experimental</i> .....	137
Tabla 22 <i>Prueba U de Mann-Whitney para prueba posttest del grupo control y experimental..</i>	137
Tabla 23 <i>Respuestas a la entrevista semiestructurada por parte de los estudiantes del grupo experimental</i> .....	139

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Diseño de la investigación</i> .....	85
Figura 2 <i>Imágenes del momento 1. Actividad 1- Problemática energética.</i> .....	105
Figura 3 <i>Imágenes del momento 3. Actividades 3, 4 y 5</i> .....	106
Figura 4 <i>Imágenes del momento 4. Actividad 6</i> .....	107
Figura 5 <i>Imágenes del momento 5. Actividad 7</i> .....	108
Figura 6 <i>Conformación de los grupos control y experimental por edad</i> .....	110
Figura 7 <i>Medias de las Respuestas dadas a las 25 ítems de la escala de actitudes hacia las matemáticas. Prueba pretest y postest</i> .....	114

## AGRADECIMIENTO

Primero y ante todo, agradezco a Dios por ser mi guía constante, por iluminar mi camino y brindarme fortaleza y sabiduría durante todo este proceso.

A la doctora Yolanda, mi directora de tesis, le estoy profundamente agradecida por su orientación experta, su paciencia y su compromiso. Su dedicación y valiosos consejos han sido fundamentales para la culminación de este trabajo.

A mis padres, les debo un agradecimiento infinito por su apoyo incondicional, por su amor y por haberme enseñado el valor del esfuerzo y la perseverancia. Su confianza en mí ha sido una fuente constante de motivación. A mi hermano y sobrinos, gracias por su paciencia, comprensión y por estar siempre a mi lado, brindando apoyo en cada paso del camino.

A mis adorados hijos, María Alejandra y Santiago, les agradezco sinceramente por su paciencia, comprensión y apoyo durante este tiempo. Su amor es el pilar fundamental en mi vida, que me da la fortaleza necesaria para seguir adelante en cada proyecto.

A mi querido esposo, le agradezco profundamente por ser mi compañero incansable en esta meta. Su apoyo constante, su dedicación y compañía durante las largas noches de trabajo, han sido un ejemplo de disciplina y esfuerzo. Su presencia y su aliento han sido cruciales en cada etapa de este viaje.

## DEDICATORIA

A Dios, por su infinita bondad y generosidad, agradezco las bendiciones que derrama sobre mí, guiando cada momento de este viaje y orientando cada decisión y meta alcanzada.

A mis padres, Carmen y Jesús, quienes entregan todo su amor, tiempo y esfuerzo para apoyar cada etapa de mi vida. Ustedes son mi mayor apoyo, mi motor y mi guía en cada proyecto que emprendo.

A María Alejandra, Santiago y Carlos, cuyo amor y apoyo hacen que cada día tenga un propósito y significado. Gracias por estar siempre a mi lado, transmitiendo alegría y motivación en cada amanecer. Su presencia en mi vida es una fuente constante de inspiración y fortaleza.

## RESUMEN

El bajo desempeño en matemáticas es un problema común en contextos educativos, reflejado en evaluaciones internas y pruebas externas a nivel nacional e internacional. Este estudio evaluó el impacto de una estrategia STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en el cambio de actitud hacia las matemáticas en estudiantes de octavo grado. Se utilizó un enfoque mixto que combinó métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión integral de la intervención. La muestra incluyó estudiantes de dos grupos, control y experimental, a quienes se les aplicó un pretest y un posttest para medir las actitudes hacia las matemáticas antes y después de la estrategia. Los métodos cuantitativos permitieron recolectar y analizar datos numéricos, identificando patrones y cambios en dichas actitudes. Posteriormente, los métodos cualitativos, como entrevistas estructuradas, profundizaron en las percepciones y experiencias de los estudiantes, proporcionando una interpretación más significativa de los resultados. Los resultados indicaron un cambio positivo y estadísticamente significativo en la percepción sobre la utilidad de las matemáticas, destacando el valor de la interdisciplinariedad y el trabajo en equipo promovidos por la estrategia STEAM.

En conclusión, la estrategia STEAM no sólo mejoró la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas, sino que también fomentó habilidades críticas como la creatividad y la resolución de problemas. Estos hallazgos sugieren que integrar estrategias STEAM en el currículo escolar puede mejorar la experiencia educativa y los resultados académicos en matemáticas, contribuyendo al desarrollo integral de los estudiantes con un enfoque en el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales.

**Palabras Clave:** Actitud hacia las matemáticas, estrategia STEAM, enfoque mixto, trabajo en equipo, medio ambiente.

## ***ABSTRACT***

Low performance in mathematics is a common issue in educational contexts, reflected in both internal evaluations and external tests at national and international levels. This study evaluated the impact of a STEAM strategy (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) on changing eighth-grade students' attitudes toward mathematics. A mixed-method approach was used, combining quantitative and qualitative methods to gain a comprehensive understanding of the intervention. The sample included students from two groups, control and experimental, who were given a pretest and a posttest to measure their attitudes toward mathematics before and after the strategy was implemented. Quantitative methods were used to collect and analyze numerical data, identifying patterns and changes in these attitudes. Subsequently, qualitative methods, such as structured interviews, delved into the students' perceptions and experiences, providing a more meaningful interpretation of the results. The findings indicated a positive and statistically significant change in the perception of the usefulness of mathematics, highlighting the value of interdisciplinarity and teamwork promoted by the STEAM strategy.

In conclusion, the STEAM strategy not only improved students' attitudes toward mathematics but also fostered critical skills such as creativity and problem-solving. These findings suggest that integrating STEAM strategies into the school curriculum can enhance the educational experience and academic outcomes in mathematics, contributing to the holistic development of students with a focus on environmental care and natural resource management.

**Keywords:** Attitude towards mathematics, STEAM strategy, mixed-method study, teamwork, environment

## INTRODUCCIÓN

---

Este estudio se centra en el impacto de la estrategia STEAM en la actitud hacia las matemáticas en estudiantes de octavo grado de la I.E.M Instituto Técnico industrial de Fusagasugá. El bajo rendimiento en matemáticas es un problema persistente en diversos contextos educativos, tanto a nivel nacional como internacional, reflejado en evaluaciones internas y pruebas estandarizadas. La actitud negativa hacia esta disciplina es uno de los factores que contribuye significativamente a estos resultados, afectando no solo el desempeño académico (OCDE, 2002), sino también la elección de carreras en áreas relacionadas con las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM).

Actualmente, en Colombia, el 71% de los estudiantes presenta bajo desempeño en matemáticas, ubicando al país en el puesto 64 de las pruebas PISA entre los 81 países participantes. Esta percepción negativa hacia la asignatura suele estar asociada no sólo con factores cognitivos, sino también emocionales. Así, la estrategia STEAM busca no solo elevar el interés por las matemáticas, sino también fomentar la comprensión de desafíos ambientales, promoviendo una visión interdisciplinaria que permita abordar problemas de sostenibilidad. En este sentido surge la pregunta: ¿Cuál es el impacto de la implementación de una estrategia STEAM sobre el cambio de actitud hacia las matemáticas en estudiantes de grado octavo?

Para revertir estas actitudes y mejorar el aprendizaje, es necesario explorar enfoques educativos innovadores. La estrategia STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) ha ganado relevancia en la última década como una metodología interdisciplinaria que promueve la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, habilidades cruciales para enfrentar los desafíos del siglo XXI. La integración de las artes en este enfoque

permite a los estudiantes abordar problemas matemáticos desde una perspectiva más amplia y contextual, haciendo el aprendizaje más significativo y atractivo (Venturine & Malaquias, 2022).

Esta investigación busca aportar evidencia empírica sobre la efectividad de la estrategia STEAM en el cambio de actitudes hacia las matemáticas, especialmente en estudiantes de octavo grado, una etapa crucial en la formación académica. La relevancia del tema se acentúa en un mundo cada vez más tecnológico, donde las competencias en STEAM son esenciales para el desarrollo económico y social, así como para la solución de problemas complejos, incluyendo los relacionados con la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente.

Desde una perspectiva teórica, esta investigación se fundamentó en el constructivismo, que subrayan la importancia de un aprendizaje activo y contextualizado, donde los estudiantes construyen su conocimiento a partir de experiencias significativas. También se basó en estudios previos que han demostrado la eficacia de enfoques interdisciplinarios como STEAM en la mejora de las actitudes y el rendimiento académico en matemáticas (Honey et al., 2014). El enfoque socioconstructivista resulta particularmente adecuado en este proyecto, ya que permite analizar y aplicar la enseñanza de las matemáticas dentro de un marco social e interactivo. Esta teoría considera el contexto social y cultural, la interacción y colaboración entre los estudiantes como elementos esenciales para construir conocimientos significativos. Además, el rol del maestro como facilitador es esencial, fomentando un entorno de aprendizaje activo y colaborativo donde los estudiantes exploran y construyen conocimientos en conjunto, especialmente en un entorno STEAM que integra diversas disciplinas.

La teoría socioconstructivista, al respaldar una matemática social y contextual, contribuye al desarrollo integral del estudiante, promoviendo habilidades sociales, pensamiento reflexivo y valores éticos como el respeto y la responsabilidad hacia el medio ambiente.

Para el estudio se empleó un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión completa del impacto de la estrategia STEAM. Se realizó un estudio cuasiexperimental con grupos control y experimental, aplicando pretest y posttest para medir las actitudes hacia las matemáticas antes y después de la intervención. Además, se llevaron a cabo entrevistas estructuradas para profundizar en las percepciones y experiencias de los estudiantes, lo que permitió interpretar de manera más significativa los resultados obtenidos.

Este estudio no solo busca demostrar la efectividad de STEAM en cambiar actitudes hacia las matemáticas, sino también ofrecer un modelo que pueda ser replicado y adaptado en diferentes contextos educativos, contribuyendo a la mejora de la enseñanza de las matemáticas y al desarrollo integral de los estudiantes. Los resultados de este estudio podrían influir en políticas educativas, promoviendo STEAM como una estrategia eficaz en los currículos escolares, mejorando así la aceptación y éxito en matemáticas y preparando a los estudiantes para un mundo cada vez más tecnológico.

La tesis se organiza en cinco capítulos. El Capítulo 1 aborda el planteamiento del problema, donde se presenta una descripción de la percepción de las matemáticas por parte de los estudiantes y los resultados actuales en esta asignatura según diferentes pruebas nacionales e internacionales. Además, se describen los factores que influyen en estos resultados, entre ellos, las actitudes de los estudiantes, las cuales juegan un papel fundamental en el rendimiento y disposición hacia las matemáticas. También se destaca el enfoque STEAM como una estrategia centrada en el estudiante que promueve el uso de metodologías basadas en la resolución de problemas.

Asimismo, se resalta la importancia de la educación ambiental para formar ciudadanos activos y conscientes del cuidado del entorno. Se presentan también las preguntas tanto la

general como las específicas, que orientan el proceso de investigación. Además, se justifica la relevancia de este tema desde diversas perspectivas sociales, teóricas y metodológicas. Finalmente, se destacan las hipótesis de investigación que guían el estudio.

El Capítulo 2 aborda la revisión de los antecedentes a partir de estudios empíricos nacionales e internacionales sobre las actitudes hacia las matemáticas y el enfoque STEAM. Además, se realiza un análisis conceptual que fundamenta teóricamente los conceptos de actitud hacia las matemáticas y el enfoque STEAM, presentando los elementos clave de la teoría socioconstructivista como base educativa del estudio. Asimismo, se destaca la interdisciplinariedad como un componente esencial para el desarrollo del estudio. Finalmente, se lleva a cabo un análisis normativo y legal que incluye elementos de La Ley General de Educación, los Lineamientos Curriculares de Matemáticas y los Estándares Curriculares.

El Capítulo 3 presenta el objetivo general y específicos, así como la explicación de los procedimientos que se emplearon para alcanzarlos. Se detallan tanto el diseño del estudio como los instrumentos, técnicas y procedimientos necesarios para cumplir con los objetivos propuestos, describiendo su origen, confiabilidad y validez. El estudio se enmarca en un diseño mixto con predominancia cuantitativa (CUAN-cual), de tipo transversal y con un alcance explicativo. Además, se describe el proceso de análisis de datos y se incluyen las consideraciones éticas relacionadas con la investigación.

El Capítulo 4 comienza con una descripción detallada de cada uno de los momentos de la aplicación de la estrategia STEAM "**Ecomath: Ilumina tu espacio**". A continuación, se presentan los resultados mediante un análisis descriptivo de los datos obtenidos del cuestionario sobre actitudes hacia las matemáticas, considerando cada uno de los factores asociados a la escala. Posteriormente, se lleva a cabo un análisis inferencial para evaluar si las diferencias observadas entre los grupos de control y experimental son estadísticamente significativas.

Finalmente, se presenta el análisis cualitativo, en el que se describen los resultados de la entrevista estructurada y se establecen las categorías para su análisis.

En el Capítulo 5, se analizan los resultados obtenidos en función del problema de investigación, contrastándolos con las hipótesis planteadas en el marco teórico y los estudios empíricos revisados. Las conclusiones se presentan en respuesta a los objetivos del estudio, planteando observaciones concretas sobre el trabajo en general. También se destacan las fortalezas de la investigación, así como sus debilidades y amenazas. Finalmente, se proponen posibles aplicaciones y futuras líneas de investigación.

## **CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En este capítulo se presenta la formulación del problema de investigación, cuyo objetivo principal es evaluar el impacto de una estrategia STEAM en el cambio de actitud hacia las matemáticas en estudiantes de octavo grado. El capítulo se organiza en secciones clave que abordan el planteamiento del problema desde la importancia de la actitud hacia las matemáticas, la importancia del enfoque STAM y la relevancia del medio ambiente y su impacto social en relación con el contexto de la estrategia. Este enfoque integral permite comprender el problema de investigación, resaltando tanto la necesidad de una actitud positiva hacia las matemáticas como los beneficios de una estrategia educativa que integre elementos de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas (STEAM) en contextos significativos para los estudiantes.

Se presenta también la pregunta general y las preguntas específicas de la investigación, planteando la relevancia del estudio desde los aspectos de conveniencia, relevancia social, teórica y metodológica, además de sus implicaciones prácticas. Finalmente, se introducen las hipótesis del estudio, que plantean las expectativas sobre el impacto de la estrategia STEAM en la mejora de las actitudes hacia las matemáticas.

### **1.1. Planteamiento del Problema**

---

En el contexto educativo actual, persiste un desafío significativo relacionado con la preparación de los estudiantes para enfrentar un mundo en constante cambio y responder a diversas necesidades personales y laborales. Las matemáticas, como herramienta indispensable para el desarrollo de competencias esenciales, enfrentan retos que van más allá de los aspectos cognitivos, abarcando también factores emocionales y actitudinales.

La educación, en su carácter social, tiene como uno de sus objetivos proporcionar a los individuos las herramientas necesarias para adaptarse a los contextos socioculturales. Este proceso no solo busca la generación de cambios individuales, sino que también contribuye al

desarrollo económico, político, cultural y social de las comunidades. En este sentido, la educación cumple un papel fundamental al fomentar la socialización de valores cívicos, éticos y responsabilidades sociales, promoviendo así la construcción de sociedades justas y democráticas. La UNESCO, por su parte, reconoce la función transformadora de la educación al considerarla elemento indispensable en la constante reestructuración de conocimientos, aptitudes y acciones (Chávez et al., 2018).

En este contexto, las Matemáticas desempeñan un papel crucial como disciplina y área de estudio que facilita el compromiso necesario para asumir y enfrentar los retos que imponen los cambios de un mundo cada vez más dependiente de la tecnología. La matemática proporciona elementos para el desarrollo de una argumentación racional, abstracta y reflexiva, habilidades necesarias para responder situaciones de cambio tanto en el ámbito escolar como personal. Además, fomenta la búsqueda y desarrollo de capacidades individuales, contribuyendo así al bienestar colectivo (Castro de Bustamante, 2007).

### ***1.1.1 Importancia de la Actitud Hacia las Matemáticas***

En la labor docente, es común percibir que los estudiantes consideran las matemáticas como una asignatura difícil, atribuyendo esta dificultad principalmente a factores cognitivos. Sin embargo, a menudo se pasa por alto la influencia de los factores emocionales. Estudios en psicología y educación han evidenciado que muchos estudiantes experimentan reacciones emocionales negativas hacia las matemáticas. Estas reacciones pueden llevar a dificultades de rendimiento, que a su vez obstaculizan o desmotivan a los estudiantes en su formación matemática futura (Szücs & Mammarella, 2020).

Las matemáticas son esenciales para el desarrollo de competencias fundamentales que permiten a los individuos a desenvolverse en la vida diaria y profesional. Estas competencias

incluyen el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la capacidad de análisis y la toma de decisiones informadas. La importancia de las matemáticas se refleja en diversos estándares educativos y evaluaciones internacionales, como las pruebas PISA (Programme for International Student Assessment) de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), que evalúan la competencia matemática de los estudiantes a nivel mundial.

La OCDE propone cada tres años las pruebas PISA a estudiantes de 15 años de 81 países participantes, con el propósito de evaluar las competencias y conocimientos en ciencias, matemáticas y habilidades de lectura (OECD, 2023). Esta prueba examina lo que los estudiantes saben de lectura, matemática y ciencias, y cómo pueden aplicar este conocimiento en diferentes contextos. Definen ser competente, como la capacidad del individuo para formular, emplear e interpretar las matemáticas en distintos contextos (PISA, 2016).

Esta prueba incluyó datos sobre los resultados de aprendizaje de los estudiantes y sus actitudes hacia el aprendizaje. Para esto, los estudiantes respondieron un cuestionario de antecedentes que buscaba información sobre las actitudes, disposiciones y creencias de los estudiantes, sus hogares y sus experiencias escolares y de aprendizaje. Los resultados de las pruebas PISA 2022, pospuestas un año por la pandemia, mostraron un aumento en el bajo desempeño en comparación con la realizada en el 2018. El rendimiento medio cayó diez puntos en lectura y 15 puntos en matemáticas, siendo esta última caída tres veces mayor que cualquier cambio consecutivo anterior (OECD, 2023).

En América Latina y el Caribe, los resultados evidenciaron un aumento significativo de estudiantes que no alcanzan los niveles mínimos de competencia en matemática. Actualmente, tres de cada cuatro estudiantes de la región presentan bajo desempeño en matemáticas, y la mitad no posee habilidades básicas de lectura. En Colombia, en particular, el porcentaje de estudiantes con bajo desempeño en matemáticas aumentó en 6% entre 2018 a 2022.

Actualmente, el 71% de estudiantes en Colombia presentan bajo desempeño en esta materia, ubicándose en el puesto 64 en el ranking de matemáticas entre los 81 países que participaron en las pruebas PISA.

Los resultados de la primera evaluación PISA en 2000, que incluyó preguntas relacionadas con las actitudes de los estudiantes, revelaron la necesidad de analizar las tendencias de interés de los estudiantes para identificar fortalezas y debilidades significativas en el aprendizaje. Estos hallazgos son cruciales para que los sistemas educativos fomenten la motivación para aprender en diversas asignaturas. Entre los países de la OCDE, los datos mostraron que el 20% de los estudiantes consideraban las matemáticas importantes, mientras que el 32% las consideraba medianamente importantes. Además, el 26% de los estudiantes coincidieron en que las matemáticas son divertidas, y el 29% está más o menos de acuerdo con esta afirmación. Dada la importancia de las matemáticas en la vida futura, es importante que los sistemas educativos aseguren que los estudiantes mantengan tanto el interés como la motivación para continuar aprendiendo en esta materia más allá de la escuela (OCDE, 2002).

Las evaluaciones de PISA destacan que los estudiantes con bajo rendimiento suelen mostrar menos motivación y confianza en sí mismos en matemáticas en comparación con aquellos que obtienen mejores resultados. Los estudiantes que tienen una actitud positiva hacia la escuela y matemáticas tienden a obtener mejores calificaciones. Estos hallazgos subrayan la importancia de fomentar una actitud positiva hacia el aprendizaje, incluidas las matemáticas, para mejorar el rendimiento académico (PISA, 2016).

Los hallazgos de PISA 2022, así como los reportados por primera vez en 2012, indican que los estudiantes con mejores resultados en matemáticas presentan niveles más bajos de ansiedad respecto a esta materia. En diversos países, la ansiedad matemática se asocia negativamente con el rendimiento en matemáticas en todos los sistemas educativos

participantes. Se encontró que un aumento de un punto en el índice de ansiedad matemática se asocia con una disminución de 18 puntos en el rendimiento en matemáticas. Los países con niveles de promedio altos en ansiedad matemática obtienen peores resultados en matemáticas. Se sugiere que la ansiedad en matemática puede disminuirse mejorando las actitudes hacia las matemáticas y el aprendizaje en general. Para enfrentar las barreras significativas en el aprendizaje de las matemáticas, es importante comprender y abordar las actitudes y emociones de los estudiantes hacia esta materia y fomentar una mentalidad positiva hacia los desafíos y el esfuerzo requerido para aprender (OECD, 2023).

La ansiedad matemática puede manifestarse desde una leve sensación de tensión hasta un temor intenso, tanto dentro como fuera del aula, interfiriendo con habilidades que van desde el manejo de números hasta la resolución de problemas matemáticos (Szücs & Mammarella, 2020). Por consiguiente, las actitudes hacia las matemáticas juegan un papel crucial en el rendimiento académico y en la formación de competencias esenciales para la vida diaria y profesional. A nivel internacional, diversos organismos destacan la importancia de las matemáticas en la educación. Evaluaciones como PISA destacan la relación entre actitudes positivas y mejores rendimientos académicos, enfatizando la necesidad de sistemas educativos que promuevan el interés y la motivación en el aprendizaje de las matemáticas (OCDE, 2002).

Las matemáticas no sólo desarrollan habilidades cognitivas fundamentales como el pensamiento crítico y la resolución de problemas, sino que también son indispensables para el análisis y toma de decisiones. De manera que es esencial que los sistemas educativos implementen estrategias efectivas para mejorar la actitud de los estudiantes hacia esta materia, asegurando así una base sólida para su éxito académico y futuro profesional.

Respecto al género, los resultados de PISA 2022 indicaron que las niñas tienen una mayor probabilidad que los niños de sentirse ansiosas por las matemáticas y una menor probabilidad de

creer que pueden realizar con éxito tareas de matemáticas. En cuanto al rendimiento, los niños superaron a las niñas en nueve puntos en promedio entre los países de la OCDE (OECD, 2023).

A nivel nacional, Evaluar para Avanzar es una estrategia desarrollada por el Gobierno Nacional de Colombia a través del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). Esta iniciativa se centra en la evaluación formativa para determinar el nivel de desarrollo de competencias en estudiantes de tercero a undécimo grado en colegios públicos y privados en todo el país. Desde su inicio en 2021, la evaluación se realiza semestralmente. En el ámbito de las matemáticas, se incluyen en todos los cuadernillos desde 3° a 11° grado para proporcionar información sobre la relación entre competencias básicas y aquellas que se enseñan en el aula. Según los resultados del primer semestre de 2022, los estudiantes de tercer grado comenzaron con un 48,7 % de respuestas correctas en matemática, disminuyendo gradualmente a medida que avanza de grado, alcanzando un 31,7 % en grado décimo. Sin embargo, en grado undécimo se observa un aumento al 36,1 % (LEE. Laboratorio de Economía de la Educación, 2022)

En las pruebas SABER 11 realizadas en el año 2023, se observó una disminución respecto al año anterior. A nivel nacional el promedio fue de 52 sobre 100, manteniéndose en un rango entre 51 y 52 desde 2016 hasta 2023. En el departamento de Cundinamarca, el promedio de matemáticas alcanzó los 53 puntos, mientras que en la Institución Educativa Técnico Industrial de Fusagasugá se registró un promedio de 55 para el año 2023, con puntajes que han variado entre 57 y 53 en los últimos siete años (ICFES, 2023).

Considerando los planteamientos de los Estándares Básicos de Competencias Matemáticas y Lineamientos Curriculares, se distingue entre situación y actividad. La primera se entiende como el conjunto de problemas, proyectos investigaciones, construcciones, instrucciones y relaciones basados en las matemáticas, otras ciencias y contextos cotidianos, que en su tratamiento general promueven el aprendizaje de los estudiantes. Por otro lado, la actividad

se refiere al trabajo intelectual tanto individual como grupal de los estudiantes, incluyendo estrategias para interpretar, analizar, modelar y reformular la situación. Así, la actividad estimulada por la situación facilita avanzar y profundizar en la comprensión, habilidades y actitudes de los estudiantes, es decir, en las competencias matemáticas.

Se enfatiza la importancia de reconocer las concepciones previas, potenciales y actitudes de los estudiantes. Es crucial partir de ellas para iniciar su proceso de aprendizaje, incluso si son erróneas, mínimas o negativas. A partir de este reconocimiento, se puede incrementar sus potencialidades y modificar sus actitudes, fomentando la seguridad y la confianza en su capacidad para avanzar hacia nuevos aprendizajes. Este enfoque promueve una posición constructivista del aprendizaje que integra las concepciones previas, potencialidades y actitudes hacia las matemáticas (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2006).

Es fundamental tener en cuenta que los conocimientos, sentimientos y actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas condicionan el desarrollo del proceso de enseñanza. Por lo tanto, es esencial incorporar estos elementos en el proceso evaluativo, que no solo debe incluir la adquisición de información, sino también las características del pensamiento y las actitudes de los estudiantes (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2006).

Las actitudes hacia las matemáticas son una área de estudio de larga trayectoria en la educación matemática, y se ha identificado que juegan un papel fundamental en el rendimiento y la disposición de los estudiantes hacia las matemáticas (Memnun & Akkaya, 2012). La definición de actitud ha sido un desafío debido a los diferentes enfoques y definiciones propuestas por distintos investigadores. Aiken (1970) definió la actitud como una predisposición o tendencia aprendida por parte del individuo a responder de manera positiva o negativa hacia un objeto, situación, noción o persona. Neale (1969, como se citó en Etsey & Snetzler, 1998) ampliando esta noción, definió la actitud hacia las matemáticas como un conjunto de creencias y

sentimientos hacia esa materia, incluyendo el gusto o disgusto por las matemáticas, la tendencia a participar o evitar actividades matemáticas, y la percepción de su utilidad.

Un consenso en la literatura es que los individuos con actitudes positivas hacia las matemáticas tienden a tener un mayor éxito académico o un rendimiento en matemática en comparación con aquellos con actitudes negativas. Estas actitudes influyen significativamente en su habilidad para resolver problemas no rutinarios (Ma, 1997; Reyes, 1984). Entre los factores que influyen negativamente en las actitudes hacia las matemáticas, se encuentra la desconfianza en las propias habilidades, la ansiedad matemática y la influencia del profesor (GEÇİCİ & BAYIRLI, 2022). Bloom (1998, como se citó en GEÇİCİ & BAYIRLI, 2022) afirmó que las características afectivas de entrada pueden predecir hasta el 25% de los resultados del aprendizaje.

Examinar los factores afectivos en la educación matemática es importante para encontrar maneras de ayudar a los estudiantes a aprender matemáticas de manera efectiva. Una actitud positiva hacia las matemáticas es un resultado educativo significativo por sí mismo, independiente del éxito académico (Reyes, 1984). Diversos estudios han resaltado la importancia de las actitudes hacia las matemáticas, identificando múltiples factores que las influyen. La ansiedad matemática, la percepción de autoeficacia y las experiencias de aprendizaje previas son algunos elementos críticos que pueden afectar negativamente estas actitudes y, consecuentemente, el rendimiento en matemáticas (GEÇİCİ & BAYIRLI, 2022).

La literatura destaca que un aumento en el rendimiento en matemáticas afecta positivamente a la actitud hacia esta materia, y viceversa (GEÇİCİ & BAYIRLI, 2022). Enfoques educativos que involucren la resolución de problemas, la investigación o tareas abiertas pueden mejorar las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas y cambiar sus creencias sobre la naturaleza de las matemáticas. La escolarización también está relacionada con las actitudes

hacia las matemáticas; estudios muestran que el interés y disfrute por esta materia disminuye con el tiempo, siendo menos positivos en los últimos años de escolaridad Russo et al. (2023). En particular estudios citado en Russo et al. (2023) arrojaron que menos estudiantes de octavo grado reportaron que les gustaba las matemáticas que estudiantes de cuarto grado, al igual que los estudiantes de primaria con estudiantes de secundaria, en comparación con los de primaria, mostraron menos disfrute en la realización de las matemáticas y tuvieron una mayor ansiedad por las matemáticas.

El aprendizaje de las matemáticas es un esfuerzo cognitivo en el que el afecto puede desempeñar un papel importante en las decisiones de los procesos de aprendizaje. Es importante equilibrar las actitudes positivas con una comprensión adecuada de las matemáticas, ya que estas actitudes no sólo preparan a los estudiantes para vivir con éxito en un mundo tecnológico, sino que también son cruciales para su desarrollo integral. Reyes (1984) resalta la importancia del estudio de factores afectivos en la educación matemática, enfatizando que una actitud positiva hacia las matemáticas es un resultado educativo significativo, independiente del nivel de rendimiento.

La enseñanza eficaz de las matemáticas implica más que la instrucción de conceptos y procedimientos matemáticos. Es fundamental ayudar a los estudiantes a desarrollar su disposición hacia las matemáticas, considerando que esta disposición se considera una medida de las actitudes de los estudiantes hacia esta materia. Los estudiantes que muestran interés en lo que aprenden tienden a aprender de manera más efectiva, lo que destaca la importancia de las actitudes hacia las matemáticas tanto dentro como fuera del aula (Royster et al., 1999)

### **1.1.2 Enfoque STEAM**

Las percepciones negativas hacia las matemáticas son un fenómeno que puede limitar el rendimiento académico de los estudiantes, afectando su motivación para aprender y aplicar

conceptos matemáticos. Esta situación no solo influye en su desarrollo integral como individuos capaces de enfrentar desafíos cognitivos y resolver problemas de manera efectiva, sino que también puede disminuir su interés en carreras relacionadas con las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Es importante implementar estrategias pedagógicas que abordan tanto los aspectos cognitivos como los emocionales y actitudinales del aprendizaje matemática.

Desde esta perspectiva, la educación matemática ha sido objeto de investigaciones encaminadas a estudiar la efectividad de la enseñanza de las matemáticas y sus resultados escolares. Los resultados evidencian que en Colombia existe una problemática en torno a la calidad de la formación matemática ofrecida a los estudiantes en los colegios. Esta situación se asocia con indicadores de alta mortalidad académica y deserción escolar, sin olvidar la presencia de otros factores tanto internos como externos que también afectan, tales como el acceso a materiales, el clima del colegio y la dirección del establecimiento (Gómez & Perry, 1996).

Murcia y Henao (2015) presentan ciertas tendencias recopiladas a través de consultas a expertos sobre las causas específicas de las dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Entre las problemáticas identificadas se encuentran prácticas docentes equivocadas basadas en modelos pedagógicos inapropiados, dificultades de los estudiantes debido a obstáculos no superados en años anteriores y la falta de significado en el uso de contenidos y competencias de manera independiente, sin el uso transversal de otros saberes.

Se destaca la necesidad de proponer estrategias enmarcadas en las tecnologías de la información y comunicación, haciendo uso de recursos que capturen el interés del estudiante y promoviendo la contextualización. De modo que, situar al estudiante en situaciones reales donde deban aplicar los conocimientos para dar respuesta a problemáticas relacionadas con contextos

académicos derivados de la cotidianidad facilita el aprendizaje. Esto se logra al interactuar con las estructuras mentales, generando así una asimilación efectiva (Murcia & Henao, 2015)

En este sentido, para abordar estas situaciones, se propone la implementación del enfoque STEAM como estrategia pedagógica que promueve entornos centrados en el estudiante y el uso de estrategias basadas en problemas. Según Bases García & García Sánchez (2021) la inclusión del enfoque STEAM resulta en un aumento significativo de los resultados de aprendizaje. La metodología STEAM, basada en el aprendizaje experiencial, y el modelo experiencial basado en problemas, se ha evidenciado como un elemento motivador para la práctica del alumnado. Además, según los estudios de Torres & Mosquera (2022) la educación STEAM ha fortalecido acciones hacia la modelización y transversalización de saberes en todos los niveles educativos, consolidándose como una herramienta fuerte y ampliamente utilizada en el siglo XXI.

El enfoque STEAM resulta adecuado para fomentar un cambio de actitud en los estudiantes, ya que las experiencias prácticas aportan un carácter más lúdico que influyen positivamente en aspectos afectivos y cognitivos. Estas actividades prácticas no solo facilitan la comprensión de conceptos, sino que también estimulan la iniciativa y promueven el trabajo en grupo. Asimismo, las emociones positivas se manifiestan con mayor frecuencia durante el aprendizaje práctico que en las actividades teóricas, generando un ambiente de aprendizaje más dinámico y participativo (Martínez-Borreguero et al., 2022; Mateos-Núñez et al., 2019).

Este enfoque es conocido con el acrónimo STEM (Science, Technology, Engineering y Mathematics), término propuesto por primera vez por la National Science Foundation (NSF) en Estados Unidos (Sutradhar & Naraginti, 2022). Sus inicios pueden relacionarse con diversos eventos históricos, como la ley de Morrill de 1862, la Segunda Guerra Mundial y el lanzamiento de Sputnik, que llevaron a impulsar, a principios de la década de 2000, un enfoque educativo

centrado en la instrucción de los estudiantes en cuatro disciplinas específicas: ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

Este enfoque responde a los nuevos requerimientos del aprendizaje en el siglo XXI, que busca que los estudiantes adquieran las competencias del siglo XXI, conocidas como 4C (pensamiento crítico y resolución de problemas, creatividad e innovación, comunicación, colaboración), así como la alfabetización digital. Estas competencias son fundamentales para abordar con éxito los desafíos del mundo en constante cambio y evolución. En este contexto, se esperan resultados productivos, idóneos, creativos, innovadores y efectivos, logrados mediante el fortalecimiento de actitudes integradas, habilidades y conocimientos (Rahman et al., 2021).

Como evolución del término STEM, surge el enfoque STEAM que incorpora las áreas de artes y diseño. Este enfoque abarca enfoques multidisciplinarios con el objetivo de estimular la curiosidad, fomentar el desarrollo de la creatividad, el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo. Su propósito es mejorar las habilidades de resolución de problemas en entornos del mundo real (Venturine & Malaquias, 2022).

### ***1.1.3 Importancia del Medio Ambiente y su Impacto Social***

Las actividades humanas, la revolución industrial y la urbanización han tenido un impacto negativo en el medio ambiente, manifestándose en problemas globales como la contaminación, el cambio climático y el calentamiento global. Estas problemáticas son significativas a nivel mundial y afectan diversos aspectos de la vida, incluido el ámbito educativo en contextos regionales y locales. El municipio de Fusagasugá también enfrenta estas problemáticas, lo que resalta la importancia de educar a la población en temas ambientales. Es esencial fomentar un compromiso con el cuidado y la valoración del entorno dentro del proceso de enseñanza aprendizaje, de manera que no solo promueva el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo, sino que también se impulsa la participación responsable en el mantenimiento y conservación de

los recursos naturales, así como la promoción de valores ecológicos, tal como señala Pérez (2013).

Esta educación no sólo sensibiliza a las personas sobre la importancia de proteger el medio ambiente, sino que también tiene el potencial de influir positivamente en la toma de decisiones en distintos contextos, como el escolar y el familiar. Estudios han demostrado que los estudiantes que reciben formación en temas ambientales tienden a desarrollar una mayor conciencia en temas ambientales en comparación con aquellos que no la reciben (Müderrisoğlu & Altanlar, 2011). Esto sugiere que la educación ambiental es una herramienta poderosa para cultivar una generación más comprometida con la sostenibilidad y el bienestar del planeta.

Desde la década de 1970, la creciente preocupación por los problemas ambientales ha impulsado la organización de congresos y cumbres internacionales con el objetivo de desarrollar estrategias para la conservación del ambiente. Un importante hecho en esta lucha es el Acuerdo de París, adoptado en 2015 por el Comité de Cambio Climático de las Naciones Unidas (CMNUCC). Este acuerdo destaca por su enfoque en acciones clave como promover la educación ambiental, la formación, la conciencia pública y la participación ciudadana (Manisalidis et al., 2020).

Ese mismo año, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Esta iniciativa global, respaldada por 193 Estados miembros, busca enfrentar una variedad de desafíos sociales, económicos y ambientales para el año 2030. La Agenda 2030 consta de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que tienen como finalidad eliminar la pobreza, fomentar la igualdad, preservar el medio ambiente y garantizar la paz y el bienestar para todos, proporcionando un marco para que los gobiernos, organizaciones y personas trabajen juntos en la creación de un mundo más sostenible y equitativo. En particular, el ODS 13 se centra en la adopción de medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus

efectos, destacado la necesidad de mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional en relación con la mitigación y adaptación al cambio climático (Naciones Unidas/CEPAL, 2019).

En Colombia, la Agenda 2030 se implementa mediante programas y políticas que buscan alinear los objetivos de sostenibilidad de las Naciones Unidas con los desafíos y prioridades del país. El gobierno colombiano ha dedicado esfuerzos para integrar los ODS en el Plan Nacional de Desarrollo, destacando su relevancia a través del artículo 1 de la ley 1753 de 2015. Entre las problemáticas abordadas se incluyen la disminución de la pobreza, la igualdad de género, el fomento de una educación de calidad y la preservación del medio ambiente (Departamento de Planeación Nacional - DNP, 2018).

En los congresos internacionales sobre sostenibilidad, la educación ambiental se ha consolidado como fundamental para construir una educación centrada en la sostenibilidad. Se considera una acción pedagógica que promueve la interdisciplinariedad, facilitando la comprensión de la problemática ambiental en su complejidad y examinando las relaciones entre el ser humano y la naturaleza, así como los valores que motivan sus acciones (Valero & Febres, 2019). En este contexto, la UNESCO ha establecido objetivos para la educación ambiental que abarcan la conciencia, el conocimiento, las habilidades, la evaluación, la participación y las actitudes. En particular, se busca promover en la comunidad la adquisición de valores sociales e interés por el medio ambiente para fomentar una participación activa en su protección y mejora (Valero & Febres, 2019).

Educación ambiental se enfoca en formar ciudadanos activos y conscientes del medio ambiente, proporcionándoles herramientas que faciliten la comprensión de los problemas ambientales y la participación en su protección. Sin embargo, investigaciones han demostrado que el conocimiento por sí solo no es suficiente para aumentar la conciencia ambiental. Se

sugiere la necesidad de estudiar factores que contribuyen a la transformación del conocimiento en actitudes ambientales (Fytopoulos et al., 2023). En este sentido, la formación ambiental debe buscar cultivar actitudes favorables y promover la responsabilidad social hacia el ambiente, así como el respeto e interés por parte de los estudiantes (Martos & Medina, 2022).

## **1.2. Pregunta de Investigación**

---

### **1.2.1 Pregunta General**

La pregunta que orienta el desarrollo de la investigación es:

¿Cuál es el impacto de la implementación de una estrategia STEAM sobre el cambio de actitud hacia las matemáticas en estudiantes de grado octavo de la I. E. M. Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá?

### **1.2.2 Preguntas Específicas**

¿Cuál es la medida de actitud hacia las matemáticas en dos grupos de estudiantes de grado octavo de la I. E. M. Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá, uno de los cuales recibe la implementación de la estrategia STEAM (grupo experimental) y el otro no (grupo control), antes y después de la implementación?

¿Cuál es el efecto de la implementación de la estrategia STEAM sobre el grupo experimental y el efecto de la ausencia sobre el grupo control en la actitud hacia las matemáticas entre el pretest y posttest (comparación intragrupos)?

¿Cuál es el efecto de la implementación de la estrategia STEAM sobre la actitud hacia las matemáticas de estudiantes de grado octavo de la I. E. M. Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá del grupo experimental en comparación con el grupo control (comparación entregrupos)?

### **1.3. Justificación**

---

Considerando que la comprensión y el uso de las matemáticas en la vida cotidiana y el ámbito laboral son más importantes y urgentes que nunca, es fundamental que los estudiantes reciban una formación sólida en esta disciplina. Las matemáticas proporcionan herramientas clave para el desarrollo de una ciudadanía activa y desempeñan un papel crucial en la democracia al fomentar la autonomía y la capacidad de innovación. Por ello, diseñar estrategias didácticas que promuevan un cambio de actitud hacia las matemáticas se convierte en un objetivo relevante y necesario dentro del contexto educativo actual.

#### **1.3.1 Conveniencia**

El estudio que plantea el enfoque STEAM como estrategia para promover un cambio de actitud hacia las matemáticas es conveniente debido a sus múltiples beneficios. Entre ellos destacan la mejora en la resolución de problemas, la comprensión matemática, la motivación de los estudiantes, la aplicación práctica de las matemáticas, el fomento de actitudes positivas hacia esta disciplina, y la preparación para una sociedad más sostenible.

Biggs (1985) sugiere que, para mejorar el aprendizaje de las matemáticas, es fundamental estimular la comprensión de la utilidad de esta materia, permitiendo su aplicación práctica en lugar de enfocarse en cálculos rutinarios y promoviendo un aprendizaje basado en la resolución de problemas. Del mismo modo, la resolución de problemas es considerada una estrategia eficaz para alcanzar mejores resultados en el aprendizaje matemático (Cerdeña et al., 2017).

Además, dado que las matemáticas son la base sobre la cual se construyen los modelos científicos, la modelización desempeña un papel indispensable. A través del diseño e implementación de situaciones contextualizadas que permitan al estudiante interpretar y argumentar, se fomenta el desarrollo de las competencias matemáticas básicas como el

razonamiento, resolución de problemas y comunicación. En este sentido la modelización usa contextos físicos y sociales para desarrollar situaciones problemáticas que vinculan actividades y fenómenos de la vida real y del día a día de los estudiantes (Luquez et al., 2021).

### **1.3.2 Relevancia Social**

La actitud negativa hacia las matemáticas es un problema persistente que afecta tanto el rendimiento académico como la elección de carreras en áreas relacionadas con esta disciplina, donde el interés por las ciencias y la tecnología resulta fundamental para el avance económico y social. Evaluar una estrategia STEAM en este contexto, tiene como objetivo proponer una solución que pueda aumentar la motivación y el interés de los estudiantes en matemáticas, lo que es esencial para formar estudiantes competentes en un mundo que se vuelve cada vez más tecnológico (Honey et al., 2014).

Además, en un contexto global donde el cuidado del medio ambiente se ha convertido en una prioridad, la integración de enfoques educativos como STEAM es fundamental. Este enfoque no solo contribuye a mejorar el rendimiento en matemáticas, sino que también fomenta la comprensión de los desafíos ambientales, preparando a los estudiantes para abordar problemas complejos relacionados con la sostenibilidad. La capacidad de los estudiantes para aplicar el pensamiento matemático a problemas reales, como los desafíos del cambio climático y la gestión de recursos, es esencial para el desarrollo de soluciones innovadoras y sostenibles en el futuro (Bybee, 2013).

### **1.3.3 Relevancia Teórica**

La matemática como área de las ciencias fomenta el desarrollo de habilidades cognitivas y de pensamiento crítico que son esenciales tanto en la vida cotidiana como en la profesión. Particularmente, habilidades de resolución de problemas desempeñan un papel indispensable al

proporcionar a los estudiantes aprendizajes significativos que involucren el desarrollo de competencias interdisciplinarias (Lam, 2023) y las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos del mundo actual.

En este sentido, se destaca el enfoque STEAM, que integra la ciencia, tecnología, ingeniería arte y matemáticas, como estrategia que por medio de la interdisciplinariedad ayuda a comprender el mundo y permite que los estudiantes se involucren más en su aprendizaje generando soluciones a problemas del mundo real (Lam, 2023). Las diferentes prácticas educativas con enfoque STEAM propende por una formación de estudiantes activos, creativos e interesados por aprender, que promuevan el desarrollo de competencias como resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico, comunicación, colaboración, manejo y análisis de datos, y computación e informática (Alianza para la Promoción de STEM, 2019).

Este estudio ofrece una contribución importante al enfoque STEAM, ampliando el conocimiento existente al proporcionar evidencias empíricas sobre su impacto en el cambio de actitudes hacia las matemáticas. Esto no solo refuerza y valida investigaciones previas en el área, sino que también contribuye a la literatura en aspectos menos estudiados, como la relación entre el aprendizaje práctico en STEAM y los cambios en las actitudes emocionales hacia esta disciplina. Al centrarse específicamente en matemáticas, esta investigación profundiza en la comprensión de factores afectivos como emociones y actitudes, aspectos que, aunque reconocidos como relevantes, han sido poco estudiados en el contexto STEAM.

#### **1.3.4 Utilidad Metodológica**

El siglo XXI marca el comienzo de la era digital, transformando la manera en que se vive, se comunica y se entretiene. Las tecnologías avanzan a diario, lo que plantea la necesidad de estudiar y desarrollar habilidades necesarias para enfrentar estos cambios y asegurar el éxito en

el mundo actual. Estas habilidades se clasifican e interpretan desde diferentes perspectivas. Según Beers (2011), las habilidades claves incluyen creatividad e innovación, pensamiento crítico y la resolución de problemas, comunicación, colaboración, gestión de la información, uso efectivo de la tecnología, habilidades profesionales y para la vida y, conciencia cultural. Estas habilidades se refieren a los procesos de pensamiento y comportamientos que los estudiantes utilizarán a medida que aprenden el contenido de una materia y colaboran con otros para profundizar su comprensión. Se enfatiza la importancia de desarrollar estas habilidades especialmente de manera interdisciplinaria.

A medida que se promueven estas habilidades, surgen principios clave como la conexión del contenido con aplicaciones y problemas del mundo real, el énfasis en proyectos que requieran de los estudiantes utilicen el conocimiento de nuevas maneras, y la colaboración con otros. Es fundamental fomentar actividades metacognitivas que permitan a los estudiantes reflexionar sobre el uso de las estructuras de pensamiento y las estrategias empleadas. Asimismo, el uso de la tecnología es esencial para analizar y compartir lo que aprenden, facilitando el trabajo en equipo para resolver problemas y generar nuevas ideas. También se promueve que los estudiantes establezcan conexiones y relaciones entre materias, conceptos e ideas, destacando la importancia de un contenido transversal que les proporcione una capacidad de aprendizaje continuo y les ayude a retener lo aprendido. Esto se logra cuando el conocimiento tiene sentido y se relaciona con lo que ya saben (Beers, 2011).

Para potenciar las habilidades del siglo XXI, es necesario incorporar en la educación una variedad de oportunidades y actividades de aprendizaje, el uso de herramientas tecnológicas adecuadas, el aprendizaje basado en proyectos y problemas, las conexiones interdisciplinarias, el aprendizaje colaborativo, el uso de elementos visuales, evaluaciones formativas y la autoevaluación. En este contexto, el papel del docente se transforma en el de facilitador (Beers, 2011).

El enfoque STEM incorpora las cuatro C de las habilidades del siglo XXI: creatividad, pensamiento crítico, colaboración y comunicación. Este enfoque permite trabajar en equipo para crear soluciones innovadoras a problemas del mundo real, comunicar estas soluciones a los demás y utilizar herramientas tecnológicas adecuadas para completar las tareas. Evaluar el impacto de la estrategia STEAM dentro de un estudio ofrece una utilidad metodológica significativa, al proporcionar un método de implementación y evaluación que puede ser replicado en otros contextos educativos. La metodología utilizada permitirá a los investigadores y educadores identificar qué aspectos específicos del enfoque STEAM son más efectivos para cambiar actitud hacia las matemáticas, lo que puede guiar futuras investigaciones prácticas educativas.

Este estudio, al abordar un enfoque metodológico mixto que combina métodos cuantitativos y cualitativos, permite realizar una evaluación profunda y completa del impacto del enfoque STEAM en las actitudes de los estudiantes. Esta metodología integral proporciona una base sólida que incluye tanto datos objetivos como interpretaciones detalladas de las experiencias de los estudiantes. De este modo, el estudio no solo enriquece la comprensión del impacto del enfoque STEAM, sino que también establece una base metodológica valiosa para futuras investigaciones que deseen implementar y evaluar programas educativos STEAM.

### ***1.3.5 Implicaciones Prácticas***

La realización de estudios relacionados con la aplicación de estrategias basadas en el enfoque STEAM es esencial para generar evidencias sólidas sobre las fortalezas y beneficios de estas nuevas propuestas educativas. Los resultados obtenidos en estas investigaciones pueden motivar la integración de contenidos STEAM en la práctica docente, destacando su pertinencia y efectividad para mejorar diversas prácticas en el aula. Además, esta línea de investigación promueve la colaboración entre docentes y el desarrollo de comunidades de aprendizaje

profesional eficaces para la educación STEAM. Estas comunidades no solo apoyan el desarrollo y la revisión del currículo, sino que también fomentan prácticas que pueden extenderse más allá del aula, influyendo en entornos extracurriculares y la formación continua de los educadores (M. Honey et al., 2014).

Los estudios en esta área aportan la evidencia necesaria para mostrar las conexiones y beneficios del STEAM. Aunque algunos docentes pueden reconocer estos beneficios, es importante que existan investigaciones que lo respalden, pues no todos los educadores están igualmente familiarizados con estas integraciones y sus impactos en la enseñanza y el aprendizaje (M. Honey et al., 2014).

Las implicaciones prácticas de este estudio son significativas, ya que los resultados pueden influir en las políticas educativas y en las prácticas docentes, promoviendo el uso de enfoques interdisciplinarios como STEAM para mejorar la enseñanza de las matemáticas. Al evaluar la eficacia de STEAM en cambiar las actitudes hacia las matemáticas, este estudio podría motivar la adopción de este enfoque en los currículos escolares, lo que a su vez podría resultar en una mayor aceptación y éxito en las matemáticas entre los estudiantes, preparándolos mejor para los desafíos de un mundo cada vez más tecnológico.

Asimismo, la inclusión de habilidades socioemocionales en las políticas educativas, especialmente en áreas tradicionalmente académicas como las matemáticas, es fundamental para orientar estrategias que promuevan no solo el desarrollo cognitivo, sino también el afectivo de los estudiantes, un aspecto de gran relevancia en los sistemas educativos modernos.

## 1.4. Hipótesis

---

### Hipótesis de Investigación

**(H1a):** La implementación de una estrategia STEAM tendrá un impacto positivo en la actitud hacia las matemáticas entre los estudiantes de grado octavo de la I. E. M. Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá que participan en la estrategia STEAM (grupo experimental).

**(H1b):** La implementación de una estrategia STEAM propiciará mayor cambio positivo de actitud hacia las matemáticas entre los estudiantes de grado octavo de la I. E. M. Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá que participan en la estrategia STEAM (grupo experimental), en comparación con aquellos que no participan (grupo control), como se evidencia en las mediciones pretest y postest.

### Hipótesis Nulas

**(H0a):** La implementación de una estrategia STEAM no tendrá un impacto positivo en la actitud hacia las matemáticas entre los estudiantes de grado octavo de la I. E. M. Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá que participan en la estrategia STEAM (grupo experimental).

**(H0b):** La implementación de una estrategia STEAM no propiciará mayor cambio positivo de actitud hacia las matemáticas entre los estudiantes de grado octavo de la I. E. M. Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá que participan en la estrategia STEAM (grupo experimental), en comparación con aquellos que no participan (grupo control), como se evidencia en las mediciones pretest y postest.

Este capítulo ha abordado los aspectos fundamentales para la formulación del problema de investigación, destacando la importancia de las actitudes hacia las matemáticas en el proceso de enseñanza aprendizaje, así como el papel esencial del enfoque STEAM como una estrategia motivadora y lúdica que impulsa un cambio positivo en esta área. Además, se ha destacado la

relevancia del cuidado del medio ambiente, que, al enmarcarse en el contexto y el enfoque de la estrategia diseñada, se convierte en un componente socialmente responsable dentro de la estrategia educativa, fortaleciendo la formación de estudiantes comprometidos con su entorno. En este contexto, se formularon las preguntas de investigación, basadas en la justificación que contempla distintos ámbitos.

Con estas reflexiones, el estudio busca ofrecer implicaciones prácticas significativas que faciliten la implementación de programas STEAM, que promuevan un cambio en las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas. Por último, las hipótesis propuestas plantean expectativas concretas sobre el impacto de esta metodología en el ámbito educativo, orientando tanto el análisis como las conclusiones de esta investigación.

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

Este capítulo presenta el marco teórico de la investigación, un elemento fundamental que sustenta y orienta el estudio al consolidar los aspectos clave y antecedentes en los que se apoya. En primer lugar, se revisan estudios previos sobre las actitudes hacia las matemáticas y la implementación del enfoque STEAM, proporcionando una visión amplia de las investigaciones en este ámbito. Además, se incluyen los fundamentos teóricos del enfoque sociocultural, particularmente desde la teoría socioconstructivista, que apoya la construcción de conocimiento en contextos sociales y colaborativos. Se presenta también un análisis conceptual detallado tanto de las actitudes hacia las matemáticas como del enfoque STEAM, especificando su influencia en el proceso educativo y la motivación de los estudiantes. La interdisciplinariedad se destaca como un principio clave en el desarrollo del enfoque, al integrar diversas áreas del conocimiento para enriquecer la enseñanza. Finalmente, se presenta un análisis normativo y legal que revisa la normativa educativa vigente.

## **2.1. Antecedentes**

---

En este apartado se presentan estudios empíricos que han investigado las actitudes hacia las matemáticas desde diferentes enfoques. Esto permitirá identificar los factores que afectan dichas actitudes y cómo diferentes intervenciones pueden influir en estos factores. Además, se explorarán diversos estudios que han investigado la eficacia de las estrategias STEM y STEAM en diferentes contextos educativos, determinando los efectos de estas estrategias en variables como la creatividad, el pensamiento crítico y el rendimiento académico. Estos estudios proporcionan una base sólida para interpretar los resultados de la investigación actual.

### ***2.1.1 Estudios Internacionales y Nacionales sobre Actitud Hacia las Matemáticas***

La búsqueda por establecer relaciones entre las actitudes hacia las matemáticas y el proceso de enseñanza aprendizaje ha llevado a docentes e investigadores de diferentes niveles

educativos a plantear diversas investigaciones. Este interés se centra en comprender cómo las actitudes de los estudiantes afectan su desempeño académico y su motivación por aprender, y cómo se relacionan con aspectos como la edad, curso y el género.

En Australia, Russo et al. (2023) llevaron a cabo una investigación con el objetivo de determinar las actitudes hacia las matemáticas entre un grupo de estudiantes identificados por sus profesores como de bajo rendimiento, y cómo estas actitudes varían entre diferentes años y etapas de escolarización. La muestra consistió en 123 estudiantes de primaria (63 estudiantes) y secundaria (60 estudiantes) entre 7 y 15 años procedentes de 19 escuelas gubernamentales, católicas e independientes de todo el estado de Victoria. Todos los estudiantes participaron del programa GRIN (Getting Ready in Numeracy), cuyo objetivo es involucrar a los estudiantes en tutorías con un tutor GRIN designado, antes de la lección de matemática.

Se utilizó un cuestionario en línea al comienzo del año escolar, antes de iniciar su participación en el programa GRIN, para explorar sus actitudes y puntos de vista de los estudiantes sobre las matemáticas, basado en la escala de actitud hacia las matemáticas de Chapman (2003), que consta de 10 ítems tipo Likert que representan tres subescalas: disfrute, valor y afrontamiento. Este instrumento obtuvo un alfa de Cronbach general de .82, con validez realizada por Chapman por subescala de  $\alpha=.55$  para afrontamiento,  $\alpha=.83$  para disfrute y  $\alpha=.69$  para valor. Además, se incluyeron 5 ítems tipo Likert para recoger información sobre la percepción de los estudiantes acerca de la importancia de las matemáticas para la resolución de problemas, obteniendo una validez de  $\alpha=.68$ .

Los resultados mostraron que, a medida que los estudiantes avanzan en su escolarización, las actitudes hacia las matemáticas se vuelven más negativas, principalmente debido a una disminución en el disfrute de la materia. Sin embargo, la valoración de las matemáticas y la capacidad de afrontarlas no disminuyeron. Se evidenció que estudiantes que

consideraban las matemáticas como fundamentales para la resolución de problemas tendían a valorarlas más como una disciplina, especialmente en el caso de los estudiantes de secundaria. Finalmente, los investigadores plantean la necesidad de implementar estrategias que proporcionen a los estudiantes de bajo rendimiento experiencias en tareas de resolución de problemas, con el fin de fomentar percepciones positivas sobre la utilidad de las matemáticas. Este estudio es relevante para la investigación actual, ya que destaca la necesidad de estrategias que no sólo refuercen las habilidades matemáticas, sino que también fomenten una conexión significativa entre las matemáticas y la vida cotidiana de los estudiantes, fortaleciendo así su interés y motivación.

También en Australia, Deieso y Fraser (2019) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de identificar cambios durante la transición de la escuela primaria a la secundaria en términos del entorno de aprendizaje en el aula y las actitudes y ansiedad de los estudiantes hacia las matemáticas. Este estudio involucró a 541 estudiantes de 47 cursos de 15 escuelas públicas y católicas de año 7 de primaria y año 8 de secundaria de Australia del Sur, tanto en áreas metropolitana como regionales. Los instrumentos utilizados se adaptaron de tres fuentes: "¿Qué está pasando en esta clase?" (WIHIC), el cual se modificó de 56 ítems a 32 ítems; la "Prueba de actitudes relacionadas con las matemáticas" (TOMRA) desarrollada por Fraser, que se modificó a 20 ítems; y la "Escala revisada de calificaciones de ansiedad en matemáticas" (MAM), que se organizó en 8 ítems basadas en otras escalas.

Los resultados mostraron que los estudiantes del primer año de secundaria, en comparación con los del último año de primaria, evidenciaron una actitud menos positiva hacia la investigación en matemáticas, menos disfrute de las matemáticas, menor participación en el entorno de sus aulas y un deterioro en la ansiedad. Las diferencias entre estos estudiantes fueron muy similares para los estudiantes masculinos y femeninos. Este estudio evidencia cómo las actitudes y niveles en ansiedad hacia las matemáticas son influenciados por el entorno de

aprendizaje en el aula, impactando el disfrute y la participación de los estudiantes. Resalta la necesidad de diseñar estrategias que fomenten un ambiente positivo, especialmente en periodos de transición escolar, para promover actitudes más favorables hacia las matemáticas.

El estudio planteado por Farfán-Pimentel y Santiago-López (2023) en Perú tuvo como objetivo determinar la relación entre el aprendizaje autónomo y las actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de contabilidad y finanzas de la Universidad de San Martín de Porres. Mediante un muestreo probabilístico, se conformó una muestra de 242 estudiantes de una población de 650 estudiantes de la Escuela Profesional de Contabilidad y Finanzas de dicha Universidad. El estudio, con un enfoque cuantitativo, presenta un diseño no experimental, de nivel básico y correlacional.

Para la recolección de información, se utilizó la técnica de encuesta con dos cuestionarios, uno para cada una de las variables, empleando preguntas cerradas tipo Likert. Para la variable aprendizaje autónomo, se aplicó un instrumento utilizado por Principe (2018) con 21 ítems. Para la variable actitudes hacia las matemáticas, se utilizó el cuestionario del estudio de Flores y Auzmendi (2018), también conformado por 21 ítems. Entre los resultados obtenidos, se encontró una relación significativa entre el aprendizaje autónomo y las actitudes hacia las matemáticas. Asimismo, se estableció una correlación entre el aprendizaje autónomo y las actitudes hacia las matemáticas, expresado en los factores de agrado, ansiedad, utilidad y confianza, mientras que no se presentó correlación con el factor motivación. Respecto a la actitud hacia las matemáticas, se identificó que el 0.4% de los estudiantes se encontraron en nivel bajo, un 80.2% en nivel medio y un 19,4 % en nivel alto.

Los resultados de este estudio evidencian una relación significativa entre el aprendizaje autónomo y las actitudes hacia las matemáticas. Este hallazgo está alineado con la investigación actual, ya que resalta la importancia de fomentar el aprendizaje autónomo en estrategias

educativas como STEAM, con el fin de mejorar tanto las actitudes como el desempeño en matemáticas.

También en Perú, Esquivel (2023) llevó a cabo un estudio con el objetivo de presentar y describir las actitudes hacia las matemáticas que muestran los estudiantes de secundaria. La muestra se conformó por 212 estudiantes de secundaria de una institución pública peruana, quienes respondieron una encuesta enviada por correo a 760 estudiantes. Mediante una investigación cuantitativa de tipo descriptivo transversal, se utilizó el instrumento planteado por Auzmendi (1992) que contempla cinco factores: utilidad, ansiedad, confianza, agrado y motivación. Entre los resultados, se encontró que los estudiantes presentan un nivel medio en los factores de ansiedad, agrado y utilidad. Sin embargo, se observó una tendencia a un nivel bajo en el factor de motivación y un nivel alto en el factor de confianza. Recomienda para futuras investigaciones implementar métodos y técnicas que aumenten la motivación de los estudiantes en esta área. Este estudio se relaciona con la investigación actual al proporcionar información sobre los niveles de las actitudes de los estudiantes, destacando la necesidad de implementar estrategias que aborden la motivación, un aspecto clave para el diseño de intervenciones educativas efectivas.

En Ecuador, Hidalgo et al. (2023) realizaron un estudio con el objetivo de analizar la relación entre el desempeño matemático de los estudiantes y sus actitudes hacia las matemáticas. Utilizando la técnica de muestreo no probabilístico, se seleccionó una muestra de 339 estudiantes de la Facultad de Ciencias Administrativas, Gestión Empresarial e Informática de la Universidad Estatal de Bolívar, pertenecientes a las carreras de Contabilidad y Auditoría, Comunicación, Turismo y Hotelería, Software, Mercadotecnia, Administración de Empresas, Emprendimiento e Innovación Social y Tecnologías de la Información. El diseño de investigación fue cuantitativo, con un enfoque correlacional y de corte transversal. Se aplicaron dos instrumentos, uno para evaluar el desempeño académico mediante un examen estandarizado, y

otro para medir las actitudes hacia las matemáticas, utilizando la Escala de Actitudes de Auzmendi (1992), compuesta por 25 ítems. Esta última es una herramienta fiable que abarca cinco aspectos de las actitudes: utilidad, motivación, ansiedad, agrado y confianza.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se encontró una conexión directa entre las dimensiones de actitud: ansiedad, motivación, agrado y el desempeño. Los resultados indican que los estudiantes con un mayor rendimiento en matemáticas tienden a tener actitudes más positivas hacia la disciplina, mostrando mayor motivación y agrado. Sin embargo, en cuanto a la dimensión de ansiedad, se descubrió que un desempeño más alto no necesariamente se relacionaba con una disminución en los niveles de ansiedad hacia las matemáticas.

En lo que respecta a las dimensiones de confianza y utilidad, no se encontró una relación positiva con los niveles de desempeño, lo que indica que la confianza en sus habilidades y la percepción de utilidad no siempre se refleja en un rendimiento académico superior en esta materia. Como recomendación queda abordar la ansiedad en el aprendizaje de las matemáticas e implementar estrategias pedagógicas que fomenten la confianza y la percepción de utilidad en los estudiantes. Asimismo, se destaca la necesidad de un equilibrio entre los aspectos cognitivos y afectivos en el proceso de enseñanza de las matemáticas. Este estudio es relevante para el presente trabajo porque destaca la relación entre las actitudes hacia las matemáticas y el desempeño académico. Además, resalta la necesidad de implementar estrategias pedagógicas que fomenten la confianza y la percepción de la utilidad, aspectos clave en la mejora de las actitudes y el rendimiento de los estudiantes en matemáticas.

En Honduras, Pineda-Ramírez et al. (2021) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de determinar la actitud positiva o negativa de los estudiantes hacia las matemáticas, considerando variables como género, edad, grado académico y zona de residencia. La investigación se desarrolló bajo el enfoque cuantitativo con diseño Ex Post Facto, ya que se midieron diversa

variable para analizar su posible efecto. La muestra se conformó por 597 estudiantes de diferentes instituciones de Honduras, de los grados séptimo a duodécimo, con un 62% de mujeres y 38% de hombres. La edad de los estudiantes oscilaba entre los 11 y 17 años, con una representación del 72% del área urbana y un 28 % del área rural. Los participantes se seleccionaron por medio de un muestreo no probabilístico causal o accidental.

Para la recolección de la información se aplicó la Escala de Actitudes hacia las Matemáticas (EAM) desarrollada por Palacios et al. (2014), conformada por 32 ítems adaptados al contexto de los estudiantes, agrupados en 4 factores: percepción de la incompetencia matemática, percepción de la utilidad, autoconcepto matemático y gusto por las matemáticas. Entre los resultados obtenidos, se encontró que los estudiantes tienen una actitud positiva hacia las matemáticas en los factores percepción de incompetencia matemática, percepción de utilidad y autoconcepto matemático. En el factor de gusto por las matemáticas, se observó una actitud negativa. Se evidenció que existe una relación inversamente proporcional entre el gusto y la percepción de incompetencia, de manera que al aumentar el gusto por las matemáticas, disminuye la sensación de incompetencia.

Al relacionar todas las variables demográficas, se encontraron diferencias significativas solo en el factor de incompetencia matemática, de manera que a medida que aumenta el grado académico, también aumentan también las actitudes negativas. Se observó que los hombres tienen una menor percepción de incompetencia matemática en comparación con las mujeres, quienes presentan una mayor percepción de incompetencia. Los estudiantes de zonas urbanas tienen una menor percepción de incompetencias matemáticas en comparación con los estudiantes de zona rural, debido a que el estudio se realizó en tiempos de pandemia por Covid-19 y las zonas rurales carecían de servicios adecuados de internet. Es relevante este estudio para la investigación actual porque muestra cómo las actitudes hacia las matemáticas se relacionan con factores como género, edad, grado académico y lugar de residencia. Resalta la

importancia de abordar la utilidad de las matemáticas y su impacto en las percepciones de los estudiantes. Estos hallazgos son útiles para diseñar estrategias educativas que mejoren las actitudes hacia las matemáticas en contextos diversos y en situaciones de cambio.

De la Torre y Ramírez (2020) realizaron un estudio en México con el propósito de identificar diferencias existentes entre hombre y mujeres respecto a sus actitudes, autoconcepto y su rendimiento académico en matemáticas con estudiantes de bachillerato. La muestra para el estudio estuvo compuesta por estudiantes de primer ingreso al bachillerato de la Preparatoria 8 de la UANL, organizados en dos grupos: 106 estudiantes que obtuvieron al menos el 70% de aciertos en su examen y 303 estudiantes que obtuvieron menos del 70% de aciertos en su examen de ubicación de espacios. Se utilizó el instrumento de Actitudes Matemáticas aplicado a los 106 estudiantes y otro instrumento denominado Autoconcepto de los Alumnos de Primer ingreso al Bachillerato aplicado a los 303 estudiantes.

Los resultados parciales concluyeron que no se encontraron diferencias significativas por género respecto de las variables tiempo dedicado al estudio, percepción del grado de desarrollo de sus habilidades cognitivas y desarrollo de actitudes positivas para el estudio. Para los estudiantes que aprobaron el examen con más del 70%, los autores encontraron que tanto hombres como mujeres tenían el mismo nivel de habilidades, y que las mujeres tenían mejor rendimiento académico, aunque sus expectativas de éxito eran menores que la de los hombres. Respecto a los hombres, encontraron que concedían mayor importancia a las matemáticas para su vida cotidiana y estudios posteriores, y la preferían más que otras disciplinas.

En cuanto a los estudiantes que obtuvieron resultados inferiores al 70%, no se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres respecto a percepción de habilidades, importancia y hábitos de estudio. En este grupo, se encontraron diferencias significativas a favor de las mujeres en la variable de necesidad de reconocimiento de los logros

y a favor de los hombres en la variable autoestima. Este estudio evidencia cómo variables como el género, el autoconcepto y el rendimiento en matemáticas influyen en el desempeño académico. Sus hallazgos pueden orientar el diseño de estrategias que consideren las expectativas y autopercepciones de los estudiantes para mejorar sus actitudes hacia las matemáticas.

También en México, López et al. (2022) realizaron un estudio con el objetivo de diagnosticar la actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de educación medio superior. La muestra estuvo compuesta por 253 estudiantes de tres instituciones privadas de Chiapas en el año escolar 2020-2021, con edades que oscilaban entre 14 y 19 años, y una edad promedio de 15.94 años. El enfoque de la investigación fue cuantitativo, de tipo descriptivo, transversal y no experimental, utilizando un instrumento tipo Likert elaborado por Rosas (2018) compuesto por 33 ítems agrupados en cuatro dimensiones: afectiva, comportamiento, cognoscitivo y creencias. Se obtuvo una confiabilidad para el instrumento de alfa de Cronbach de .75.

Entre los resultados encontraron que los estudiantes presentan un nivel indiferente de actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas (88.1%). La dimensión con media más alta fue la cognoscitiva ( $M=3.72$ ), mientras que la dimensión con menor valor de media fue la comportamental ( $M=2.80$ ). Además, determinaron que, aunque los estudiantes manifestaron la necesidad de que en las escuelas se imparten matemáticas (actitud cognoscitiva), en la práctica tratan de evitar cualquier actividad relacionada con esta disciplina (actitud comportamental). Este estudio es relevante para la investigación actual, ya que muestra una actitud indiferente hacia las matemáticas entre los estudiantes, destacando una desconexión entre su percepción de utilidad y su comportamiento hacia la disciplina. Esto indica la necesidad de implementar estrategias educativas que fomenten la motivación y el compromiso en el aprendizaje de las matemáticas.

El estudio realizado por Coca y Miranda (2019) se llevó a cabo en México con el objetivo de analizar el cambio positivo de actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas experimentado por una estudiante de Bachillerato. Bajo el enfoque cualitativo y utilizando la modalidad de estudio de caso, seleccionaron a Frida, una estudiante de 15 años que decidió asistir a asesorías de matemáticas después de no aprobar los cursos de Álgebra (A) y Geometría y Trigonometría (GT). Los instrumentos utilizados en la investigación fueron la entrevista y el análisis del discurso. Los autores grabaron las entrevistas diarias para captar las emociones de Frida y poder identificar los cambios de actitud antes y después de aprobar los cursos.

El estudio reveló un cambio significativo en la actitud de Frida hacia el aprendizaje de las matemáticas, pasando de una postura negativa a positiva. Este proceso se caracterizó por desarticular las actitudes negativas, revisar las conductas docentes y reinterpretar las situaciones escolares desde una nueva perspectiva. Aunque los estudios de caso no permiten generalizar los resultados, los autores identificaron algunas causas que podrían fomentar actitudes positivas, como la atención personalizada que reduce el temor a ser exhibidos al cometer errores en la solución de los problemas. Los autores recomiendan enfocar futuras investigaciones en mecanismos institucionales como tutorías y talleres extracurriculares que promuevan un cambio de actitud positiva hacia el aprendizaje de las matemáticas. Este estudio resulta relevante para la investigación actual al demostrar cómo la atención personalizada y las tutorías pueden transformar una actitud negativa hacia las matemáticas en una positiva, resaltando la importancia de implementar estrategias de apoyo individual.

En Chile, Radovic y Pampaka (2023) realizaron una investigación con el propósito de estudiar las percepciones de los estudiantes sobre si la enseñanza que experimentan está centrada en ellos, así como sus emociones, autoconcepto y disposición hacia las matemáticas. La muestra estuvo conformada por 291 estudiantes de grado séptimo de educación primaria, 154 mujeres y 137 hombres, de 8 aulas de clases de diferentes colegios en Santiago de Chile, con

edades entre 13 y 14 años. Las instituciones educativas se seleccionaron de manera que mantuvieran una enseñanza mixta, de estrato socioeconómico medio y de rendimiento promedio en la evaluación nacional realizada por el Ministerio de Educación (SIMCE). Se utilizó un modelo Rasch, que permite construir mediciones de intervalo desde información ordinal, revisando al mismo tiempo la unidimensionalidad.

Se aplicaron instrumentos que solicitaban información sobre actitudes hacia las matemáticas mediante el instrumento PANAS para efectos positivos y negativos propuesto por Watson et al. (1988). Para medir el autoconcepto en relación con las matemáticas, se utilizaron 4 ítems, y para medir la disposición de los estudiantes hacia las matemáticas, se utilizaron 6 ítems del estudio de Pampaka y Wo (2014). Para recoger información sobre la percepción de la práctica pedagógica, se utilizó la escala de Pampaka et al. (2016).

Los resultados mostraron una asociación positiva significativa: a medida que la enseñanza percibida es más centrada en los estudiantes, se observan actitudes más positivas. Se encontró que las niñas, comparadas con los niños, perciben menos frecuente la enseñanza centrada en los estudiantes y sienten actitudes menos positivas. Reflejan menores niveles de autoconcepto y tienen una menor disposición hacia las matemáticas en el futuro. Se concluye que el estilo de enseñanza percibido tiene un efecto mayor que el rendimiento académico. En relación con el género, no se encontraron diferencias significativas, demostrando que la enseñanza centrada en los estudiantes genera actitudes similares tanto en niños como en niñas. Es relevante observar que la enseñanza centrada en el estudiante influye positivamente en las actitudes hacia las matemáticas.

En España, Segarra-Escandón y Julià (2020) realizaron un estudio con el objetivo de comparar las actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de quinto de primaria, segundo de secundaria y tercer año del grado de maestro. La muestra estuvo compuesta por 255 estudiantes,

incluyendo 121 de quinto de primaria (edades entre 9 y 11 años), 75 de segundo de secundaria (edades entre 12 y 16 años) y 57 de tercer año del grado de maestro. El estudio fue cuantitativo y se utilizaron estadísticas descriptivas e inferenciales para analizar los datos. Se empleó el instrumento tipo Likert Escala de Actitud hacia las Matemáticas (EAM) desarrollada por Auzmendi (1992), que abarca 5 dimensiones: agrado, ansiedad, motivación, utilidad y confianza. Para evaluar la consistencia interna, aplicaron la prueba alfa de Cronbach para la escala y cada uno de los factores. Obtuvieron valores excelentes, buenos y aceptables para la escala en general y factores de agrado, ansiedad y utilidad, y valores inferiores a .60 para los factores de motivación y confianza, por lo que fueron excluidos del análisis de datos.

Los autores compararon las medias aritméticas de cada grupo y encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos estudiados. Los estudiantes de tercer año del grado maestro mostraron puntuaciones más bajas en la actitud hacia las matemáticas. Según estudios previos, los autores corroboraron que, a medida que los estudiantes progresan en sus estudios, su actitud tiende a volverse más negativa. Esto podría estar relacionado con la organización del plan de estudios, que se vuelve más exigente y requiere una comprensión más abstracta.

Además, encontraron diferencias significativas entre las medias en los factores ansiedad, agrado y utilidad, siendo las puntuaciones más altas observadas en los estudiantes de quinto de primaria. En el factor agrado, observaron una disminución conforme aumentan los años de estudio, mientras que no se encontraron tendencias claras en los factores de ansiedad y utilidad. En todos los factores, las puntuaciones más bajas fueron registradas por los estudiantes de tercer año del grado de maestro.

Por otro lado, Segarra y Julià (2021) realizaron un estudio con el objetivo de estudiar la actitud hacia las matemáticas de los estudiantes de grado quinto de primaria, y estudiar la relación

entre esta actitud y la autoeficacia de los profesores de matemáticas del mismo grado. Los participantes del estudio fueron 194 estudiantes de grado quinto en el año 2019 de escuelas de la ciudad de Tarragona, España, cuyas edades oscilaban entre 9 a 11 años. También participaron 8 profesores de matemáticas de los cursos de quinto grado seleccionados. El estudio fue de tipo cuantitativo y utilizó los instrumentos de Escala de Actitud hacia las Matemáticas (EAM) de Auzmendi (1992) y la escala de Creencias de Eficacia de la Enseñanza de las Matemáticas para profesores. La escala EAM mostró un coeficiente de alfa de Cronbach de .98 para la actitud general y los siguientes coeficientes para los factores específicos: agrado (.72), ansiedad (.81), motivación (.58), utilidad (.67) y confianza (.51).

Los resultados revelaron que la actitud hacia las matemáticas presentó una media de 3.07 (actitud positiva), con un 14 % de los estudiantes mostrando una actitud negativa. Las medias de los factores específicos fueron los siguientes: factor agrado, media de 2.64, con la mayor puntuación en la pregunta 14 (M= 2.96) y la menor puntuación en el ítem 9 (M=2.22). Para el factor ansiedad se obtuvo una media de 3.08, con la mayor puntuación en la pregunta 22 (M=3.27) y menor puntuación en la pregunta 18 (M=2.82). En el factor utilidad, la media fue de 3.01, con puntuación más alta en el ítem 6 (M=3.40) y la más baja en el ítem 19 (M=2.52). Para el factor motivación se registró una media de 3.18, con la puntuación más alta en el ítem 25 (M=3.23) y la más baja en el ítem 10 (M=3.04). Finalmente, en el factor confianza, la media fue de 3.44, con la pregunta 23 teniendo la puntuación más alta (M=3.46) y el ítem 20 la más baja (M=3.41). De manera que los puntajes más bajos están en el factor agrado y los más altos se registraron en el factor confianza.

Estos estudios son relevantes para la investigación actual, ya que proporcionan evidencia sobre cómo las actitudes hacia las matemáticas varían a lo largo de los niveles educativos, desde primaria hasta la formación de futuros docentes. Además, se destaca la importancia de los factores de actitud como la ansiedad y la utilidad, los cuales pueden ser influenciados

positivamente por un enfoque STEAM, especialmente al integrar aspectos prácticos y contextualizados que mejoren la motivación hacia las matemáticas.

García-Manrubia et al. (2022) llevaron a cabo un estudio en España, con el objetivo de determinar cómo evolucionan las actitudes hacia las matemáticas en dos momentos del curso académico 2021/2022 en estudiantes universitarios. La muestra estuvo conformada por 81 estudiantes del Grado en Educación Primaria, con una edad media de 20.37 años (19.8 % hombres y 80.2 mujeres). Utilizando el instrumento tipo Likert planteado por Auzmendi (1992), compuesto por 25 ítems y 5 factores: agrado, ansiedad, utilidad, motivación y confianza, obtuvieron una consistencia interna de .92. El estudio fue transversal de tipo descriptivo, con un análisis exploratorio y recolección de datos en dos momentos, el primer día de clases y el último día de clase del segundo cuatrimestre del curso académico 2021/2022.

Los resultados obtenidos permitieron determinar que los factores agrado y ansiedad mostraron un nivel medio-bajo, el factor utilidad un nivel medio, y los factores de motivación y confianza presentaron un nivel adecuado. El factor motivación fue el único que presentó diferencia significativa entre las medias. Por otro lado, el factor utilidad disminuyó del primer momento al segundo momento, mientras que los demás factores presentaron un aumento, sugiriendo que las actitudes hacia las matemáticas de los estudiantes siguieron la misma tendencia en ambos momentos. Este estudio, que presenta la evolución de las actitudes hacia las matemáticas en estudiantes universitarios de educación, es relevante porque utiliza el mismo instrumento al que se emplea en esta investigación. Los resultados sobre cómo los factores de actitud cambian a lo largo del tiempo, en distintos momentos académicos, pueden enriquecer la comprensión del impacto de estrategias educativas como STEAM en las actitudes hacia las matemáticas.

En Estados Unidos, Gjicali y Lipnevich (2021) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de analizar el desempeño en matemáticas de los estudiantes de secundaria utilizando datos de evaluación a gran escala mediante PISA 2012, aplicando la Teoría del Comportamiento Planificado. Emplearon el archivo de datos de uso público PISA 2012 de Estados Unidos, considerando que las pruebas PISA están diseñadas para permitir generalizaciones a la población debido a su complejo diseño de encuesta y muestreo. El estudio incluyó a 4978 participantes (51% hombres), considerando diferencias de género, raza y nivel socioeconómico. Cada estudiante proporcionó respuestas sobre su actitud hacia la escuela, motivación instrumental en matemáticas, percepción del apoyo del docente, clima de disciplina, estrategias de resolución de problemas y otros aspectos no cognitivos. Las respuestas fueron evaluadas en una escala de cuatro opciones: frecuentemente, raramente, totalmente de acuerdo o totalmente desacuerdo.

Para evaluar el rendimiento en matemáticas, PISA utilizó preguntas que evaluaban la competencia matemática que involucra capacidad de formular, emplear e interpretar matemáticas en contextos del mundo real, como personal, ocupacional, social y científico. Los resultados del estudio indicaron que la Teoría del Comportamiento Planificado es un marco teórico válido para predecir el desempeño en matemáticas de los estudiantes de secundaria de Estados Unidos, sugiriendo su aplicabilidad en la investigación educativa. Los autores encontraron una relación positiva entre la actitud hacia las matemáticas y el rendimiento académico. Asimismo, observaron que las normas sociales tienen un efecto negativo general sobre los resultados académicos, mientras que la autoeficacia y el control tienen un impacto más significativo en los comportamientos matemáticos. Además, el compromiso conductual se identificó como un predictor de logros académicos.

Para optimizar los resultados de los estudiantes, los autores sugieren que la instrucción y el apoyo social deben enfocarse en promover el valor de las matemáticas, reducir las presiones

sociales, aumentar la autoeficacia y fomentar comportamientos efectivos en el trabajo con las matemáticas. También destacan la importancia de desarrollar actitudes positivas y creencias de autoeficacia en matemáticas a través de prácticas de enseñanza que minimicen las distracciones en clase y promuevan la utilidad y aplicabilidad de las matemáticas en la vida cotidiana, la educación profesional y la elección de carreras.

En Costa Rica, Zamora-Araya (2020) realizó un estudio con el objetivo de analizar cómo se relacionan las actitudes hacia las matemáticas con la autoeficacia percibida, el desarrollo social y el nivel educativo de la madre. La muestra estuvo conformada por 197 estudiantes (94 hombres y 103 mujeres) de tercer ciclo de educación básica general (grados séptimo, octavo y noveno) del Colegio Técnico Profesional de la región de Heredia, cuyas edades oscilan entre los 13 y 16 años. El estudio utilizó un diseño no experimental de tipo correlacional transversal. Utilizó la escala tipo Likert de actitudes de Fennema-Sherman, adaptada para actitudes hacia las matemáticas con los factores de utilidad, confianza y seguridad, y dos subescalas tipo Likert de autoeficacia matemática de Usher y Pajares.

A partir de técnicas de análisis factorial exploratorio y regresión múltiple, el investigador obtuvo resultados que determinaron una relación significativa entre el factor confianza y el rendimiento académico en matemáticas (RAM). Además, encontró una relación inversa entre el RAM y el Índice de Desarrollo Social, posiblemente debido al contexto educativo de clase media, media-alta. Por otra parte, el factor de utilidad mostró una relación positiva con RAM, pero no fue significativa, mientras que el factor seguridad presentó una relación inversa con el RAM, en contra de lo planteado inicialmente. Además, en el análisis fue descartada la variable de nivel educativo de la madre por obtener tamaños de efectos muy bajos, determinando que las diferencias con el RAM no son relevantes.

Los diferentes estudios sobre la actitud hacia las matemáticas coinciden en que existe una relación significativa entre las actitudes y el desempeño académico. Las diferencias de género en las actitudes son inconsistentes. Algunos estudios muestran que las mujeres presentan niveles más altos de ansiedad y menor autoconfianza en comparación con los hombres, mientras que otros no encuentran diferencias significativas de género en variable como tiempo dedicado al estudio. Además, se evidencia que las actitudes hacia las matemáticas tienden a disminuir a medida que los estudiantes avanzan de grado académico. Esto resalta la importancia de considerar los aspectos emocionales en el proceso de enseñanza de las matemáticas para mejorar tanto las actitudes de los estudiantes como su rendimiento académico.

### ***2.1.2 Estudios con Enfoque STEAM***

Situar el presente estudio en el contexto de la literatura existente permite comprender cómo diversas estrategias educativas, particularmente aquellas que integran enfoques disciplinarios como STEM y STEAM, influyen significativamente en el rendimiento académico, la disposición de los estudiantes para enfrentar desafíos en esta área y el desarrollo de habilidades indispensables. Este análisis es relevante para contextualizar y evaluar los hallazgos que se obtengan en el estudio.

Desde 2008, se ha observado un aumento en las investigaciones relacionadas con estrategias educativas STEM y STEAM, destacando un interés cada vez mayor en los últimos años. Este incremento es particularmente notable en la Unión Europea, donde se busca impulsar la participación de las mujeres en campos científico-tecnológicos. En línea con este enfoque, el Ministerio de Educación y Formación Profesional de España ha planteado la necesidad de promover las vocaciones STEAM, especialmente entre las mujeres, estableciendo una meta proyectada para el año 2030 (O. García et al., 2023).

En Perú, Lam (2023) planteó un proyecto STEAM centrado en las matemáticas con el objetivo de fomentar competencias en el nivel de educación primaria. La investigación se llevó a cabo mediante una metodología descriptiva cualitativa, obteniendo resultados concretos a través del análisis curricular y la planificación de una secuencia de actividades dirigidas al diseño de “la casa de sus sueños”. En este proyecto, los estudiantes disponen de un presupuesto asignado y tienen la tarea de crear el diseño de un plano a escala que incluya las dimensiones correspondientes del piso, las paredes, las ventanas y la puerta. Como fase final, se requiere que los estudiantes trasladen el diseño a una plataforma que permita el diseño en tres dimensiones.

El proyecto propone un enfoque de trabajo que combina el esfuerzo individual con la colaboración entre los estudiantes, integrando trabajo individual y colaborativo. Entre los resultados obtenidos en el estudio, la autora destaca que los proyectos interdisciplinarios con enfoque STEAM combinan y aplican conocimientos de diversas disciplinas para abordar los problemas planteados, promoviendo el desarrollo de habilidades específicas de cada área. Los proyectos STEAM facilitan la adquisición de competencias de manera contextualizada. Este trabajo interdisciplinar fomenta el pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de trabajo en equipo.

En España, Silva-Hormazábal et al. (2022) propusieron el diseño e implementación de una actividad STEAM dirigida a la educación primaria, con el objetivo de explorar las conexiones entre la matemática y la ingeniería a través de la estadística. La actividad se llevó a cabo con 23 estudiantes de 10 y 11 años, pertenecientes al grado quinto de una escuela primaria en la ciudad de Girona. Los resultados se obtuvieron a través del análisis de las respuestas de 18 estudiantes que participaron de manera voluntaria en el estudio.

La actividad propuesta se centra en la resolución de problemas estadísticos mediante el dibujo de una persona que hace ingeniería, utilizando el instrumento DAET-S de manera didáctica

para explorar las concepciones que los estudiantes tienen sobre ingeniería y la profesión de ingeniero. Los resultados del estudio mostraron que la actividad diseñada facilitó el análisis de datos y modificó las concepciones sobre la ingeniería, promoviendo un acercamiento temprano a esta disciplina en el entorno escolar y contribuyendo al desarrollo del pensamiento crítico en relación con los datos. Se recomienda la implementación y adaptación de esta actividad a otros niveles educativos y contextos, así como su expansión a otras conexiones intra e interdisciplinarias. Además, es importante fortalecer el conocimiento disciplinar de los docentes para que puedan aplicar actividades STEAM efectivamente y reconocer las conexiones pertinentes.

En Turquía, Doğan y Kahraman (2021) realizaron un estudio con el objetivo de investigar el efecto de las prácticas de actividades STEM en la creatividad científica de estudiantes de secundaria. La muestra estuvo conformada por 98 estudiantes de grado octavo, 50 estudiantes del grupo experimental y 48 del grupo control, asignados aleatoriamente de una escuela secundaria estatal durante el año 2018-2019. En el estudio se utilizó un diseño cuasiexperimental de grupo control pretest-posttest y se aplicó el Test de Creatividad Científica, que incluía factores de fluidez, flexibilidad y originalidad.

Los resultados de la investigación indicaron un aumento significativo en los resultados de las pruebas de creatividad científica del grupo experimental en comparación con el grupo control. Las prácticas STEM contribuyeron a mejorar la creatividad científica, así como la fluidez, flexibilidad y originalidad de los estudiantes. Los resultados del estudio se debieron a que los pasos del proceso de diseño de ingeniería se utilizaron, por parte de los estudiantes, en las actividades STEM. Esto resalta la importancia de asociar los escenarios de problemas utilizados en la práctica con situaciones de la vida diaria y de crear soluciones a problemas existentes. El proceso realizado en la intervención animó a los estudiantes a pensar de manera creativa e

investigativa, utilizando su imaginación, lo que condujo a la producción de productos nuevos y originales.

En Indonesia, Rahman et al. (2021) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de describir un perfil válido del desarrollo de material didáctico basado en STEM, analizar las respuestas de los estudiantes al desarrollo de materiales didácticos y analizar la efectividad de los materiales didácticos basados en STEM para examinar las habilidades de pensamiento creativo. El estudio se realizó en la escuela SMA Negeri 9 de la ciudad de Makassar, específicamente en la clase XI MIA 6, con la participación de 32 estudiantes. La investigación siguió un enfoque de investigación y desarrollo (I+D), adaptando el modelo de desarrollo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación). Se emplearon instrumentos para recolectar datos, incluyendo hojas de validación de expertos, cuestionarios de respuesta de los estudiantes y pruebas de habilidades de pensamiento creativo de los estudiantes.

En la investigación, plantearon la elaboración de material didáctico a partir de los resultados obtenidos en el análisis realizado a los estudiantes para determinar sus habilidades de pensamiento creativo, conceptos, metas y competencias básicas. El material elaborado incorpora conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en la enseñanza sobre materiales fluidos estáticos y dinámicos, con el objetivo de lograr como producto resultante el diseño de un prototipo de puente hidráulico y la fabricación de repelentes de mosquitos a partir de materiales reciclados. Los resultados indicaron la practicidad del material didáctico de física basado en prácticas STEM y su eficacia para estimular el pensamiento creativo de los estudiantes.

Izzah et al. (2023) llevaron a cabo un estudio en Indonesia para analizar las diferencias en el dominio de conceptos científicos, habilidades de pensamiento creativo y actitudes ambientales según los niveles de rendimiento de los estudiantes después de implementar el

aprendizaje Etno-STEM. La investigación se desarrolló en la escuela secundaria privada SMP Negeri 2 de Pekalongan, con la participación de 194 estudiantes pertenecientes a seis clases de grado séptimo. Se aplicaron pruebas de instrumentos a tres grupos, pruebas limitadas a un grupo y pruebas para muestras a dos grupos. El estudio adoptó un enfoque cuasiexperimental con un diseño pretest-postest de un grupo, y el muestreo se realizó mediante la técnica de conveniencia.

Se utilizaron instrumentos de prueba para medir el dominio de los conceptos científicos y las habilidades de pensamiento creativo basados en la Taxonomía de Bloom. Un instrumento de pensamiento creativo fue preparado mediante la prueba de habilidades de pensamiento creativo de Torrance. Además, se empleó un instrumento no prueba para medir las actitudes ambientales, adaptado del Inventario de Actitudes Ambientales (EAI) desarrollado por Milfont y Duckitt y los indicadores de Actitudes Ambientales de la Dirección de Estadísticas Ambientales (BPS, 2015). Como resultado, se encontró que el uso de Ethno-STEM como etnociencia mejora el dominio de los conceptos científicos y las habilidades de pensamiento creativo de los estudiantes. Sin embargo, no se hallaron diferencias significativas en las actitudes ambientales de los estudiantes en el análisis previo y posterior a la prueba.

García-Mejía y García-Vera (2020) realizaron una investigación documental con el objetivo de analizar la metodología STEAM como estrategia de aprendizaje en la asignatura de matemática para estudiantes de bachillerato. Utilizaron diversas fuentes documentales en revistas científicas indexadas. Los resultados de la revisión indicaron que uno de los principales problemas es el desánimo y escaso interés por el aprendizaje de matemáticas. Esto sugiere la necesidad de implementar proyectos interdisciplinarios aplicando la metodología STEAM, que proporciona una visión global y real de los conocimientos, logrando una mayor comprensión de la materia. Asimismo, se observó que la aplicación de esta metodología genera un impacto positivo en la institución educativa, involucrando más a la comunidad y a los miembros de la

familia. Además, permite el desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo, la comunicación oral y escrita, y el pensamiento crítico.

En Colombia, Rivera y Costa (2022) realizaron un estudio con el objetivo de analizar las dialécticas que surgen al implementar una Actividad de Estudio e Investigación (AEI) en un curso de grado octavo en la IE Concejo de Medellín, desde el enfoque STEAM, y su relación con la semejanza de polígonos. Se seleccionaron aleatoriamente 32 estudiantes entre los ocho cursos matriculados para grado octavo en la Institución Educativa Concejo de Medellín. Los estudiantes provienen de estratos socioeconómicos 1, 2, 3 y 4, con una edad promedio de 13 años. El estudio adoptó un enfoque cualitativo de tipo descriptivo y observación participante, considerando que la docente investigadora es la misma persona que aplicó la estrategia. Se emplearon instrumentos como la observación de clase, el cuaderno de bitácora y el diario de procesos.

Entre los resultados obtenidos, se destaca el funcionamiento de las dialécticas de la Teoría Antropológica de los Didácticos (TAD) y su relación con las habilidades STEAM. A lo largo del desarrollo de la AEI, los estudiantes se comprometieron con el fomento de habilidades tales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Se observó una clara equivalencia entre las dialécticas de la TAD y las habilidades STEAM, evidenciada a medida que los estudiantes buscaban información, planteaban preguntas, proponían estudios, comunicaban los resultados, tomaban decisiones, realizaban cálculos geométricos necesarios y trabajaban en equipo para entregar un producto de buena calidad.

Los estudios que aplican el enfoque STEAM en diversas áreas, como física, matemáticas, han posibilitado a los estudiantes no sólo comprendan, sino también aplicar una amplia variedad de conceptos. Este enfoque se manifiesta en el desarrollo integral de habilidades fundamentales, tales como la resolución de problemas, el fomento del pensamiento crítico, la motivación, la participación activa y la creatividad. La integración de ciencia, tecnología, arte y matemáticas en

la metodología STEAM proporciona no sólo una comprensión profunda de los conceptos teóricos, sino que también los anima a aplicar estos conocimientos en contextos del mundo real.

Además, el enfoque STEAM despierta la motivación de los estudiantes al involucrarse en actividades emocionantes y contextualmente relevantes. Esto no solo impulsa su participación activa en el proceso educativo, sino que también potencia la curiosidad y creatividad al enfrentar situaciones que requieren soluciones innovadoras. En general, los estudios con enfoque STEAM, no solo amplían el conocimiento disciplinario, sino que también cultivan habilidades que conllevan una actitud participativa entre los estudiantes al abordar desafíos que les rodean.

## **2.2. STEAM desde el Enfoque Sociocultural**

---

El estudio realizado se sustenta en la teoría socioconstructivista, la cual tiene sus inicios en la Teoría constructivista. Esta última busca explicar la naturaleza del conocimiento humano al considerar el aprendizaje como un proceso activo y subjetivo. Se basa en el principio de que a medida que se adquiere nuevo conocimiento, este se incorpora a las experiencias previas y se va modificando de acuerdo a cada experiencia personal (Valdez, 2012).

### **2.2.1 Teoría Sociocconstructivista**

Con el propósito de explicar el pensamiento humano, Vygotsky plantea la teoría sociocultural que destaca la interacción de los factores sociales, los histórico-culturales y los individuales como la clave del desarrollo humano. Se resalta la imposibilidad de separar el aprendizaje y el desarrollo del contexto en que ocurren y de esta manera, la forma en que los estudiantes interactúan con su entorno que incluye personas, objetos e instituciones, influye en la transformación de su pensamiento. En este sentido, la escuela es considerada como una institución que fomenta tanto el proceso de aprendizaje como el desarrollo de la ciudadanía y el

cultivo de una mayor autoconciencia, de su lenguaje y del papel que corresponde a desempeñar en el contexto global (Schunk, 2012).

La teoría de Lev Vygotsky destaca varias ideas fundamentales sobre el desarrollo y el aprendizaje humano. En su enfoque, el papel de la interacción social y cultural es central ya que el conocimiento se construye a través de la interacción con otras personas y la influencia de la cultura. Vygotsky también enfatiza la importancia del lenguaje y los símbolos como herramientas para la comunicación y el pensamiento, y cómo el lenguaje se desarrolla desde las interacciones sociales hasta el pensamiento interno. Una de sus ideas principales es la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), que representa la brecha entre lo que una persona puede hacer de forma independiente y lo que puede lograr con la ayuda de un docente o compañero más experto (Schunk, 2012).

Desde el planteamiento de Vygotsky, el proceso de aprender un concepto científico se entiende como un proceso de mediación entre el individuo y el objeto del conocimiento. Este proceso se lleva a cabo a través del uso de herramientas simbólicas que son productos culturales, y se desarrolla en un contexto social e histórico específico. En este sentido, la cultura influye en la forma en que las personas dan sentido al mundo y, a medida que una persona se desarrolla en un contexto cultural específico, internaliza estas formas de dar sentido. De esta manera, la cultura proporciona a las personas los sistemas simbólicos que les permiten representar la realidad y a través de estos sistemas, interpretar y organizar la información recopilada de sus experiencias en el mundo real (Lerman, 2001).

Según la Teoría Socioconstructivista, la educación, en su carácter social, se basa en la experiencia personal del docente y en el ambiente social como el auténtico elemento facilitador en el proceso educativo. De esta manera el docente como pilar fundamental de la labor pedagógica organiza las diferentes situaciones del medio y las acomoda de manera que se

adecuen y sirvan en el proceso educativo. Se propone el medio social como el conjunto de relaciones humanas, en el que los elementos del medio no son estáticos sino cambiantes, de manera que conlleva a un papel del maestro activo que permite modelar, trozar y tallar los elementos del medio para que se conlleve a los objetivos que se desee. En este sentido se considera que el proceso educativo trilateralmente activo, donde el alumno, el maestro y el medio que existe entre ellos, son activos, dando paso a una educación que se planifica y con objetivos claros en los procesos (Vygotsky, 2001).

Vygotsky a partir de las ideas de psicólogos y educadores como Diesterweg y Dewey, sostiene que la interacción social, la colaboración entre el niño y el adulto, así como la cooperación entre los propios niños, son las formas de adquirir los valores culturales. En este proceso, cada interacción implica una ayuda mutua, donde cada niño contribuye de acuerdo con su nivel y las funciones del niño y el adulto se complementan de manera colaborativa. Se debe tener en cuenta que la experiencia, del docente y del estudiante son diferentes, pero se genera una colaboración real, en la cual el docente al utilizar las posibilidades del medio social en el que vive el niño, lo dirige y guía con el propósito de fomentar su desarrollo posterior. De esta manera se propone que el maestro sólo puede educar y enseñar intencionalmente a los niños por medio de la colaboración mutua con ellos y su medio social, con sus deseos y disposición de actuar junto con el maestro (V. Davydov & Kerr, 1995).

El trabajo del docente se caracteriza por tener un carácter profundamente creativo, ya que debe conocer la psicología del niño, la dinámica de su entorno y la identificación de las posibilidades de su propia actividad pedagógica para utilizarlas adecuadamente de manera que permitan elevar a un nuevo nivel la actividad, la conciencia y la personalidad de los estudiantes (V. Davydov & Kerr, 1995). Además, el docente debe asegurar de que su proceso de enseñanza promueva el avance y evolución de los distintos procesos ubicados en la Zona de Desarrollo Próximo. Esta zona hace referencia al conjunto de procesos de desarrollo que, inicialmente, el

estudiante puede llevar a cabo con la ayuda de adultos y compañeros, y que posteriormente podrá realizar de manera independiente (V. Davydov & Kerr, 1995).

La teoría socioconstructivista constituye una oportunidad valiosa para respaldar estudios desde diversas áreas del conocimiento que se centran en el contexto como medio para motivar el aprendizaje de los estudiantes. En particular, brinda un enfoque enriquecedor para abordar la enseñanza de las matemáticas desde una perspectiva social que destaca:

- La interacción social y la colaboración como elementos fundamentales para la construcción activa del conocimiento.
- El contexto como el entorno social y cultural en el que se lleva a cabo el proceso de aprendizaje. Incluye las interacciones sociales, las prácticas culturales y la influencia del entorno más amplio.
- El papel esencial del maestro como facilitador del aprendizaje, quien asume la responsabilidad de crear entornos de aprendizaje enriquecedores y estimulantes, fomentando la participación activa, la colaboración y la construcción conjunta del conocimiento por parte de los estudiantes.

### ***2.2.2 La Cultura en el Enfoque Sociocultural***

Las representaciones sociales, entendidas como aquellas formas de pensamiento compartidos por un grupo social específico que responde a su realidad social y física, constituyen conjuntos cognitivos. La percepción colectiva de un objeto específico se basa en opiniones consensuales. Estas representaciones, que refleja las interacciones entre las personas y su entorno, facilitan la adaptación de los individuos a contextos culturales y permiten a los grupos ajustarse a nuevas condiciones históricas, sociales y físicas (Navarro, 2013).

En este sentido, el entorno, que hace referencia al componente físico y material de la existencia y la relación de las personas con él, está condicionado por las normas, valores, creencias y prácticas. Las experiencias sociales brindadas por el entorno definen las experiencias vividas relacionadas con el recurso, sentimientos y sensaciones. Se destaca que el lugar donde se encuentra una persona contribuye a definir su identidad (Navarro, 2013).

En cada entorno, el conocimiento que se adquiere del mundo es moldeado por la cultura y se desarrolla en concordancia al crecimiento y la diversidad que abarca aspectos como clase, etnia, color y religión. Los contenidos del conocimiento y los diversos aprendizajes, como el uso de herramientas, son específicos de la cultura y reflejan las perspectivas del mundo. De esta manera, las interacciones humanas y el proceso de aprendizaje se manifiestan como un proceso creativo impulsado por la cultura (Lerman, 2001).

La cultura, que organiza y estructura el mundo, se integra en la persona por medio de símbolos y representaciones que facilitan el entendimiento e interpretación de los datos obtenidos de la experiencia real en el mundo. Desde esta perspectiva, el proceso de aprendizaje no solo implica adquirir conocimientos teóricos, sino también implica profundizar en las formas de actuar y comprender que constituyen parte de las actividades sociales en una comunidad cultural específica (Lerman, 2001).

El uso de herramientas culturales y simbólicas permite las interacciones entre las personas y el mundo. El lenguaje, en sus diversas formas de expresión y comunicación, depende de la cultura y el tiempo, siendo fundamental para que un individuo se convierta en un ser humano. Cada persona es única y responde de manera diferente a cualquier situación, ya que es el resultado de una variedad de comunidades, prácticas culturales sociohistóricas, la constitución genética y ubicación sociocultural. En este sentido, es esencial tener en cuenta que estas

prácticas sociales, herramientas culturales y físicas median en el aprendizaje, con especial atención a aquellas que ocurren dentro del aula (Lerman, 2001).

La dimensión ambiental se contempla como aquella que abarca tanto el entorno físico como el social, incluyendo las interrelaciones entre las personas. Se reconoce que el medio ambiente no es un espacio estático, sino que hace referencia a la historia del lugar, vinculada a la historia de los individuos y grupos que lo habitan, proporcionando información sobre sus expectativas, valores e intereses. Se debe tener en cuenta que el entorno influye sobre la experiencia humana, al mismo tiempo que esta última afecta dichos espacios. Estas consideraciones pueden dar lugar a problemas ambientales, también llamados problemas de la humanidad, derivados de diferentes comportamientos individuales (Navarro, 2013).

En conclusión, las representaciones sociales, al ser expresiones de pensamiento compartido dentro de un grupo, reflejan la interacción constante de los individuos con su entorno físico y social, facilitando su adaptación a nuevas condiciones históricas, sociales y culturales. Tanto el aprendizaje como la adquisición de conocimientos, ya sea en el aula o en la vida cotidiana, se encuentran mediados por herramientas culturales y físicas, lo que evidencia la interconexión entre el individuo, la comunidad y el entorno en la construcción de significados y saberes. Por ello, resulta fundamental comprender el contexto de los estudiantes, ya que influyen en sus concepciones e ideas, en particular, sobre el medio ambiente y el cuidado por los recursos naturales. En este sentido, la estrategia STEAM retoma aspectos clave de este contexto, vinculados a la promoción de actitudes proambientales y generando cambios positivos no solo en la percepción de las matemáticas, sino también en el compromiso de los estudiantes y sus familias hacia la protección ambiental.

### **2.2.3 Educación Matemática Desde el Enfoque Sociocultural**

El aprendizaje de las matemáticas puede ser abordado desde diversas perspectivas. En este trabajo, se adopta un enfoque socioconstructivista, que implica proporcionar a los estudiantes actividades que involucren procesos individuales, interacciones y negociaciones tanto entre los estudiantes como entre ellos y el profesor. Considerando que esta teoría contribuye a una educación más humanista, comprometida con el desarrollo integral del ser humano y su entorno, se incorpora en este enfoque la matemática social, el cual apoya el desarrollo integral del estudiante mediante la construcción de conocimientos integrados, habilidades sociales, actitudes reflexivas y valores éticos de respeto, responsabilidad y cuidado del medio ambiente (Camarena, 2014). Esta perspectiva en la enseñanza de las matemáticas se posiciona como una herramienta que facilita la conexión con los problemas que se presentan en un contexto cercano a los estudiantes (Thompson, 2006).

Para Lave, las matemáticas no deben considerarse como una tarea matemática abstracta, sino como algo profundamente ligado a las actividades y sistemas de significado socialmente organizados dentro de una comunidad (Lerman, 2001). En esta perspectiva, el aula de matemáticas se presenta como un espacio de acción social que facilita la interacción entre profesores y estudiantes. En este entorno, los procesos de aprendizaje de las matemáticas se construyen y negocian en este espacio y con la participación activa de estas personas.

Desde este enfoque, la educación matemática, según Valero (2002), no se limita a la adquisición de conocimientos matemáticos, sino que también contribuye al fortalecimiento de la democracia. Este impacto positivo se logra al reconocer a los individuos como seres sociales y políticos que interactúan, adoptan posiciones y actúan basándose en sus ideas. Este compromiso social contribuye a la búsqueda del bienestar social. Además, Skovsmose (Valero & Skovsmose, 2012) plantea que la matemática crítica se preocupa por el desarrollo de una educación

matemática que sustenta la democracia, considerando que la microsociedad del salón de clases de matemáticas aplica procesos democráticos. En este sentido, las matemáticas no deben ser percibidas simplemente como una materia que se enseña y se aprende, sino como un tema que requiere reflexión, ya que constituyen una parte central de nuestra cultura, abarcando estructuras tecnológicas, militares, económicas y políticas.

En este contexto, Callejo (2000) sostiene que la matemática, como ciencia, puede ser considerada una poderosa herramienta para analizar, comprender e interpretar la realidad, así como para identificar problemas y proponer soluciones. De esta manera, la matemática facilita la comprensión de los modelos normativos en situaciones sociales, así como de los modelos explicativos de los fenómenos naturales. Además, proporciona estrategias de pensamiento que ayudan a identificar y resolver problemas.

En el enfoque sociocultural de la educación matemática, se prioriza la interacción social, la construcción activa del conocimiento y la consideración del contexto cultural como elementos cruciales en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Se resalta que el aprendizaje de las matemáticas es inherentemente social, donde la cultura y el entorno social influyen significativamente en cómo los estudiantes comprenden y aplican los conceptos matemáticos. Además, se enfatiza la importancia de la integración de problemas matemáticos pertinentes para la vida cotidiana y la cultura de los estudiantes. Estos problemas actúan como puentes que conectan los conceptos matemáticos con situaciones del mundo real, evidenciando la utilidad y aplicabilidad práctica de lo que están aprendiendo. Al generar la necesidad en los estudiantes de aplicar sus conocimientos de manera reflexiva y fundamentada, así como de tomar decisiones informadas, se fomenta el pensamiento crítico. Estas habilidades son esenciales para que los estudiantes aborden con éxito los desafíos de la vida en diversos contextos.

El enfoque STEAM, especialmente en el área de matemáticas, encuentra un soporte ideal en el socioconstructivismo, ya que comparte la premisa de que el conocimiento se construye a través de la colaboración y de la participación en contextos significativos. Este enfoque promueve un aprendizaje contextualizado y la resolución de problemas auténticos, motivando a los estudiantes a aplicar conceptos matemáticos y científicos en situaciones relevantes que conllevan a un aprendizaje significativo y culturalmente relevante. Además, el socioconstructivismo destaca la apropiación cultural del conocimiento mediante prácticas y herramientas compartidas, permitiendo que el aprendizaje se transforme en un proceso de enriquecimiento personal y colectivo. El énfasis en la colaboración en el enfoque STEAM crea un espacio de trabajo en el que los estudiantes desarrollan habilidades sociales, intercambian ideas y construyen soluciones conjuntas, reforzando competencias como el trabajo en equipo y la comunicación, indispensables para lograr un aprendizaje enriquecedor y efectivo.

Por lo tanto, el enfoque sociocultural se considera adecuado para sustentar este estudio, ya que las actividades propuestas en el enfoque STEAM fomentan una constante interacción social. En este contexto, los estudiantes se ven influenciados por su entorno y las diversas situaciones que lo caracterizan, lo cual resulta fundamental para la toma de decisiones y el desarrollo de posturas críticas en torno al cuidado y protección del medio ambiente, especialmente en el contexto particular de esta investigación. De este modo, los estudiantes comienzan a percibir las matemáticas no solo como una disciplina abstracta, sino como una herramienta práctica para identificar y proponer soluciones a problemas sociales y ambientales.

### **2.3. Análisis Conceptual de las Actitudes Hacia las Matemáticas**

---

El término actitud es uno de los principales constructos estudiados en psicología social y ha dado lugar a una gran variedad de definiciones. Azjen propone una conceptualización

aceptada y entendida como un juicio evaluativo de dimensiones de atributos de un objeto psicológico particular, mientras que Eagly y Chaiken (1993) la manifiesta como una tendencia psicológica que se expresa evaluando una entidad particular con cierto grado de favor o desfavor (T. Milfont, 2007). McLeod (1992) hace referencia a las actitudes como las respuestas afectivas que implica sentimiento positivos o negativos de intensidad moderada y estabilidad razonable.

Las actitudes corresponden a un fenómeno mental que no es observable directamente desde fuera del sujeto. Por lo tanto, las actitudes se pueden inferir a partir de elementos como los componentes de una actitud. Desde la concepción tripartita de las actitudes, estas constan de tres componentes: cognitivo, afectivo y conductual. El componente cognitivo corresponde a los pensamientos y creencias de la persona acerca del objeto de actitud; el componente afectivo, agrupa sentimientos y emociones asociados al objeto de actitud; y el componente conductual, recoge las intenciones o disposiciones a la acción y los comportamientos dirigidos hacia el objeto de actitud.

Aunque algunas actitudes pueden estar influenciadas por aspecto genéticos, la mayoría de ellas se derivan del aprendizaje y el desarrollo social, adquiriendo por condicionamiento instrumental (a través de premios y castigos recibidos por la conducta), por modelado o imitación de otros, o por refuerzo vicario u observación de las consecuencias de la conducta de otros (Briñol et al., 2007). Para analizar las actitudes, es necesario considerar en el que se manifiestan y se desarrollan. Las actitudes, al igual que las tradiciones, desempeñan un papel fundamental en la comprensión y explicación de la cultura dentro del aula. Estas actitudes pueden ser duraderas, compartidas por grupos de personas, y transmitidas de generación en generación, lo que resalta su importancia en la dinámica educativa y social (Myers, 2003).

Es necesario tener en cuenta los procesos por medio de los cuales se forman las actitudes, organizados según los componentes mencionados: cognitivo, afectivo y conductual.

Para las actitudes basadas en el componente cognitivo, se consideran los pensamientos o creencias que se tienen o se han desarrollado sobre el objeto de la actitud. En las actitudes basadas en el componente conductual, se evidencia que la forma en que una persona se comporta afecta sus actitudes (Briñol et al., 2007). Se tiene en cuenta el componente cognoscitivo, que hace referencia al conocimiento que se tiene del suceso o fenómeno a observar. De esta manera, es necesario que el sujeto presente una representación cognitiva del objeto, ya sea errónea o acertada.

El estudio de las relaciones entre los afectos y las matemáticas, iniciado por McLeod (1988), marcó el comienzo de investigaciones que anteriormente priorizaron lo racional y cognitivo. A partir de ese momento, se dio mayor importancia a las emociones y los sentimientos en ámbito matemáticos, considerándolos factores clave en la investigación del dominio afectivo, que incluye actitudes, creencias y emociones. Estos factores permiten describir una amplia gama de respuestas afectivas hacia las matemáticas, teniendo en cuenta que las creencias y actitudes tienden a ser relativamente estables, mientras que las emociones pueden cambiar rápidamente (McLeod, 1992). Las creencias, en su mayoría de naturaleza cognitiva, se desarrollan a lo largo de un periodo de tiempo más prolongado. En cambio, las emociones suelen implicar una evaluación limitada y pueden aparecer y desaparecer con rapidez (McLeod, 1992).

Las actitudes hacia las matemáticas están relacionadas con la valoración, el aprecio y el disfrute de esta disciplina, predominando el aspecto afectivo sobre el cognitivo. En contraste, las actitudes matemáticas se refieren a la manera en que se utilizan las capacidades en el quehacer matemático, lo que está más vinculado con el ámbito cognitivo que con el afectivo (Palacios et al., 2014). Las actitudes hacia las matemáticas pueden desarrollarse de dos maneras. A través de la automatización de una reacción emocional repetida hacia esta disciplina, o mediante la transferencia de una actitud previamente existente a una nueva tarea relacionada (McLeod, 1992).

En el presente estudio, se considera “las actitudes hacia las matemáticas como la predisposición aprendida de los estudiantes a responder de manera positiva o negativa a las matemáticas, lo que determina su intención e influye en el comportamiento ante la materia” (Pérez-Tyteca et al., 2011, p. 2). La percepción de dificultad, el rechazo, o el aprecio hacia las matemáticas son ejemplos de actitudes que funcionan como predisposiciones evaluativas, influenciando la manera en que una persona percibe y responde ante esta materia (Cardoso, 2012). Factores y constructos como el agrado, la ansiedad, la utilidad, la motivación y la confianza son fundamentales para analizar desde el inicio del proceso de enseñanza aprendizaje, dado que influyen significativamente en la actitud hacia las matemáticas (Flores, 2019).

La ansiedad, una condición común en todos los niveles educativos, se presenta frecuentemente en personas con problemas de aprendizaje. Se ha considerado como un temor hacia las matemáticas que interfiere con la manipulación de números y la resolución de problemas matemáticos en diversas situaciones de la vida cotidiana y académica. Identificar y comprender la ansiedad matemática, así como encontrar maneras de evitarla o reducirla, son aspectos cruciales para lograr un aprendizaje eficaz en matemáticas. En la enseñanza de las matemáticas, la ansiedad es un factor que dificulta el rendimiento y el aprendizaje, lo que puede llevar a evitar o rechazar la materia y desarrollar una actitud negativa hacia ella (Gresham, 2010).

La motivación, por su parte, se refiere al conjunto de habilidades, capacidades y comportamientos que las personas adoptan tanto interna como externamente para estimular su disposición y emociones frente a la resolución de problemas en contextos diversos (Flores, 2019). La motivación intrínseca promueve la rápida resolución de problemas, facilita la transferencia de buenas prácticas y fomenta el desarrollo de habilidades profesionales. Por otro lado, la motivación extrínseca se utiliza como un medio para alcanzar otros objetivos, donde el aprendizaje es secundario, no permanente, y no siempre garantizado. Sin embargo, lo relevante de este tipo de motivación es su utilidad, ya que impulsa a los estudiantes a abordar problemas más complejos,

con mayor lógica y coherencia en el uso de estrategias de resolución. Además, este tipo de motivación orienta a los estudiantes a concentrarse tanto en el aprendizaje como en el desarrollo de las habilidades necesarias para resolver problemas, prestando mayor atención al proceso que a la respuesta final (Flores, 2019).

El agrado hacia las matemáticas se refiere al gusto, disfrute o satisfacción que perciben los estudiantes al trabajar y estudiar con la matemática (Palacios et al., 2014). Es un sentimiento de disfrute, felicidad, y comportamiento que surge al usar sus habilidades para resolver problemas en contextos multiculturales (Flores, 2019).

La confianza en el aprendizaje de las matemáticas se entiende como la creencia que tienen los estudiantes sobre su propia competencia en esta materia (McLeod, 1992). Cuando los estudiantes confían en su capacidad para tener éxito en una tarea, suelen aceptar los desafíos y esforzarse para lograrlos, independientemente de sus objetivos. Por el contrario, si dudan de su habilidad, sus metas se ven afectadas, lo que influye en su motivación y comportamiento (F. García & Doménech, 2002). La confianza, entonces, contribuye al éxito y bienestar, facilitando la capacidad de resolver problemas al reconocer y adaptarse al contexto multicultural (Flores, 2019).

La utilidad de las matemáticas es el valor que los estudiantes perciben en esta asignatura y su relevancia para su futura vida profesional (Cardoso, 2012). Este valor se expresa en la resolución de problemas a través de creencias, sentimientos y capacidades, moldeados por su entorno multicultural (Flores, 2019).

Las actitudes hacia las matemáticas desempeñan un papel importante en el rendimiento académico de los estudiantes, lo que hace necesario prestar atención a los factores que la configuran, como el agrado, la ansiedad, la utilidad, la motivación y la confianza. Estos elementos permiten evaluar y comprender cómo los estudiantes perciben y se relacionan con esta disciplina, facilitando así la identificación de sus actitudes. Al integrar estos factores en el diseño de la

estrategia STEAM, se busca fomentar una experiencia de aprendizaje más positiva y efectiva. Esto contribuirá a fortalecer la disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje matemático, incentivando su interés y reduciendo posibles barreras emocionales o de autoconfianza en el proceso educativo.

### **2.3.1 Medición de las Actitudes Hacia las Matemáticas**

La medida de las actitudes hacia las matemáticas es un área de gran relevancia dentro del dominio afectivo matemático, dada la diversidad de investigaciones y la amplitud de sus relaciones. A lo largo del tiempo, han surgido diversos intentos por medir estas actitudes, lo que ha dado lugar a la creación de los primeros instrumentos específicos para ello. Aiken y Dreger (1961) fueron pioneros en el diseño de cuestionarios para este propósito, desarrollando un instrumento compuesto por 20 ítems que incluía dos subescalas: agrado y miedo hacia las matemáticas. Posteriormente ampliaron su escala para incluir las subescalas de valor y disfrute de las matemáticas. En 1979, Aiken revisó su instrumento y lo extendió a cuatro subescalas: gusto por las matemáticas, motivación matemática, valor-utilidad de las matemáticas y miedo a las matemáticas.

Por su parte, Fennema y Sherman (1976) presentaron uno de los instrumentos más influyentes en este campo, que destaca las diferencia entre hombres y mujeres en sus actitudes hacia las matemáticas, así como la relación entre estas actitudes y el rendimiento académico. Años después, Tapia y Marsh (2004) diseñaron el “Inventario de Actitudes hacia las Matemáticas”, compuesto por 49 ítems y uno de los más utilizados en la actualidad. Este instrumento mide seis factores: confianza-autoconcepto, ansiedad, utilidad-valor de las matemáticas, gusto por las matemáticas, motivación y expectativa de los padres y profesores. En el contexto de la lengua española, Gairín (1990) fue pionero al proponer un instrumento de 22 ítems, basado en tres dimensiones: gusto, utilidad y confianza-ansiedad. Más adelante,

Auzmendi (1992) presentó la escala más citada en español, que consta de 25 ítems y cinco factores: ansiedad-temor, agrado-gusto, utilidad, motivación y confianza (Ursini & Sánchez, 2019).

## **2.4. Análisis Conceptual de STEAM**

---

La necesidad de mejorar los logros en la educación estadounidense relacionada con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas ha llevado al planteamiento de diversas reformas educativas masivas en los últimos años, con un enfoque STEM. Estas reformas han contribuido al desarrollo de habilidades que los individuos del siglo XXI deben adquirir, como la creatividad, el pensamiento crítico, la investigación, la resolución de problemas y la colaboración. Al mismo tiempo, buscan que los individuos sean competitivos en la economía global y contribuyan al crecimiento del país, situación que ha sido adoptada por educadores e industriales europeos de STEM (T. Kelley & Knowles, 2016; Uğraş, 2018).

A pesar de las orientaciones proporcionadas, el diseño de unidades curriculares STEM que faciliten el aprendizaje en profundidad es un desafío, que puede enfrentarse mediante un marco de seis componentes basados en el uso de un continuo de grandes ideas STEM (Chalmers et al., 2017). El objetivo de la educación STEM es avanzar hacia ideas clave que, en conjunto, permitan la comprensión de eventos y fenómenos relevantes para la vida de los estudiantes durante y después de sus años escolares. La inclusión significativa de las grandes ideas de una disciplina STEM promueve la ampliación de los conocimientos de una disciplina, una mayor comprensión conceptual, interés y la motivación de los estudiantes, Igualmente, fomenta el desarrollo de habilidades que permiten tomar decisiones y resolver problemas de manera eficiente (Chalmers et al., 2017).

Las distintas definiciones asociadas a este enfoque educativo destacan la búsqueda de soluciones para problemas del mundo real y el uso del conocimiento científico en las áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Según Lantz (2009), STEM se define como un enfoque de aprendizaje interdisciplinario que conecta situaciones de la vida real con disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (Uğraş, 2018). Sanders (2009) plantea que la Educación STEM integradora implica enfoques que exploran la enseñanza y el aprendizaje entre dos o más áreas temáticas STEM, sin separarse de los contextos sociales y estéticos. Por su parte, Kelley y Knowles (2016) argumentan que la educación STEM integrada es un enfoque para enseñar el contenido STEM de dos o más dominios STEM, sujeto a prácticas STEM dentro de un contexto auténtico con el propósito de conectar estas materias para mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

La educación STEM integradora se fundamenta en aspectos tales como que el aprendizaje es un proceso constructivo donde la integración social es fundamental para el desarrollo cognitivo. El trabajo en grupo proporciona un entorno sólido que permite la integración social esencial para el proceso de aprendizaje (Sanders, 2009). Este enfoque integrado busca localizar las conexiones entre materias STEM y proporcionar un contexto relevante para aprender el contenido, el cual, junto con el conocimiento, las estrategias y la experiencia, son contextuales. Al incorporar prácticas STEM que incluya el análisis matemático necesario para dar soluciones, es posible brindar experiencias que conlleven a que los estudiantes aprendan matemáticas y perciban las conexiones entre lo que se aprende en la escuela con lo que se requiere en habilidades profesionales (T. Kelley & Knowles, 2016).

Kennedy y Odell (2014) manifiestan que la educación STEM se ha convertido en una metadisciplina, la cual permite integrar las barreras tradicionales entre materias, fomentando la innovación y el proceso aplicado de diseñar soluciones a problemas contextuales. Actualmente, se presenta ambigüedad en torno a la implementación efectiva de la educación STEM, de manera

que se lleven a cabo proyectos innovadores y emocionantes que permitan abordar temas desconectados (T. Kelley & Knowles, 2016).

Este enfoque STEAM representa una evolución significativa en la educación al integrar las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas de manera interdisciplinaria. Facilita el fomento de la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, enriqueciendo así el proceso educativo y preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI. Este modelo busca formar individuos que contribuyan de manera significativa a la sociedad y al mundo en general.

## **2.5. Interdisciplinariedad**

---

Es común que los estudiantes perciban las divisiones arbitrarias entre materias como lenguaje, matemáticas, ciencias sociales, ciencias naturales, arte y música, lo que lleva a entender estas áreas temáticas como cuerpos separados de conocimiento con escasa relación entre sí. La interdisciplinariedad, por el contrario, se refiere a la integración de conocimientos y métodos de diversas disciplinas para abordar problemas de manera conjunta (H. Jacobs, 1989). Esta perspectiva del conocimiento no se centra en las fronteras entre áreas, sino en sus conexiones, proporcionando experiencias curriculares más relevantes, coherentes y estimulantes para los estudiantes. Cuando se diseñan actividades adecuadas, los estudiantes pueden romper con la visión fragmentada del conocimiento y comenzar a adoptar una diversidad de perspectivas que les servirán en el mundo real (H. Jacobs, 1989).

Edgar Morín, filósofo de la educación, ha planteado la necesidad de una reforma del pensamiento para superar la fragmentación del conocimiento y enfrentar los desafíos de la complejidad. Según Morín, la cultura actual está dividida entre la cultura humanista, que reflexiona sobre los problemas humanos fundamentales y promueve la integración de los saberes, y la cultura científico-técnica, que produce descubrimientos sin cuestionar su impacto en el destino

humano. Morín resalta la importancia de la interdisciplinariedad como respuesta a este desafío, proponiendo un enfoque pedagógico que fomente la colaboración entre docentes de distintas disciplinas y niveles educativos. Esta colaboración permite abordar de manera más eficaz problemas complejos, tanto en la investigación como en la enseñanza cotidiana. Además, plantea la necesidad de una formación que capacite a los individuos para organizar el conocimiento de manera que integre ambas culturas y enfrente los retos de la globalidad y la complejidad. En su visión, el conocimiento no solo se acumula, sino que también se organiza mediante la interconexión y la separación, lo que conduce a un proceso circular de análisis, síntesis y ruptura, esencial para el aprendizaje (Capone, 2022).

Las matemáticas interdisciplinarias involucran la integración de las matemáticas con otros campos del conocimiento para la resolución de problemas y la investigación. Estos conocimientos, generalmente, se encuentran fuera del ámbito matemático y pueden provenir de una o más disciplinas diferentes, o de saberes extramatemáticos y cotidianos. La necesidad de relacionar las matemáticas con otras disciplinas surge cuando ambas interactúan dentro de una solución a un problema, donde dichas disciplinas proporcionan herramientas clave para alcanzar una solución (Doig & Willams, 2019).

La actividad matemática como disciplina puede abordarse de dos maneras, dependiendo de si se considera como un instrumento de trabajo o como el objeto en sí. Por un lado, se puede entender como una herramienta utilizada en diversas disciplinas, es decir, un uso instrumental de las matemáticas que proporciona recursos para realizar ciertas acciones, pero sin ser el objetivo final. Esto sucede, por ejemplo, cuando el conocimiento matemático beneficia a otras áreas de estudio o se aplica en tareas específicas. Por otro lado, la actividad matemática también puede ser el objeto mismo de la actividad, como cuando se trata de demostrar un teorema, en cuyo caso la disciplina y su producto son puramente matemáticos (Doig & Willams, 2019).

La interdisciplinariedad en la educación matemática propone integrar diversas disciplinas para mejorar el aprendizaje de las matemáticas. Este enfoque busca estimular la imaginación y el pensamiento divergente, fomentando que los estudiantes generen múltiples soluciones creativas a problemas. La interdisciplinariedad no solo promueve el diálogo entre disciplinas, sino que también ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades metacognitivas y a aplicar conocimientos de forma flexible. Asimismo, es fundamental integrar el pensamiento y el lenguaje, ya que el lenguaje matemático puede abordarse desde diversas formas de representación y comunicación. Este enfoque multidimensional permite superar la fragmentación del conocimiento y proyecta una enseñanza más colaborativa, que no solo enriquece la educación matemática, sino también las competencias ciudadanas y el pensamiento crítico de los estudiantes (Capone, 2022).

## **2.6 Análisis Normativo y Legal**

---

En el contexto educativo colombiano, el análisis normativo y legal es fundamental para evaluar la implementación de estrategias pedagógicas, como el enfoque STEAM, destinadas a fomentar un cambio de actitud hacia las matemáticas. La Ley General de Educación (Ley 115 de 1994) (Congreso de la República de Colombia, 1994) establece los principios y fines de la educación en Colombia, subrayando la importancia del desarrollo integral de los estudiantes y su capacidad para resolver problemas en diversos contextos. Además, los Lineamientos Curriculares de Matemáticas (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 1998) y los Estándares Curriculares (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2006) emitidos por el Ministerio de Educación Nacional, destacan la necesidad de promover competencias matemáticas que trascienden el ámbito académico y se apliquen en la vida cotidiana.

El enfoque STEAM, al integrar la ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, se alinea con las metas de la política educativa nacional, que busca fomentar el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas. En este marco legal, la estrategia STEAM (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2022) ofrece una vía innovadora para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, respondiendo a los desafíos planteados por la normatividad vigente, y promoviendo una actitud más positiva y participativa hacia esta disciplina clave en la formación de ciudadanos competentes y activos en una sociedad democrática.

En conclusión, la revisión de la literatura y la normatividad sobre la actitud hacia las matemáticas y el enfoque STEAM presentada en este capítulo destaca la necesidad de desarrollar e implementar estrategias que fortalezcan las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas. Estas estrategias deben centrarse en diseñar actividades que fomenten la motivación y resalten la utilidad y relevancia de las matemáticas en el contexto cotidiano y profesional. De esta manera, se busca no solo cambiar la percepción de los estudiantes, sino también fortalecer su compromiso y disposición para aprender matemáticas de manera más activa y significativa.

## **CAPÍTULO III MÉTODO**

La investigación presentada en esta tesis pretende generar un cambio positivo en la actitud hacia las matemáticas de los estudiantes de grado octavo de la I. E. M. Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá, mediante la aplicación de una estrategia STEAM. Para abordar el estudio se lleva a cabo un diseño metodológico cuasiexperimental.

En este capítulo se presentan secciones que abordan aspectos metodológicos clave, como los objetivos que guían la investigación, brindando una visión clara de los propósitos perseguidos. Además, se proporciona una descripción detallada de los participantes involucrados y el contexto de aplicación, a fin de contextualizar adecuadamente el estudio. Se presentan las técnicas e instrumentos de medición utilizados para recolectar información en distintas etapas, identificando las actitudes iniciales hacia las matemáticas como aquellas que surgieron posteriores a la aplicación de las actividades STEAM. El procedimiento de trabajo de campo se describe de manera detallada, abordando aspectos del diseño y el alcance del estudio. Finalmente, se ofrece una visión general de los métodos estadísticos utilizados en el análisis de datos.

### **3.1. Objetivo**

---

Para llevar a cabo esta investigación, se ha definido un objetivo general centrado en la pregunta general de la investigación y tres objetivos específicos a partir de los cuales se pretende dar solución a la problemática identificada.

#### **3.1.1 General**

Evaluar el impacto de una estrategia STEAM para propiciar un cambio de actitud hacia las matemáticas en estudiantes de grado octavo de la I. E. M. Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá.

### **3.1.2 Específicos**

- Medir la actitud hacia las matemáticas en dos grupos de estudiantes de grado octavo de la I. E. M. Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá, uno de los cuales recibe la implementación de la estrategia STEAM (grupo experimental) y el otro no (grupo control), antes y después de la implementación.
- Comparar la medida de actitud hacia las matemáticas entre los resultados de la prueba pretest y postest dentro del grupo control y del grupo experimental (comparación intragrupos).
- Comparar la medida de actitud hacia las matemáticas entre los resultados de la prueba pretest y postest entre el grupo control y el experimental (comparación entregrupos).

### **3.2. Participantes**

---

Esta investigación se centra en las actitudes hacia las matemáticas que manifiestan los estudiantes de grado octavo de la I. E. M. Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá. A continuación, se presenta una contextualización que incluye características del municipio de Fusagasugá, las cuales serán insumo para contextualizar la estrategia STEAM. Además, se describe la muestra de los estudiantes participantes.

#### **3.2.1 Contextualización**

La Institución Educativa Municipal Técnico Industrial está ubicada en Fusagasugá, Cundinamarca, uno de los 116 municipios de este departamento, situado en la región central de Colombia. Fusagasugá se clasifica como el tercer municipio con mayor población del departamento, con 165.146 habitantes. Se encuentra a 59 km al sur occidente de Bogotá, en una

meseta delimitada por los ríos Cuja y Chocho, el cerro de Fusacatán y el cerro de Quininí, conformando el denominado valle de los Sutagaos y la altiplanicie de Chinauta. La economía de Fusagasugá se basa principalmente en la agricultura, especialmente en el cultivo de plantas ornamentales, lo que le otorga el título de “Ciudad Jardín”. También sobresale en la producción de café, frutas y hortalizas, así como en la industria turística.

Describir este contexto económico de la región ayuda a entender el impacto que pueden tener metodologías como STEAM en la enseñanza. La integración de STEAM en el plan de estudios de la Institución Educativa Municipal Técnico Industrial permitiría preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos y aprovechar diversas oportunidades del entorno económico local. En particular, la ciencia y tecnología contribuirían a mejorar las técnicas agrícolas, y áreas como ingeniería impulsarían el desarrollo sostenible de Fusagasugá.

El turismo, como actividad económica, consume una gran cantidad de recursos hídricos y eléctricos. En este sentido, Fusagasugá, debido a su ubicación geográfica, obtiene su suministro principalmente de los ríos Barroblanco y Cuja, así como de los humedales de la vereda San Rafael, gestionado por la empresa EMSERFUSA, que garantiza la salubridad en la zona urbana. Sin embargo, en el sector rural no hay políticas que faciliten el acceso al agua potable. Durante fenómenos como El Niño, que afectan a la región y al país, se observa escasez de agua que conduce al racionamiento del suministro y alertas de racionamiento energético, ya que gran parte de la producción de energía del país proviene de recursos hídricos.

### **3.2.2 Muestra**

La Institución Educativa Municipal Técnico Industrial es de carácter oficial y mixto, con jornadas tanto en la mañana como en la tarde. Tiene sedes en el sector urbano llamadas sede

principal y sede General Santander, así como una sede en el sector rural denominada sede Los Sauces, esta última con jornada exclusiva en la mañana.

Para el año 2024, la institución alberga a 2922 estudiantes y cuenta con 97 docentes, 2 coordinadores académicos y 3 coordinadores convivenciales distribuidos en las diferentes sedes y jornadas. Los estudiantes se forman bajo la modalidad del Bachillerato Técnico Industrial, con las especialidades en las áreas de electrónica, corte y confección, diseño digital e inglés. En cuanto a la distribución de estudiantes, 850 pertenecen a la jornada mañana y 657 a la jornada tarde, abarcando niveles de educación básica secundaria y media técnica. En el grado octavo, hay un total de 120 estudiantes distribuidos en cuatro grupos. Para la realización del estudio, se seleccionaron dos de estos grupos de la jornada tarde, basándose en la conveniencia y disponibilidad para aplicar los diversos instrumentos. El grupo control está conformado por 24 estudiantes, mientras que el grupo experimental está compuesto por 30 estudiantes. Esta selección se llevó a cabo con el objetivo de garantizar la viabilidad de la investigación y la correcta aplicación de los instrumentos de medición en ambos grupos.

### **3.3. Escenario**

---

El estudio se llevó a cabo en la Institución Educativa Municipal Técnico Industrial, específicamente en la sede principal en el nivel de básica secundaria, durante la jornada de la tarde. Se utilizaron diversos espacios físicos de la institución, incluyendo el aula de matemáticas, el aula de informática y zonas comunes. El estudio se desarrolló desde la asignatura de matemáticas, la cual cuenta con una intensidad horaria de 5 horas semanales, de las cuales 1 hora se destina a abordar la estadística y la geometría. Se contó con el aula de informática y colaboración de su docente para la aplicación del cuestionario pre-test y pos-test, diseñado en Google Forms.

Como parte integral de la propuesta STEAM, se ejecutó un proyecto STEAM previamente diseñado que fomenta habilidades fundamentales del siglo XXI, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad e innovación, la comunicación y la colaboración. Esta propuesta promueve el aprendizaje interdisciplinario y práctico al integrar conocimientos y habilidades de diversas disciplinas, mediante el diseño y construcción de lámparas solares modeladas con sólidos geométricos. El proyecto busca explorar la aplicación de la energía solar en la vida cotidiana, promoviendo la conciencia ambiental y la innovación tecnológica.

### 3.4. Instrumentos de Recolección de Información

---

Esta investigación se centra en la evaluación del cambio de actitud hacia las matemáticas, por lo que los instrumentos deben estar orientados a medir esta variable específica. En este contexto, se utilizó un instrumento tipo Likert, diseñado y validado por Auzmendi (1992) para evaluar las actitudes hacia las matemáticas. Auzmendi desarrolló el instrumento considerando la falta de una escala específica de actitudes hacia las matemáticas en lengua castellana para estudiantes de enseñanza media o universitarios. Teniendo en cuenta la multidimensionalidad de las actitudes, creó el instrumento de medición que abarca factores previamente identificados como significativos en investigaciones anteriores, incluyendo el valor o utilidad, el agrado, la ansiedad, la motivación y la seguridad -confianza (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Para la elaboración de la escala, Auzmendi seleccionó afirmaciones de los instrumentos previamente revisados, obteniendo 45 ítems para utilidad, 38 ítems para agrado, 23 ítems para ansiedad, 24 ítems para motivación y 33 ítems para seguridad. Posteriormente, estos ítems se ajustaron teniendo en cuenta criterios de relevancia, claridad, discriminación y bipolaridad. Esta escala ajustada se utilizó como escala piloto en una muestra de 1221 estudiantes de primero,

segundo y tercero de B.U.P (Bachillerato unificado polivalente) y C.O.U (Curso de orientación universitaria). El análisis llevado a cabo permitió eliminar ítems con baja correlación, resultando en una escala final de 25 ítems (9 para ansiedad, 4 para agrado, 6 para utilidad, 3 para motivación y 3 para confianza)

Para determinar la consistencia interna de la prueba, Auzmendi calculó el Alfa de Cronbach para cada uno de los factores y para el total de la escala. Los resultados fueron los siguientes:  $\alpha=.9115$  para el factor ansiedad,  $\alpha=.8166$  para el factor agrado,  $\alpha=.8637$  para el factor de utilidad,  $\alpha=.5604$  factor de motivación,  $\alpha=.4975$  para el factor confianza y  $\alpha=.9283$  para toda la escala (Auzmendi, 1992).

Este instrumento ha sido utilizado en estudios previos, como en el análisis de las actitudes hacia las matemáticas a nivel de educación media en Colombia, realizado por Erika Franco Buriticá como parte del programa de Doctorado de Ciencias Sociales y Jurídicas, en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba, España (2023). Asimismo, el instrumento ha sido utilizado en la costa Caribe Nicaragüense, donde William Flores y Elena Auzmendi (2015) llevaron a cabo análisis de su estructura factorial. Se destacó la consistencia interna del instrumento, evaluada mediante el coeficiente de alfa de Cronbach, el cual obtuvo un valor de .914. Además, el análisis de los ítems se realizó utilizando el índice de homogeneidad corregido entre el ítem y la puntuación total en la escala, estas puntuaciones oscilan entre .370 y .676.

El instrumento también fue aplicado y validado en un estudio realizado en México por Claudia Döfer y Gabriela Ulloa (2016). Los resultados evidencian una consistencia interna de alfa de Cronbach .667 y un índice KMO es de .764. Por otra parte, en Argentina, Raquel Fernández et al (2016), utilizaron este instrumento para determinar las actitudes hacia las matemáticas en estudiantes y maestros de educación infantil y primaria. Se realizó una revisión de la adecuación

de la escala para su medida y se analizó la consistencia interna del cuestionario mediante el alfa de Cronbach, obteniendo un valor de .915. Además, se llevó a cabo un análisis factorial exploratorio con un coeficiente KMO y Bartlett de .921.

Para el presente estudio, se considera la pertinencia del instrumento debido a su uso en contextos latinoamericanos y colombianos, donde ha demostrado una consistencia interna adecuada y alta confiabilidad. Asimismo, el instrumento ya ha sido aplicado en el ámbito nacional. Adicionalmente, se realizó una validación de su pertinencia en relación con los objetivos del estudio, la cual fue revisada por dos expertos que confirmaron su adecuación y relevancia para esta investigación.

### **3.5. Operacionalización de las Variables**

---

En esta investigación, el objeto de estudio o variable a analizar es el cambio de actitud hacia las matemáticas. Dado que las actitudes son aspectos que no se pueden captar directamente u observar con facilidad, se hace necesario llevar a cabo la operacionalización de la variable con la finalidad de identificar los factores asociados a este fenómeno educativo. Este procedimiento se entiende como el proceso que permite identificar manifestaciones más fáciles para captar la variable (Martínez, 2019). En este sentido, fue necesario establecer de manera clara la metodología para observar y medir cada característica objeto de investigación. Esto implicó una definición precisa de los aspectos y elementos que se pretendían cuantificar, comprender y registrar.

La descomposición de las variables en categorías o dimensiones, seguida de la formulación de indicadores, facilitó tanto la observación directa como la medición. En este sentido, se presenta en la Tabla 1 la operacionalización, centrándose específicamente en las actitudes ambientales como variable dependiente.

**Tabla 1***Operacionalización de la variable: actitud hacia las matemáticas*

Variable	Instrumento	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Dependiente:  Actitud hacia las matemáticas	instrumento tipo Likert construido y validado por Auzmendi (1992) que permite determinar la Actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de enseñanza media y universitaria	Ansiedad	Muy favorable	2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18, 22
			Favorable	
			Desfavorable	
			Muy desfavorable	
		Agrado	Muy favorable	4, 9, 14, 24
			Favorable	
			Desfavorable	
			Muy desfavorable	
		Utilidad	Muy favorable	1, 6, 15, 16, 19, 21
			Favorable	
			Desfavorable	
			Muy desfavorable	
		Motivación	Muy favorable	5, 10, 25
			Favorable	
			Desfavorable	
			Muy desfavorable	
		Confianza	Muy favorable	11, 20, 23
			Favorable	
			Desfavorable	
			Muy desfavorable	

Como se explicó en el capítulo anterior, las actitudes hacia las matemáticas se pueden evidenciar a través de factores como la ansiedad, agrado, utilidad, motivación y confianza. La ansiedad hace referencia al sentimiento de nerviosismo o temor que el alumno experimenta ante la asignatura de matemáticas. El agrado se refiere al nivel de disfrute que provoca el trabajo matemático. La utilidad se relaciona con el valor que el estudiante otorga a las matemáticas y la percepción de su utilidad en su vida profesional. La motivación abarca el interés y motivación que siente el estudiante hacia el estudio y aplicación de las matemáticas. Por último, la confianza representa el sentimiento de seguridad y confianza que genera la habilidad en matemáticas (Auzmendi, 1992).

Estas dimensiones facilitan la evaluación de la actitud hacia las matemáticas desde un enfoque socioconstructivista, que entiende el aprendizaje matemático como un proceso social y contextual, más que como una actividad individual. En este marco, cada dimensión juega un papel crucial al influir en la manera en que los estudiantes interactúan y se relacionan con el aprendizaje matemático. En conjunto, estas dimensiones permiten comprender cómo factores emocionales, sociales y contextuales afectan la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas, promoviendo una visión integral y constructiva para el aprendizaje en esta disciplina.

### **3.5.1 Escala de Actitudes hacia las Matemáticas**

Para llevar a cabo la medición de las actitudes hacia las matemáticas, el instrumento seleccionado presenta diferentes índices que representan cada uno de estos componentes. De las 25 preguntas del cuestionario, 9 ítems corresponden al factor ansiedad, 4 al factor agrado, 6 al factor utilidad, 3 al factor motivación y 3 al factor confianza, de los cuales 15 ítems tienen una orientación positiva y 10 una orientación negativa. Cada afirmación positiva se valora con 5 puntos (Totalmente de acuerdo), 4 puntos (de acuerdo), 3 puntos (ni de acuerdo ni en desacuerdo), 2 puntos (en desacuerdo) y 1 punto (totalmente en desacuerdo). Mientras que las afirmaciones negativas se puntúan considerando 5 puntos (Totalmente en desacuerdo), 4 puntos (en desacuerdo), 3 puntos (ni de acuerdo ni desacuerdo), 2 puntos (de acuerdo) y 1 punto (totalmente de acuerdo). En la Tabla 2 se presenta la información de la escala.

**Tabla 2**

*Descripción instrumento: escala de actitudes hacia las matemáticas*

<b>Factor</b>	<b>Dirección</b>	<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	
Ansiedad	Positiva	3, 8, 13, 18,	4	9
	Negativa	2, 7, 12, 17, 22	5	
Agrado	Positiva	4, 9, 14, 24	4	4

	Negativa			
Utilidad	Positiva	1, 6, 19, 21	4	6
	Negativa	15, 16	2	
Motivación	Positiva			3
	Negativa	5, 10, 25	3	
Confianza	Positiva	11, 20, 23	3	3
	Negativa			

### 3.6. Diseño del Método

En el ámbito de las investigaciones aplicadas, los estudios de intervención se destacan por su intención de provocar cambios en la realidad observada. Este enfoque se centra en identificar las causas de un fenómeno y en precisar aspectos específicos de la realidad que se consideran inadecuados y que se desean modificar. En este contexto, se plantea el presente estudio como una investigación aplicada, enmarcada en un estudio de intervención controlada (Martínez, 2019).

Para abordar la pregunta de investigación, que busca determinar tanto el nivel de actitud hacia las matemáticas como el efecto de la implementación de la estrategia STEAM sobre dicho cambio, se opta por un enfoque de método mixto. Este enfoque permite analizar el impacto de la estrategia STEAM desde diferentes perspectivas, combinando diversos diseños o estrategias de forma. secuencial o en paralelo, y asignando igual o mayor relevancia a uno de ellos según sea necesario. La integración sistemática de métodos cuantitativos y cualitativos facilita no solo la recolección y análisis de datos, sino también una discusión conjunta que profundiza la comprensión de la problemática estudiada. Esto permite realizar inferencias más robustas y obtener una visión integral del fenómeno en estudio.

En esta investigación se adopta un enfoque mixto con predominancia cuantitativa (CUAN-cual), que incorpora elementos clave como la triangulación, compensación, complementariedad, amplitud y explicación. Estos elementos permiten contrastar y corroborar datos, ofrecer una comprensión más amplia y explicar hallazgos que podrían no ser detectados por un solo método. La triangulación, en particular, juega un papel crucial al permitir la validación de los resultados obtenidos a través de diferentes métodos, proporcionando mayor rigor y fiabilidad a las conclusiones.

El proceso de triangulación de datos se realizará mediante diferentes fuentes e instrumentos de recolección, lo que complementará el estudio cuantitativo inicial. Se emplea un método explicativo secuencial (DEXPLIS), donde los datos recolectados en la fase cuantitativa serán enriquecidos con un análisis cualitativo posterior, profundizando en los descubrimientos iniciales. Este diseño incluye la recolección, análisis e interpretación de datos de manera integrada, lo que permite una comprensión más exhaustiva de la realidad estudiada.

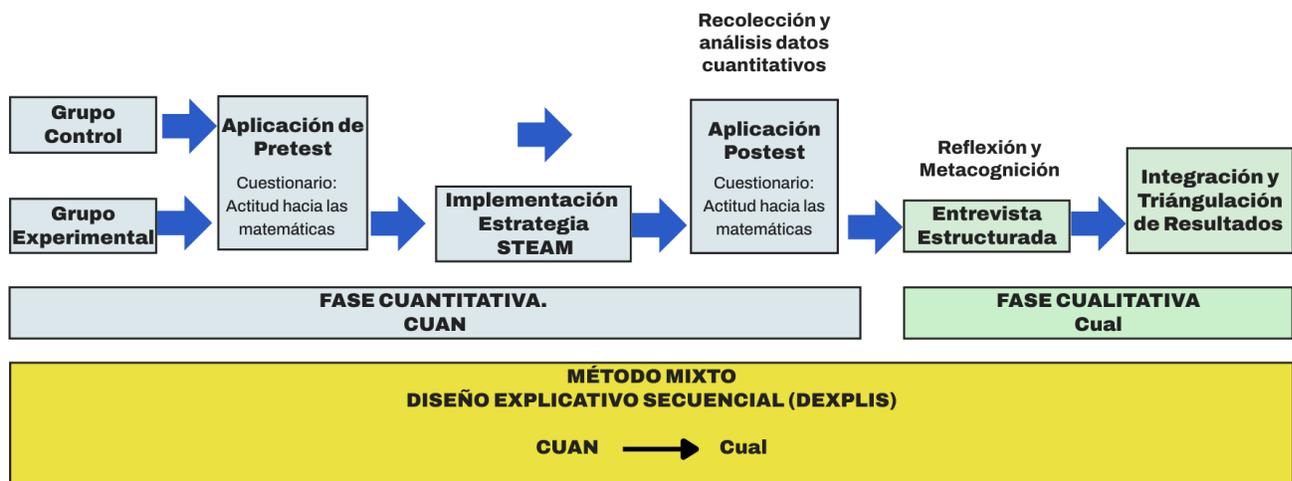
El objetivo de este estudio secuencial es, en primer lugar, probar cuantitativamente la hipótesis que relaciona las variables actitud hacia las matemáticas y la estrategia STEAM, mediante un estudio cuasiexperimental con grupos control y experimental. En un segundo momento, se ampliarán los resultados a través de un enfoque cualitativo durante la fase de reflexión y metacognición de la estrategia STEAM, mediante la aplicación de una entrevista estructurada a los estudiantes del grupo experimental. Esto permitirá obtener información valiosa sobre las percepciones de los estudiantes respecto a la implementación de la estrategia STEAM, enriqueciendo así los hallazgos cuantitativos y ofreciendo una visión más completa de su impacto (Hernández et al., 2014).

El diseño de investigación se presenta en la Figura 1, la cual ilustra cómo se desarrollan las diferentes etapas del estudio, integrando tanto los componentes cuantitativos como

cualitativos para lograr una evaluación exhaustiva y equilibrada de los resultados. Esta figura es importante para entender la dinámica y la interrelación de los métodos empleados, destacando la secuencialidad y complementariedad del enfoque utilizado.

**Figura 1**

*Diseño de la investigación*



Dentro del **enfoque cuantitativo**, el estudio se clasifica como un diseño experimental, ya que pretende probar la incidencia sobre la variable dependiente tras la manipulación de la variable independiente. Para lograr esto, se realizará la medición de la variable dependiente antes de la aplicación de la estrategia (Pre-test) en el grupo control y el grupo experimental. Posteriormente, se llevará a cabo la intervención en el grupo experimental, para finalmente realizar la otra medición posterior a la aplicación de la estrategia (Post-test) en ambos grupos. Dado que el grupo con el que se trabajó ya estaba previamente conformado se estará conforme a un diseño cuasi-experimental (Campbell & Stanley, 1995). Es importante tener en cuenta que, al tratarse de un diseño cuasiexperimental, la validez de las conclusiones de causalidad es menor en comparación con los experimentos “puros”.

Momento de Estudio:

Transversal

El estudio propuesto es de diseño transversal, ya que la recolección de datos se lleva a cabo en un solo momento, describiendo y caracterizando el fenómeno mediante las variables (Hernández et al., 2014)

Alcances de Estudio:

Explicativo

En la investigación el alcance se refiere a las metas y objetivos que se espera lograr, y está estrechamente relacionado con el conocimiento existente sobre el problema estudiado. La investigación planteada tiene un alcance explicativo, ya que busca no solo describir el fenómeno, sino también entender por qué ocurre y bajo qué condiciones se relacionan las variables del estudio (Mousalli-Kayat, 2015). Este enfoque explicativo fue fundamental para identificar y comprender el cambio en la actitud hacia las matemáticas de los estudiantes que resultó de la intervención con una estrategia didáctica basada en el enfoque STEAM. Al centrarse en explicar las causas y condiciones que influyen en este cambio, la investigación no solo aporta una comprensión más profunda del fenómeno, sino que también ofrece valiosas implicaciones para futuras aplicaciones educativas.

### **3.7. Procedimiento de Trabajo de Campo**

---

Para llevar a cabo el presente estudio, se planteó el siguiente procedimiento de trabajo de campo:

1. Se gestionó una solicitud formal de permiso dirigida al Rector de la institución, en la que se detallaron los objetivos del estudio, así como la metodología y alcance del trabajo de campo.

Además, se incluyó la descripción del protocolo de consentimiento informado destinado a los estudiantes que participaron en la investigación (Apéndice 1). Este proceso garantiza la transparencia y compromiso ético necesario para llevar a cabo el estudio de manera rigurosa y respetuosa con los derechos de los involucrados. Se recibió autorización por parte del señor Rector para realizar el estudio (Apéndice 2).

2. Fase Cuantitativa. Se realizó la selección cuidadosa de los cursos, grupo control y grupo experimental, que estarán comprometidos en la realización del estudio.
3. Se llevó a cabo la entrega detallada del consentimiento informado a cada estudiante seleccionado. Este documento proporciona información clara y completa a los padres y/o acudientes sobre todos los aspectos relacionados con el proceso del estudio planteado (Apéndice 3).
4. Para llevar a cabo la recolección de datos, se implementó el pre-test mediante la aplicación de una encuesta a los estudiantes de los grupos seleccionados, grupo control y grupo experimental. Se asignó un espacio con acceso a internet para facilitar el proceso, y se utilizó un formulario en línea creado con Google Forms. Los estudiantes respondieron la encuesta en un periodo de tiempo previamente establecido, que osciló entre 20 y 30 minutos (Anexo 1).
5. La ejecución de la estrategia STEAM se llevó a cabo de manera detallada y planificada. Durante sesiones específicas, se integraron experiencias de aprendizaje a partir de conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas, adaptadas al contexto educativo. Asimismo, se proporcionaron actividades prácticas que fomentaron la participación activa de los estudiantes, donde se favoreció el trabajo colaborativo (Apéndice 4)
6. Se aplicó la encuesta a los estudiantes del grupo experimental (después de la implementación de la estrategia STEAM) y del grupo control, conocida como Post-test. Este paso fue

indispensable para evaluar la efectividad de la intervención y medir cualquiera cambio en las actitudes ambientales de los participantes.

7. Fase Cualitativa. Se llevó a cabo una entrevista estructurada con los estudiantes del grupo experimental (Apéndice 10).
8. Después de la aplicación del Post-test, se procedió a realizar un análisis detallado de los resultados, empleando diversos procesos estadísticos para interpretar la información recopilada.
9. Se analizó los datos recogidos en la entrevista estructurada con el fin de obtener una comprensión más profunda de las percepciones y experiencias de los estudiantes. Para ello, se establecieron categorías que permitieron organizar y clasificar la información de manera coherente, facilitando la identificación de patrones recurrentes.
10. Se integraron los resultados de las fases cuantitativa y cualitativa, consolidando la información obtenida en ambos enfoques para proporcionar una visión más completa y detallada del impacto de la estrategia STEAM en el cambio de actitud hacia las matemáticas.

### **3.7.1 Diseño Estrategia STEAM**

La estrategia STEAM se diseñó teniendo en cuenta los principios orientadores del enfoque STEM+ propuestos por el Ministerio de Educación de Colombia, así como las habilidades fundamentales STEAM. Se parte de un Aprendizaje Basado en Proyectos que se basa en situaciones del contexto de los estudiantes para plantear el problema y la pregunta general del proyecto, lo que conduce a la integración de las áreas de Matemáticas, Tecnología, Ingeniería, Artes y Ciencias (Apéndice 4).

El proyecto planteado se titula **EcoMath: Ilumina tu espacio**, con el propósito de fomentar el aprendizaje interdisciplinario y práctico al integrar conocimientos y habilidades de

diversas disciplinas, mediante el diseño y construcción de lámparas solares modeladas con sólidos geométricos. Este proyecto busca explorar la aplicación de la energía solar en la vida cotidiana, promoviendo la conciencia ambiental y la innovación tecnológica.

Este proyecto surge a partir de la problemática identificada en la Institución Educativa Técnico Industrial de Fusagasugá, que en su nivel de secundaria acoge a una comunidad estudiantil de aproximadamente 1507 estudiantes, divididos en jornadas de mañana y tarde. La jornada de la mañana alberga 850 estudiantes, mientras que la de la tarde tiene 657. Sin embargo, la jornada tarde, que abarca desde las 12:10 p.m. hasta las 6:10 p.m., experimenta escasez de iluminación en los pasillos, que se evidencia especialmente durante la salida de los estudiantes. Es necesario proporcionar iluminación adecuada en los pasillos y áreas comunes de manera sostenible, contribuyendo así al cuidado del medio ambiente. Además, la situación actual en Colombia, agravada por el fenómeno del Niño, afecta a la región y al país, generando escasez de agua que conduce al racionamiento del suministro y alertas de racionamiento energético, dado que gran parte de la producción de energía del país proviene de recursos hídricos.

Se plantea como pregunta general del proyecto: ¿cómo podemos diseñar y construir lámparas que contribuyan al ahorro energético y ofrezcan alternativas para iluminar espacios tanto de la institución como en el hogar?

Al abordar esta problemática, se brinda a los estudiantes la oportunidad de aplicar conceptos de geometría, especialmente relacionados con sólidos geométricos y sus propiedades, para diseñar y elaborar correctamente sus modelos de lámparas.

### **3.7.2 Estrategia STEAM: EcoMath: Ilumina tu Espacio**

La estrategia didáctica enmarcada en el aprendizaje basado en proyectos se estructura en cinco momentos. El primero es la *Exploración de Saberes Previos*, donde se introduce el tema

y se exploran los conocimientos previos de los estudiantes. Este momento es importante para identificar las ideas preconcebidas y establecer una base común sobre la cual construir nuevos aprendizajes. Este momento se compone de la Actividad 1: La problemática energética (Apéndice 5). El segundo momento es la *Planificación y acción*, durante la cual, en la Actividad 2: Planteamiento del plan, se elabora el plan y se inicia la investigación. Los estudiantes diseñan su plan de investigación y desarrollo, formulando la pregunta de indagación y estableciendo el proyecto a realizar (Apéndice 6).

El tercer momento es el Desarrollo y organización, donde los estudiantes abordan la respuesta a la pregunta de indagación. En esta fase, organizan y estructuran la información necesaria para abordar la problemática planteada, apropiándose de los conocimientos necesarios. Para esta fase se plantean tres actividades: Identificando sólidos (Actividad 3), Poliedros a nuestro alrededor (Actividad 4) y Construyendo lámparas solares (Actividad 5) (Apéndice 7).

El cuarto momento es la Comunicación y aplicación, en el cual los estudiantes presentan sus resultados. Esta fase implica la comunicación efectiva de los hallazgos, utilizando medios visuales. Es el momento de compartir sus conclusiones con compañeros, profesores y la comunidad educativa en general. Para ello, se plantea la Actividad 6: comunicando nuestro proyecto (Apéndice 8). Finalmente, el quinto momento es la *Reflexión y Metacognición*, donde los estudiantes reflexionan sobre los aprendizajes adquiridos. Realizan un proceso de metacognición, evaluando lo que han aprendido, cómo lo han aprendido, y cómo pueden aplicar este conocimiento en futuros contextos. Este momento se lleva a cabo mediante la Actividad 7: Reflexionando sobre nuestro proyecto, indispensable para consolidar el aprendizaje y fomentar una comprensión más profunda y duradera (Apéndice 9).

### **3.7.3 Dimensiones STEAM en: EcoMath: Ilumina tu Espacio**

Dado que la estrategia propuesta se basa en el enfoque STEAM, es fundamental comprender las disciplinas que la componen y cómo la estrategia permite abordar cada una de ellas de manera integral. STEAM que engloba Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, se caracteriza por su enfoque interdisciplinario, promoviendo la integración de estas áreas para enriquecer el proceso de enseñanza aprendizaje.

**Matemáticas.** La matemática, como eje que articula los diferentes componentes del STEM, proporciona habilidades y enfoques necesarios para interpretar, analizar, simplificar y resolver problemas, así como para evaluar riesgos y tomar decisiones informadas (Scottish Government, 2017). En este contexto, la estrategia promueve el pensamiento lógico y crítico al facilitar la comprensión de conceptos geométricos y algebraicos permitiendo a los estudiantes modelar situaciones del mundo real. Aplicar los conceptos matemáticos en un proyecto práctico, como la construcción de lámparas geométricas, refuerza su entendimiento y demuestra la aplicabilidad de la matemática en la resolución de problemas cotidianos y en la innovación tecnológica.

**Ciencias.** Dentro del enfoque STEAM, la ciencia busca explicar y comprender la complejidad del mundo natural la utiliza para hacer predicciones válidas y útiles. Permite desarrollar las habilidades de colaboración, investigación, indagación crítica, experimentación, exploración y descubrimiento (Scottish Government, 2017) . En este sentido, esta secuencia de actividades permite comprender la importancia de los recursos naturales, como el agua, para la obtención de energía, al mismo tiempo brinda la oportunidad de experimentar con otras fuentes de energía, en concordancia con los estándares de Ciencias establecidos por el MEN.

**Ingeniería.** La ingeniería se define como el método de aplicar el conocimiento científico y matemático a la actividad humana, posibilitando la aplicación creativa del conocimiento

científico en el análisis de eventos, el diseño de procesos, el desarrollo de materiales y la construcción de objetos que aporten beneficios a la sociedad (Scottish Government, 2017). En este proyecto, la ingeniería actúa como el motor que impulsa la aplicación práctica de los conceptos científicos y matemáticas en la creación del producto funcional y eficiente. Facilita la transformación de ideas en soluciones tangibles que abordan problemas del mundo real, como la necesidad de iluminación sostenible y accesible, contemplando diversas opciones de energía alternativa para el hogar.

**Tecnología.** La Tecnología se define como el resultado de la aplicación del conocimiento científico a la resolución de necesidades. Utiliza herramientas, materiales y procesos innovadores para abordar problemas y satisfacer las necesidades de las personas, la sociedad y el medio ambiente. Estas necesidades pueden manifestarse en diversos campos como negocios, alimentos, textiles, artesanías, diseños y transporte (Scottish Government, 2017). En este proyecto la tecnología emerge como la herramienta fundamental que facilita la materialización de la innovación y la aplicación práctica de los conceptos científicos y matemáticos. Permite la creatividad, la innovación al proporcionar herramientas y métodos para resolver problemas de manera eficiente y efectiva.

**Arte.** La inclusión del arte en la educación STEAM permite complementar la educación STEM, integrando disciplinas como las artes visuales, las artesanías, las artes liberales, las artes lingüísticas, los estudios sociales, la música y la cultura (Ng et al., 2022). En este proyecto, el arte es el componente que aporta creatividad, expresión y estética al proceso de diseño y fabricación.

Una descripción detallada de la planeación de la estrategia STEAM se encuentra en el apéndice, donde se presenta un desglose completo del propósito, problema, campos formativos, lineamientos curriculares, contenido, ejes articuladores, orientaciones didácticas y sugerencia de evaluación.

### **3.7.4 Actividades de la Estrategia STEAM: EcoMath: Ilumina tu Espacio**

La estrategia STEAM está compuesta por siete actividades, organizadas en cinco momentos ya descritos. A continuación, se detalla cómo cada una de las dimensiones STEAM contribuye a cada una de las actividades propuestas, destacando su relevancia y el papel que desempeñan en el desarrollo integral de la estrategia.

**Actividad 1. La problemática energética.** (Apéndice 5). Esta actividad tiene el propósito de sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia de buscar soluciones sostenibles y creativas para enfrentar desafíos energéticos actuales. La actividad permite abordar las siguientes dimensiones:

**Ciencias:** Esta dimensión permite entender los principios científicos detrás de las fuentes de energía, su funcionamiento y su impacto ambiental. La actividad comienza con la problemática de la escasez de agua en la generación de energía, destacando la importancia del ahorro y cuidado de este recurso vital para la preservación de nuestro entorno. Además, se destaca la relevancia del ahorro energético, dado que depende de recursos que pueden escasear. Esta reflexión promueve una mayor conciencia sobre la necesidad de adoptar prácticas sostenibles en el uso de los recursos naturales y energéticos, impulsando así la responsabilidad ambiental.

**Tecnología:** Esta dimensión explora las tecnologías disponibles para el aprovechamiento de energías renovables y su implementación. Los videos presentados sobre la energía hidráulica permiten identificar los diferentes elementos presentes en la generación de energía, como la turbina, generador eléctrico, y tendido eléctrico, así como el proceso necesario para que la energía llegue a cada hogar.

**Arte:** Esta dimensión fomenta la creatividad en la representación del proceso de energía hidráulica, haciendo énfasis en la comunicación visual y la estética. Los estudiantes pueden crear

ilustraciones y modelos visuales que expliquen cómo funciona la energía hidráulica, desde la captación del agua hasta la generación de electricidad y su distribución a los hogares. Además, se anima a los estudiantes a considerar el diseño estético de sus representaciones, integrando elementos artísticos que hagan la información más atractiva y comprensible. Esta actividad no solo mejora la comprensión técnica del proceso, sino que también desarrolla habilidades en comunicación visual, permitiendo a los estudiantes expresar conceptos complejos de manera clara y creativa.

**Matemáticas:** Esta dimensión se enfoca en analizar cómo los datos energéticos están sujetos a procedimientos numéricos y cómo la información presentada en los recibos de energía utiliza elementos matemáticos como promedio, diagramas de barras, entre otros. Además, se resalta que la matemática es fundamental para determinar los niveles de consumo energético del país y para realizar predicciones, lo que puede llevar a medidas como el racionamiento de agua y energía. Esta comprensión permite a los estudiantes ver la relevancia de las matemáticas en la gestión de recursos y en la toma de decisiones informadas sobre el consumo energético.

**Actividad 2. Planteamiento del plan.** (Apéndice 6). Esta actividad tiene como objetivo establecer un plan para iluminar los espacios oscuros de la institución mediante el uso de fuentes alternativas de energía. Durante su realización, se enfatizan las dimensiones STEAM:

**Ciencias:** Esta dimensión conduce al planteamiento del proyecto que busca dar respuesta a la problemática identificada en la institución específicamente la falta de iluminación en los espacios a la hora de salida de los estudiantes (6:10 p.m.). El proyecto no solo busca resolver la carencia, sino que también busca implementar soluciones que sean respetuosas con el medio ambiente y eficientes en el uso de la energía. Para ello, se investigan y seleccionan fuentes alternativas de energía, como la solar, que minimizan el impacto ambiental y promueven la sostenibilidad.

**Tecnología:** En esta dimensión, los estudiantes exploran nuevas tecnologías, como los paneles solares, y cómo estos pueden ser utilizados como generadores de energías sostenibles. Este acercamiento permite comprender el impacto ambiental y económico de las energías renovables y cómo pueden contribuir a un futuro más sostenible.

**Ingeniería:** Esta dimensión se enfoca en el planteamiento de posibles soluciones técnicas para optimizar el uso de la energía en la vida cotidiana. Al responder preguntas sobre medidas para reducir el consumo de energía, los estudiantes identifican y proponen métodos innovadores para mejorar la eficiencia energética. Esto incluye el diseño y la implementación de sistemas y dispositivos que puedan aprovechar las fuentes renovables. La actividad fomenta el pensamiento crítico y creativo, desafiando a los estudiantes a aplicar principios de ingeniería para resolver problemas reales y mejorar la sostenibilidad en su entorno cotidiano. Se finaliza la actividad con la proyección de un video sobre un proyecto energético hidráulico ultrapequeño, con el propósito de motivar la realización de otros proyectos que generen energía.

**Actividad 3. Identificando sólidos.** (Apéndice 7). Esta actividad tiene el propósito de identificar los diferentes tipos de sólidos y establecer conexiones con objetos de su entorno cotidiano. Se enfoca en las siguientes dimensiones:

**Arte:** En esta dimensión, los alumnos exploran cómo se utilizan los sólidos geométricos en el arte y el diseño, apreciando su estética y funcionalidad en diversas construcciones de su entorno.

**Matemáticas:** A través de esta experiencia, se busca que los estudiantes comprendan cómo los sólidos geométricos están presentes en su entorno diario, desde objetos simples hasta estructuras más complejas. Esto fomenta su capacidad de reconocer la relevancia de estos conceptos en situaciones prácticas y aplicadas.

**Actividad 4. Poliedros a nuestro alrededor.** (Apéndice 7). Esta actividad que tiene como objetivo fomentar la comprensión de los conceptos de poliedros y poliedros regulares, así como promover la identificación de patrones basados en las aristas, caras y vértices.

**Arte:** En esta dimensión, los estudiantes al crear sus propias construcciones utilizando formas geométricas, desarrollan su creatividad y comprenden cómo estas formas pueden combinarse para producir estructuras interesantes. Además, identifican cómo estos sólidos sirven de inspiración en diversas formas de expresión artística, como la arquitectura.

**Matemáticas:** En esta dimensión, los estudiantes aplican los conocimientos adquiridos sobre poliedros y relaciones entre aristas, caras y vértices, para clasificar los diferentes tipos de poliedros según sus características geométricas. También reconocen ejemplos de poliedros regulares en objetos cotidianos y en la naturaleza. Estas relaciones les ayudan a comprender la presencia y la importancia de estos sólidos en su entorno, así como su aplicación en la geometría y en diversas estructuras.

**Actividad 5. Construyendo lámparas solares.** (Apéndice 7). Esta actividad pretende diseñar y construir lámparas geométricas solares que puedan iluminar espacios tanto en la institución como en el hogar, que promuevan la conciencia y la adopción de energía alternativas, así como los principios básicos de la energía solar y la geometría aplicada. Se relaciona con las siguientes dimensiones STEAM.

**Ciencia:** Aprenden sobre los principios científicos detrás de la energía solar y la conversión de energía, así como sobre los materiales y componentes utilizados en las lámparas solares y su impacto ambiental.

**Tecnología:** En esta dimensión, los estudiantes utilizan software como Sketchup para diseñar en un entorno virtual, lo que les permite experimentar con formas y tamaños antes de proceder a la construcción física. Además, la tecnología les permite identificar la incorporación

de sensores de luz ambiente en el panel solar, lo que activa la lámpara automáticamente cuando oscurece. Del mismo modo, les permite recopilar datos sobre el rendimiento de las lámparas solares en tiempo real para evaluar su eficiencia energética y durabilidad. También aprenden sobre los principios científicos detrás de estas tecnologías, incluyendo cómo funcionan los paneles solares y cómo se puede almacenar y utilizar la energía de manera eficiente.

**Ingeniería:** En esta actividad, los estudiantes utilizan papel y software como Sketchup para desarrollar un diseño que incluye un panel solar y un bombillo LED para la generación de luz. Este proceso de diseño inicial implica la realización de dibujos y la consideración de aspectos como la eficiencia, durabilidad y costo. Asimismo, se hace una selección adecuada de materiales, teniendo en cuenta su resistencia y eficiencia energética.

**Arte:** Los estudiantes crean modelos tridimensionales y seleccionan diversos materiales, lo que les permite explorar diferentes texturas y formas geométricas. De esta manera, tienen la oportunidad de expresar su creatividad y desarrollar habilidades en el diseño y la estética, mientras encuentran soluciones visualmente atractivas y funcionales para sus lámparas solares.

**Matemáticas:** Los estudiantes aplican conceptos matemáticos en varias etapas de la actividad. Calculan las diferentes medidas de las partes de poliedro que representa la lámpara, asegurando la precisión en su construcción. Además, utilizan principios geométricos para la construcción de formas y la distribución de componentes. Del mismo modo, se realiza el análisis de datos recopilados durante la evaluación del rendimiento de las lámparas para interpretar resultados y hacer comparaciones. De esta manera, la actividad integra conceptos matemáticos en un contexto práctico y aplicado.

**Actividad 6. Comunicando nuestro proyecto.** (Apéndice 8). Esa actividad tiene el propósito de realizar un video que muestre el proceso completo de elaboración de lámparas

solares, desde los primeros dibujos y diseños en software hasta la fase final de construcción, fomentando así la divulgación y el aprendizaje colaborativo. Se prioriza en las dimensiones:

**Tecnología:** En esta actividad, los estudiantes utilizan herramientas tecnológicas para elaborar un video que documente todo el proceso de diseño y construcción de las lámparas solares y lo comparten con la comunidad escolar. Esta actividad no solo desarrolla sus habilidades tecnológicas, sino que también mejora su capacidad para comunicar ideas de manera clara y efectiva a un público más amplio.

**Arte:** El arte es esencial para la narración y la comunicación visual. En esta actividad, los estudiantes producen videos con una estética cuidada, lo que facilita la comunicación y comprensión de sus proyectos. De esta manera, el arte no solo hace que el producto final sea más atractivo, sino que también mejora la presentación y difusión del trabajo, permitiendo una conexión más profunda y efectiva con el público.

**Actividad 7. Reflexionando sobre nuestro proyecto.** (Apéndice 9). Esta actividad pretende reflexionar sobre los proyectos realizados por los compañeros, destacando la importancia del ahorro y uso eficiente del agua y energía, destacando la comprensión de las prácticas sostenibles y su impacto en el medio ambiente. De manera que abarca las siguientes dimensiones STEAM:

**Ciencia:** En esta dimensión los estudiantes dialogan sobre los fundamentos del proyecto, como la conversión de energía y la eficiencia energética. Reflexionan sobre cómo la aplicación de esta tecnología puede reducir el impacto ambiental y mejorar la sostenibilidad. A través de estas discusiones, los estudiantes comprenden cómo sus acciones pueden influir positivamente en el medio ambiente.

**Ingeniería:** Los estudiantes revisan los diseños y construcciones realizadas, dando comentario sobre lo que funcionó bien y lo que se puede mejorar. Esta evaluación fomenta el pensamiento técnico y la mejora continua en la implementación de soluciones sostenibles.

### **3.8. Análisis de Datos**

---

Para el análisis de datos del estudio propuesto, se realizaron los programas SPSS versión 25.0 y Excel para iOS. Se llevó a cabo un análisis descriptivo e inferencial con el objetivo de determinar la incidencia de variable independiente sobre la dependiente. Inicialmente, se llevó a cabo un análisis descriptivo de los datos obtenidos del pretest y posttest de la variable dependiente. Este análisis consideró diferentes aspectos demográficos, como el sexo y la edad. Las técnicas descriptivas empleadas incluyeron tablas de frecuencias y porcentajes, gráficos, medias, desviaciones estándar (Hernández et al., 2014).

En un segundo momento, se realizó un análisis inferencial para poner a prueba las hipótesis planteadas. Se aplicaron técnicas estadísticas tanto paramétricas como no paramétricas a través de pruebas de hipótesis y comparación de dos variables. Para el análisis paramétrico, se utilizó la prueba t para muestras relacionadas, mientras que para el análisis no paramétrico se aplicó la prueba de Wilcoxon. Estas pruebas permitieron comparar las puntuaciones de la actitud hacia las matemáticas antes y después de la intervención en cada grupo, facilitando así el análisis del cambio en la actitud hacia las matemáticas en los diferentes factores del grupo experimental tras la implementación de la estrategia STEAM. Además, se calculó el tamaño del efecto en cada prueba,  $d$  de Cohen para muestras dependientes y el tamaño del efecto correspondiente en la prueba de Wilcoxon.

De manera similar, en el análisis de comparación entre grupos, se empleó la prueba t para muestras independientes en el análisis paramétrico, y la prueba U de Mann-Whitney en el análisis

no paramétrico. Estas pruebas permitieron contrastar los resultados del pretest y posttest entre el grupo control y el grupo experimental, verificando si ambos grupos eran comparables antes de la intervención y si existían diferencias significativas en la mejora de la actitud hacia las matemáticas en el grupo experimental respecto al grupo al control. Para evaluar la magnitud de las diferencias entre los grupos, también se calculó el tamaño del efecto con el coeficiente  $d$  de Cohen y el tamaño del efecto en la prueba  $U$  de Mann-Whitney.

Posteriormente, se analizó la entrevista estructurada, estableciendo categorías que permitieron organizar y clasificar la información obtenida de manera coherente. Este proceso de categorización facilitó la identificación de patrones y tendencias en las respuestas de los estudiantes, lo que a su vez permitió una interpretación más profunda y detallada de los datos cualitativos. Las categorías establecidas fueron la base para elaborar conclusiones sobre las percepciones y experiencias de los estudiantes con respecto a la estrategia STEAM, proporcionando una visión más completa y enriquecida de impacto de la intervención.

### **3.9. Consideraciones Éticas**

---

En el planteamiento del trabajo de investigación, se identifica la metodología, escenario y recursos humanos. Al respecto Salazar et al. (2018) hacen la distinción de dos conceptos que relacionan ética y moral, enfatizando que la moral hace referencia a las costumbres, valores, y normas establecidas que son parte de la sociedad del individuo, mientras que la ética es una rama de la filosofía encargada del estudio fundamentado y objetivo de los valores morales. En particular, la ética en la investigación es una ética aplicada o práctica que trata de resolver problemas generales y específicos que surgen en la investigación.

Para la realización del estudio, se tienen en cuenta los principios éticos de investigación en tres tipos de relaciones del investigador: con su propia investigación, con los participantes de

la investigación y con los datos de su investigación. En primer lugar, se aplican los principios éticos en la relación del investigador con su propia actividad, en el planteamiento de un diseño adecuado de la investigación. Esto contempla los protocolos sugeridos y diseñados cuidadosamente para contribuir a la búsqueda de estrategias y alternativas a los desafíos presentes en diferentes contextos sociales.

Por otra parte, en los principios del investigador con los participantes de la investigación se toman en cuenta la confidencialidad y la conservación del anonimato e identidad, la ausencia de coacción, el consentimiento informado y el derecho de los participantes a acceder a los resultados. Estos aspectos se consideran al codificar los nombres de los participantes que optan por involucrarse de manera voluntaria, sin presiones ni requisitos de promoción en la asignatura, mediante la firma de un consentimiento informado que detalla las condiciones de participación.

Los principios éticos relacionados con el investigador y los datos de la investigación reflejan la transparencia y el manejo adecuado de los datos, la comunicación de los resultados, la citación de fuentes y la conservación de los datos originales. En este sentido, los registros de la información recolectada se efectúan de manera responsable, veraz y completa, sin omitir, eliminar o modificar datos con el fin de tergiversar o sesgar los resultados. La comunicación de los resultados de la investigación, que contribuirán al conocimiento científico, se realiza de manera honesta, transparente y precisa. El informe final respeta el principio de propiedad intelectual y realiza las citas pertinentes para prevenir el plagio siguiendo el estilo APA 7 edición.

Este capítulo ha presentado la metodología utilizada para investigar el impacto de la estrategia STEAM en el cambio de actitud hacia las matemáticas. Se ha explicado la selección del diseño metodológico, la definición de la muestra y las consideraciones éticas, todas fundamentadas en la necesidad de obtener información relevante y precisa para evaluar el impacto de la estrategia. El diseño metodológico se planteó de manera que no solo permitiera

captar los cambios en la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas, sino también los factores emocionales, motivaciones y de utilidad que podrían ser influidos por la implementación de las actividades STEAM.

## **CAPÍTULO IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación, organizados en cuatro subsecciones que abordan la aplicación de la estrategia, un análisis descriptivo, un análisis inferencial y, finalmente, el análisis cualitativo. Se detalla la implementación de la estrategia STEAM y se exponen los resultados obtenidos a través del estudio, utilizando tanto estadísticas descriptivas como inferenciales para responder a la pregunta de investigación planteada. Se describen y analizan los resultados obtenidos a partir de la aplicación del pretest y el posttest en los grupos control y experimental, permitiendo así una comparación de los datos antes y después de la intervención. Esta presentación de resultados incluye un análisis de las diferencias observadas entre ambos grupos, evaluando la efectividad de la intervención y proporcionando una comprensión clara de los cambios ocurridos en el contexto del estudio. Asimismo, se destacan las respuestas obtenidas a través de la entrevista estructurada, la cual permitió a los estudiantes evaluar y analizar las experiencias y conocimientos adquiridos durante el desarrollo del proyecto. Se presentan las categorías de análisis, resaltando los diferentes elementos identificados en cada una de ellas. Para el tratamiento de datos, se siguieron las recomendaciones de Hernández et al. (2014).

#### **4.1. Aplicación Estrategia STEAM: EcoMath: Ilumina tu espacio**

---

Se implementó la estrategia STEAM planteada, siguiendo cada uno de los diferentes momentos definidos en el diseño inicial. Durante la ejecución, se contó con la participación activa de los estudiantes del grupo experimental, quienes se involucraron en cada una de las actividades programadas. Esta participación no solo fue clave para el desarrollo de la estrategia, sino que también proporcionó información valiosa sobre la forma en que los estudiantes interactuaron con los distintos elementos del enfoque STEAM.

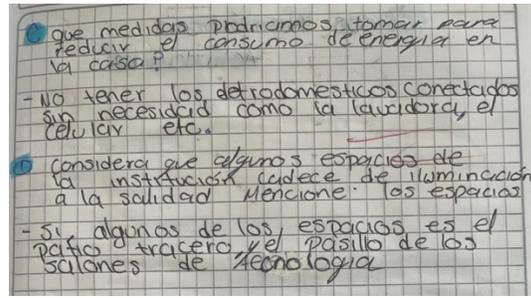
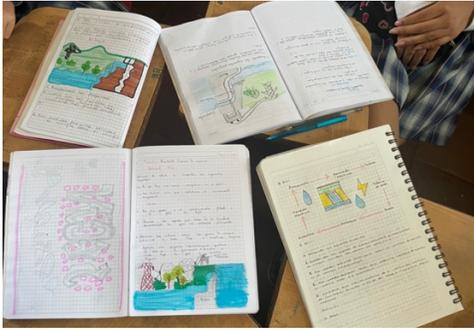
A continuación, se presenta una breve descripción de la aplicación para cada uno de los momentos, destacando cómo se integraron las diferentes disciplinas STEAM en el proceso de enseñanza aprendizaje.

**Momento 1. Exploración de Saberes Previos.** Se presenta la problemática a partir de los videos seleccionados y se establecen los grupos de trabajo que se mantendrán durante la realización del proyecto. Los grupos discuten y responden a cada uno de los interrogantes planteados, fomentando la colaboración y el intercambio de ideas. Además, se lleva a cabo una lluvia de ideas sobre las fuentes de energía actuales y las medidas para reducir el consumo de energía en el colegio y en casa, registrando la información relevante que los estudiantes ya conocen sobre el tema. Esta etapa permitió identificar las ideas previas de los estudiantes y establecer una base común de conocimientos. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan imágenes de las actividades de este momento, incluyendo las consolidaciones grupales, la utilización de recursos visuales así como las respuestas a los interrogantes planteados.

## Figura 2

*Imágenes del momento 1. Actividad 1- Problemática energética.*



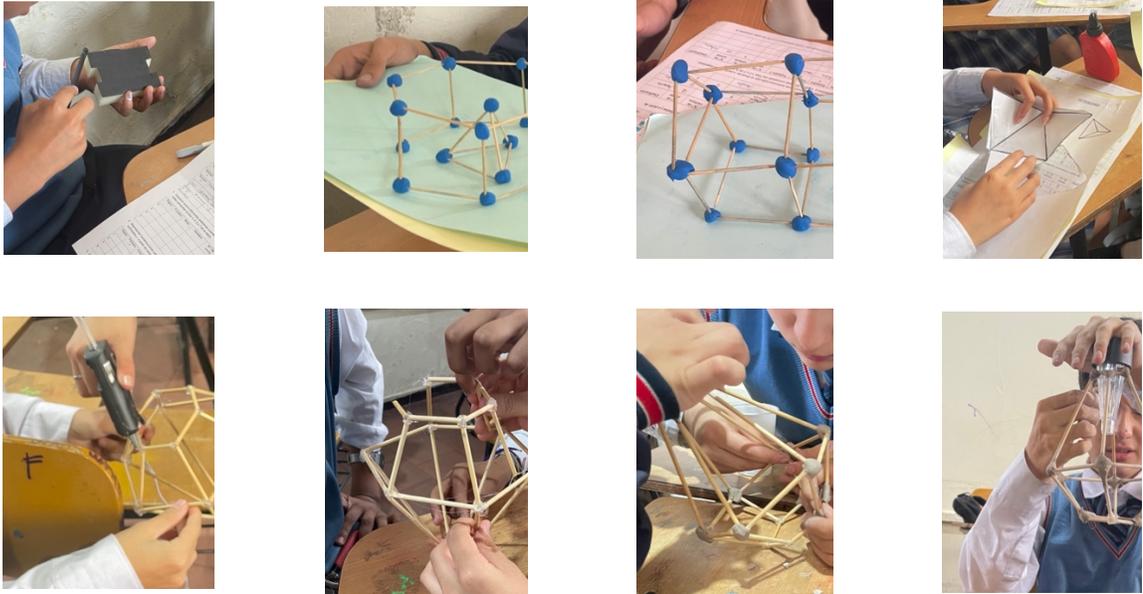


**Momento 2. Planificación y acción.** A partir de la sensibilización a la problemática energética, cada grupo de estudiantes plantea sus respuestas a la pregunta que guía la realización del proyecto. Entre las diferentes respuestas que dieron los grupos se encuentran: “paneles solares para alimentar bombillas, lámparas, etc., y así iluminar un pasillo”, “poner una lámpara solar” “proponemos una lámpara solar para iluminar el área de tecnología”

**Momento 3. Desarrollo y organización.** En este momento se desarrollaron actividades encaminadas a identificar los diferentes tipos de sólidos, reconocer sus elementos y diseñar un sólido que se construirá como lámpara geométrica. Además, se realizó una prueba de eficiencia del panel solar. Las actividades realizadas fueron la identificación de sólidos (Actividad 3), poliedros a nuestro alrededor (Actividad 4) y construyendo lámparas solares (Actividad 5). Estas actividades no solo fomentaron la comprensión de los sólidos geométricos y su aplicación práctica, sino que también promovieron el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la creatividad en la solución de problemas. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan imágenes de la ejecución de estas actividades.

**Figura 3**

*Imágenes del momento 3. Actividades 3, 4 y 5*



**Momento 4. Comunicación y aplicación.** Durante la realización de la Actividad 6, correspondiente a esta etapa, los estudiantes documentaron diversas etapas de la elaboración de la lámpara y consolidaron esta información en un video. En el video, destacaron los procesos, los desafíos enfrentados y los conocimientos adquiridos durante el proyecto. Esta socialización se realizó ante diferentes grupos de estudiantes. Este ejercicio no solo refuerza las habilidades comunicativas de los estudiantes, sino que también promueve la colaboración y el intercambio de ideas en un entorno académico más amplio. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** , se presentan algunas imágenes de videos elaborados por cada grupo de estudiantes.

**Figura 4**

*Imágenes del momento 4. Actividad 6*



**Momento 5. Reflexión y Metacognición.** En la realización de la Actividad 7, correspondiente a la reflexión sobre los proyectos realizados, cada grupo llevó a cabo reflexiones sobre los proyectos de sus demás compañeros. Aunque todos trabajaron en el mismo proyecto, cada grupo se enfrentó a diferentes situaciones y desafíos, lo que permitió un enriquecedor intercambio de experiencias y aprendizajes. Este proceso de reflexión ayudó a consolidar el aprendizaje, promovió una comprensión más profunda de los conceptos trabajados y fomentó una actitud crítica y constructiva hacia el trabajo en equipo y la resolución de problemas. Además, en este momento se llevó a cabo la entrevista estructurada diseñada para facilitar la reflexión sobre los aprendizajes adquiridos. La entrevista constaba de 12 preguntas, de las cuales cada estudiante respondió a 4 seleccionadas y entregadas en una ficha (Apéndice 11). En la Figura 5, se muestran algunas imágenes que presentan las respuestas proporcionadas por los estudiantes durante la entrevista.

**Figura 5**

## Imágenes del momento 5. Actividad 7

1. Trabajo en equipo y Colaboración y Rapidez

5. Pues la percepción sería que nos ayuda como a calcular bien las medidas que tenemos que tomar y como a saber bien como están ubicados los palillos y también a saber cuanto debía el Panel

9. La dificultad fue cuando queríamos pegar los palillos se caían y de pues los pegabamos se caían, ya que después hacíamos una base y no encajaban porque nos quedaban mal pegados o torcidos. Pero apesar de todo fue trabajo en equipo y nos ayudamos, nos quedó linda la lámpara.

Preguntas del Proyecto Ecomath

3. ¿Fue la verdad por parte si por parte la parte de si el panel que todo tiene su medida para todo por ejemplo con la última medición medidas de los palillos si no seguies esas medidas no nos quedara? ¿Si volveria a repetir lo que me gustan este tipo de proyectos me parecen creativos y espero que hallen más proyectos de este tipo así aprenderemos más y nos vamos acentrar más en la matemática.

4. ¿Que hay otro tipo de manera de pensar y que todo no es tan fácil como pensamos o creemos que tenia que cuidar las cosas que tenia muy al vector nos son cosas básicas tengo que cuidar las cosas

Preguntas del Proyecto Ecomath

3. Efectivamente considero que las actividades que se realizaron del proyecto son útiles para conscientizar en el consumo de energía y edificar las diversas formas geométricas en la vida cotidiana

7. Si volveria a participar en un proyecto así para aprender posiblemente conocimientos que podrían quedar en el aire y enseñarlo a las demás personas para que lo sepan

11. Con este proyecto he aprendido a: como funciona el proceso de llegar la energía a nuestras casas de una manera a identificar formas geométricas y hacer estructuras con esto

Preguntas del proyecto. Ecomath

2. Nueva visión para identificar diferentes fragmentos, También para tener un mejor manejo sobre las diferentes estructuras, y aprender como funciona o se crean diferentes objetos y fragmentos.

6. Tener más concentración, paciencia, tener tolerancia ser detallista y prestar mucha atención de lo que estamos haciendo. Antes de empezar tener todo claro y que todo quede mejor.

10. La parte en la que aprendíamos más sobre las figuras, las caras, vértices y demás. O cuando trabajamos con estructuras para que queden fuertes y bien echas.

## 4.2. Análisis Descriptivo. Grupos Control y Experimental

El análisis descriptivo que se presenta a continuación se enfoca en los datos sociodemográficos, con el objetivo de identificar la edad y el género de los estudiantes. Estos datos permiten identificar relaciones existentes y compararlas con otros estudios, facilitando discusiones sobre los resultados. Además del análisis sociodemográfico, se realizó un análisis de medias para evaluar los cambios en las actitudes hacia las matemáticas antes y después de la implementación de la estrategia STEAM. Este análisis de medias se basó en los resultados obtenidos de la Escala Actitud hacia las Matemáticas (EAM), que incluyó las pruebas pretest y posttest aplicadas tanto al grupo control como al grupo experimental. Los datos fueron analizados

utilizando el programa SPSS 25.0 para IOS, lo que permitió realizar comparaciones detalladas entre los grupos y momentos de medición.

#### 4.2.1 Datos Sociodemográficos

El grupo control (curso 808) está conformado por 24 estudiantes, mientras que el grupo experimental (curso 807) presenta 30 estudiantes. La edad promedio del grupo control fue de 13.9 años (DE=1.02), y la del grupo experimental fue de 13.7 años (DE= 0.88). En la Tabla 3 se presenta la conformación de los grupos control y experimental por sexo. En la Figura 6 se muestra la distribución de los grupos control y experimental por edad.

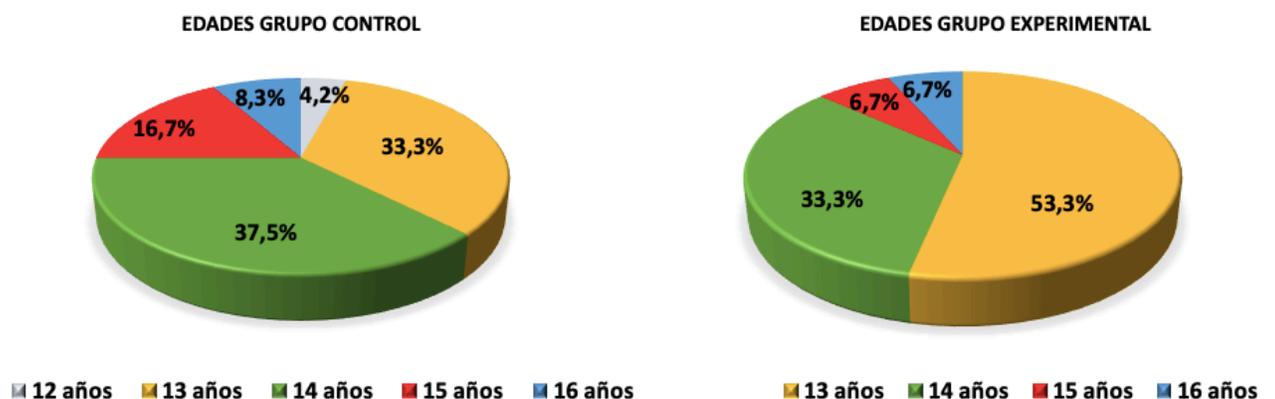
**Tabla 3**

*Conformación de la muestra por sexo*

Sexo	Grupo control (n=24)		Grupo experimental (n=30)	
	f	%	f	%
Femenino	15	62.5	17	56.7
Masculino	9	37.5	13	43.3

**Figura 6**

*Conformación de los grupos control y experimental por edad*



#### 4.2.2 Medida de la Actitud. Pruebas Pretest y Postest.

Aplicada la escala de actitud hacia las matemáticas de Auzmendi (1992), se establece la medida de la actitud hacia las matemáticas de cada uno de los participantes de los grupos control y experimental antes y después de la intervención. Es importante señalar que las respuestas se ubican en una escala Likert de 1 a 5, donde 1 representa el valor más desfavorable, 5 el más favorable, y 3 un valor neutro. Además, se destaca la necesidad de invertir la puntuación para las respuestas de los ítems redactados de manera negativa de la escala original.

A partir de los resultados de las pruebas pretest en los grupos control y experimental, se obtuvo una consistencia interna, medida por el alfa de Cronbach, de .84 para el total de la escala. Para los diferentes factores, los valores de alfa de Cronbach fueron los siguientes: .83 para el factor Ansiedad, .84 para el factor Agrado, .56 para el factor Utilidad, .58 para el factor Motivación y .63 para el factor de confianza (Hernández et al.,2014). En la Tabla 4 se presentan las medias de la escala de actitud hacia las matemáticas y de cada uno de sus factores, para los grupos control y experimental, en las pruebas pretest y postest.

**Tabla 4**

*Medias de la escala actitud hacia las matemáticas y de sus factores. Prueba pretest y postest en grupos control y experimental.*

Escala / Factor	Pretest				Postest			
	Control		Experimental		Control		Experimental	
	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>	$\bar{x}$	<i>s</i>
Actitud Matemática	3.12	0.53	2.99	0.41	3.12	0.56	3.27	0.40
Ansiedad	3.28	0.56	3.02	0.75	3.09	0.68	3.31	0.74
Agrado	2.86	1.06	2.55	0.84	3.07	0.97	3.09	0.85
Utilidad	2.93	0.68	3.14	0.46	3.01	0.66	3.29	0.62
Motivación	2.72	0.78	2.6	0.55	2.85	0.65	2.71	0.65
Confianza	3.78	0.89	3.58	0.76	3.73	0.79	3.92	0.64

Para describir los resultados, se calculó la media aritmética de las puntuaciones obtenidas por los estudiantes en cada una de las pruebas. Estos resultados permiten observar que, en la escala de actitud hacia las matemáticas en la prueba pretest, el grupo control presentó una medida mayor que el grupo experimental. En la prueba posttest, se encuentra que la medida en el grupo control permaneció igual, mientras que en el grupo experimental esta medida presentó un aumento de 0.28. De esta manera, después de la intervención, el grupo experimental mostró una medida de actitud hacia las matemáticas mayor a la del grupo control. Para el factor ansiedad, el grupo control, que presentó una medida mayor en la prueba pretest, mostró una disminución de 0.19, mientras que el grupo experimental presentó un aumento de 0.29. De esta manera, en la prueba posttest, el grupo experimental presentó mayor medida que el grupo control.

En el factor agrado, en la prueba pretest, el grupo control presentó una medida mayor que el grupo experimental. En la prueba posttest, se evidenció un aumento en ambos grupos, siendo mayor en el grupo experimental, que finalizó con una medida superior a la del grupo control. El grupo experimental mostró un aumento de 0.54, mientras que el grupo control presentó un aumento de 0.21. En el factor Utilidad, el grupo experimental presentó una mayor medida tanto en la prueba pretest como en la posttest. Aunque ambos grupos mostraron aumentos, el grupo experimental tuvo un incremento de 0.15, mientras que el grupo control tuvo un incremento de 0.08.

Para el factor motivación, el grupo control presentó una mayor medida en la prueba pretest y posttest, con un aumento del promedio de 0.13, mientras que el grupo experimental tuvo un aumento de 0.11. Se observa que el factor motivación es el que presenta menor medida de toda la escala para el grupo control y experimental. En cuanto al factor confianza, el grupo control presentó una medida mayor en la prueba pretest. En la prueba posttest, el grupo control disminuyó en 0.05, mientras que el grupo experimental aumento en 0.34.

En general, el grupo experimental presentó aumentos en la escala y en todos los factores, con incrementos que van desde 0.11 hasta 0.54. El mayor aumento para el grupo experimental se observó en el factor agrado, con un cambio de medias de 2.55 a 3.09, lo que representa una diferencia de 0.54. El grupo control presentó aumentos en tres de factores (agrado, motivación y utilidad), disminución en dos factores (confianza y ansiedad) y no mostró cambio en la escala general, con variaciones que van desde -0.19 hasta 0.21. En el grupo control, el mayor aumento también se observó en el factor agrado, con un cambio en las medias de 2.86 a 3.07, lo que corresponde a una diferencia de 0.21. El factor con mayor disminución fue el factor Ansiedad, con una disminución de -0.19. el factor con la medida más baja de toda la escala es el factor Motivación

Dado que los valores posibles del promedio se encuentran entre 1 y 5, se distribuyen en tres intervalos de representan diferentes niveles de actitud hacia las matemáticas: bajo (1.0 a 2.3), medio (2.4 a 3.7) y alto (3.8 a 5.0). En este contexto, los valores promedio en la escala y en los factores ansiedad, agrado, utilidad y motivación indican una actitud generalmente media hacia las matemáticas. Esto sugiere que, aunque se han observado incrementos en las medidas, la actitud general de los estudiantes hacia las matemáticas se mantiene en un nivel intermedio. En cuanto al factor confianza, se registró un nivel alto tanto en las pruebas pretest como postest para el grupo control. Por otro lado, para el grupo experimental, hubo un aumento de nivel medio a alto entre la prueba pretest y postest.

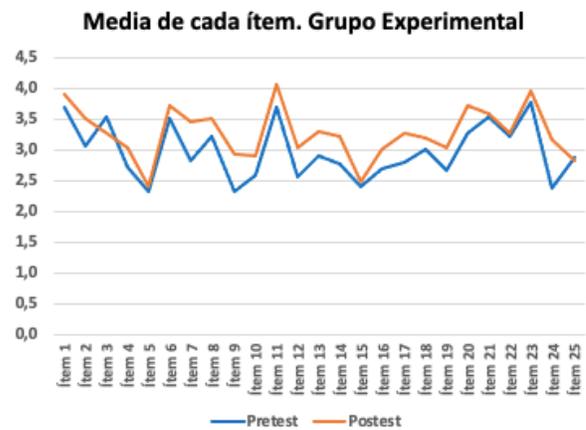
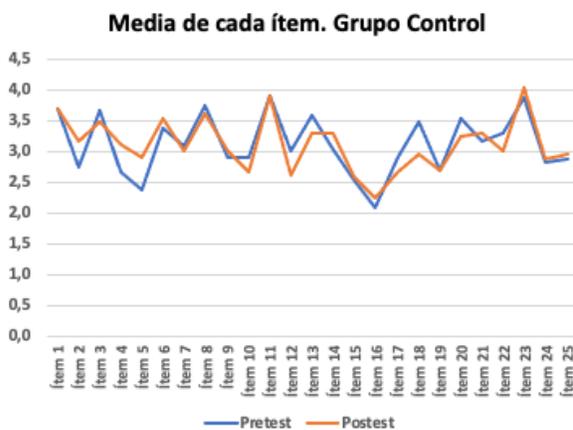
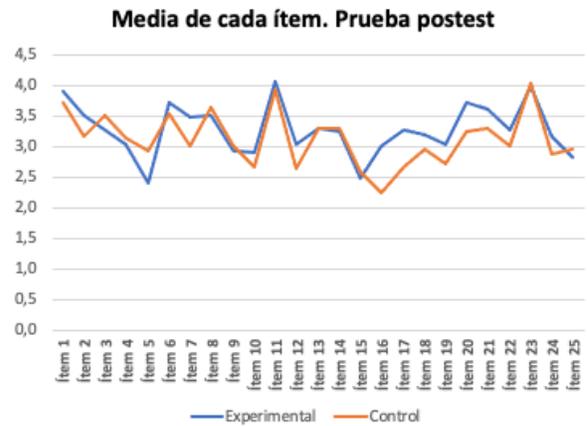
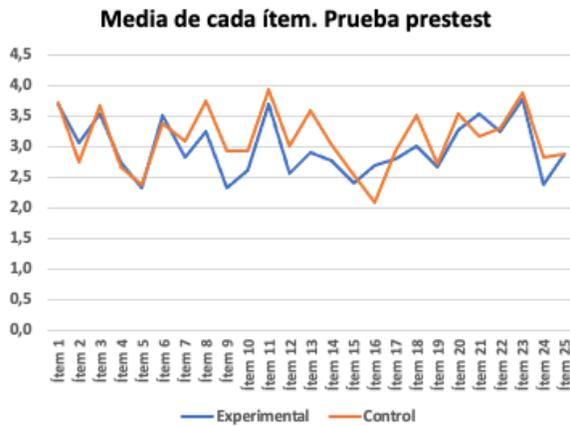
#### ***4.2.3 Medida de Cada Ítem de la EAM. Pruebas Pretest y Postest.***

Los resultados obtenidos en la aplicación de las pruebas pretest y postest permiten observar que hay ítems con promedios bajos o altos. En la .

Figura 7 se presentan cada ítem de la escala con sus promedios para el grupo control y grupo experimental, permitiendo identificar las tendencias y diferencias significativas entre los grupos antes y después de la implementación de la intervención. Para interpretar los resultados utilizando la media de cada ítem, es importante considerar que se utilizó una escala Likert con opciones de respuesta que van de 1 a 5. Cada afirmación positiva se valora con 5 puntos (Totalmente de acuerdo), 4 puntos (de acuerdo), 3 puntos (ni de acuerdo ni en desacuerdo), 2 puntos (en desacuerdo) y 1 punto (totalmente en desacuerdo). Mientras que las afirmaciones negativas se puntúan considerando 5 puntos (Totalmente en desacuerdo), 4 puntos (en desacuerdo), 3 puntos (ni de acuerdo ni desacuerdo), 2 puntos (de acuerdo) y 1 punto (totalmente de acuerdo).

**Figura 7**

*Medias de las Respuestas dadas a las 25 ítems de la escala de actitudes hacia las matemáticas. Prueba pretest y postest*



En la prueba pretest, los ítems con las medias más altas para ambas grupos corresponden al ítem 11: “Tener buenos conocimientos de matemáticas incrementará mis posibilidades de trabajo”, el cual pertenece al factor confianza, con una media de 3.92 en el grupo control y 3.70 en el grupo experimental, También destaca el ítem 23: “Si me lo propusiera creo que llegaría a dominar bien las matemáticas”, relacionado igualmente con el factor confianza, con una media de 3.88 en el grupo control y 3.77 en el grupo experimental. Estos resultados evidencian que, tanto en el grupo control como en el experimental, los estudiantes tienen alta percepción de la importancia y confían en su capacidad para aprenderlas y dominarlas.

Por otra parte, en el ítem 5: “La matemática es demasiado teórica para que pueda servirme de algo”, que corresponde al factor de Motivación, ambos grupos coinciden en valores bajos, con una media de 2.38 para el grupo control y 2.33 para el grupo experimental. De igual manera, el ítem 15: “Espero tener que utilizar poco las matemáticas en mi vida profesional”, perteneciente al factor de Utilidad, también presenta valores bajos, con una media de 2.54 para el grupo control y 2.40 para el grupo experimental.

Para el grupo control, se registra un valor muy bajo en el ítem 16: “Considero que existen otras asignaturas más importantes que las matemáticas para mi futura profesión”, con una media de 2.08, correspondiente también al factor de Utilidad. Estos ítems presentan una dirección negativa, lo que indica que valores bajos conllevan a estar de acuerdo con las afirmaciones. Esto sugiere que los estudiantes tienen una percepción menos favorable respecto a la aplicabilidad práctica de las matemáticas y su utilidad en la vida profesional. También consideran que las matemáticas son muy teóricas y, por lo tanto, creen que hay otras asignaturas que son más importantes para su vida profesional.

En la prueba posttest, los ítems con las medias más altas para ambos grupos también corresponden a los mismos ítems de la prueba pretest. El ítem 11 tuvo una media de 3.92 en el grupo control y 4.07 en el grupo experimental, y el ítem 23 tuvo una media de 4.04 en el grupo control y 3.97 en el grupo experimental. Respecto a los valores bajos en los ítems del grupo control, se identificó que el ítem 16 y 15, que tuvieron un valor bajo en el pretest, se mantuvieron con una media baja de 2.25 y 2.58, respectivamente en el posttest.

Además, para el grupo control, aparecieron otros ítems que en la prueba pretest no se habían mostrado valores bajos, como el ítem 12: “Cuando me enfrento a un problema de matemáticas me siento incapaz de pensar con claridad”, con una media de 2.63, y el ítem 10: “Las matemáticas pueden ser útiles para el que decida realizar una carrera de “ciencias”, pero no

para el resto de los estudiantes” con un valor de media de 2.67. En el grupo experimental, los ítems con medias bajas fueron, al igual que en la prueba pretest, el ítem 5, con una media de 2.40, y el ítem 15, con una media de 2.47.

#### 4.2.4 Diferencias Entre Medida de la EAM. Pruebas Pretest y Postest

Para complementar la descripción de cada uno de los ítems de la escala de actitud hacia las matemáticas, en la Tabla 5 se presenta las medias de cada uno de los ítems y factores en las pruebas pretest y postest de los grupos control (Ctrl) y experimental (Exp). Esta tabla permite una comparación detallada y visual de las diferencias en las actitudes hacia las matemáticas antes y después de la intervención, facilitando la identificación de tendencias y cambios específicos en cada grupo.

**Tabla 5**

*Medias de los Ítems y factores de la escala de actitud hacia las matemáticas, de los grupos control y experimental en la prueba pretest y postest.*

N.º	ÍTEM	PRETEST		POSTEST		
		Ctrl	Exp	Ctrl	Exp	
		$\bar{x}$ (DE)	$\bar{x}$ (DE)	$\bar{x}$ (DE)	$\bar{x}$ (DE)	
ANSIEDAD	2	La asignatura de matemáticas se me da bastante mal.	2.75	3.07	3.17	3.50
	3	Estudiar o trabajar con las matemáticas no me asusta en absoluto.	3.67	3.53	3.50	3.27
	7	Las matemáticas es una de las asignaturas que más temo.	3.08	2.83	3.00	3.47
	8	Tengo confianza en mí mismo/a cuando me enfrento a un problema de matemáticas.	3.75	3.23	3.63	3.50
	12	Cuando me enfrento a un problema de matemáticas me siento incapaz de pensar con claridad.	3.00	2.57	2.63	3.03
	13	Estoy calmado/a y tranquilo/a cuando me enfrento a un problema de matemáticas.	3.58	2.90	3.29	3.30
	17	Trabajar con las matemáticas hace que me sienta nervioso/a.	2.92	2.80	2.67	3.27
	18	No me altero cuando tengo que trabajar en problemas de matemáticas.	3.50	3.00	2.96	3.20
	22	Las matemáticas hacen que me sienta incómodo/a y nervioso/a.	3.29	3.23	3.00	3.27
	<b>MEDIA</b>		<b>3.28</b>	<b>3.02</b>	<b>3.09</b>	<b>3.31</b>
			<i>(0.56)</i>	<i>(0.75)</i>	<i>(0.68)</i>	<i>(0.74)</i>
AGRA	4	Utilizar las matemáticas es una diversión.	2.67	2.73	3.13	3.03

	9	Me divierte el hablar con otros de matemáticas.	2.92	2.33	3.00	2.93
	14	Las matemáticas son agradables y estimulantes para mí.	3.04	2.77	3.29	3.23
	24	Si tuviera oportunidad me inscribiría en más cursos de matemáticas de los que son obligatorios.	2.83	2.37	2.88	3.17
	<i>MEDIA</i>		2.86 (1.06)	2.55 (0.84)	3.07 (0.97)	3.09 (0.85)
UTILIDAD	1	Considero las matemáticas como una materia muy necesaria en mis estudios.	3.71	3.70	3.71	3.90
	6	Quiero llegar a tener un conocimiento más profundo de las matemáticas.	3.38	3.50	3.54	3.73
	15	Espero tener que utilizar poco las matemáticas en mi vida profesional.	2.54	2.40	2.58	2.47
	16	Considero que existen otras asignaturas más importantes que las matemáticas para mi futura profesión.	2.08	2.70	2.25	3.00
	19	Me gustaría tener una ocupación en la cual tuviera que utilizar las matemáticas.	2.71	2.67	2.71	3.03
	21	Para mi futuro profesional la matemática es una de las asignaturas más importantes que tengo que estudiar.	3.17	3.53	3.29	3.60
	<i>MEDIA</i>		2.93 (0.68)	3.14 (0.46)	3.01 (0.66)	3.29 (0.62)
MOTIVACIÓN	5	La matemática es demasiado teórica para que pueda servirme de algo.	2.38	2.33	2.92	2.40
	10	Las matemáticas pueden ser útiles para el que decida realizar una carrera de "ciencias", pero no para el resto de los estudiantes.	2.92	2.60	2.67	2.90
	25	La materia que se imparte en las clases de matemáticas es muy poco interesante.	2.88	2.87	2.96	2.83
	<i>MEDIA</i>		2.72 (0.78)	2.60 (0.55)	2.85 (0.65)	2.71 (0.65)
CONFIANZA	11	Tener buenos conocimientos de matemáticas incrementará mis posibilidades de trabajo.	3.92	3.70	3.92	4.07
	20	Me provoca una gran satisfacción el llegar a resolver problemas de matemáticas.	3.54	3.27	3.25	3.73
	23	Si me lo propusiera creo que llegaría a dominar bien las matemáticas.	3.88	3.77	4.04	3.97
	<i>MEDIA</i>		3.78 (0.89)	3.58 (0.76)	3.73 (0.79)	3.92 (0.64)
	<i>MEDIA ESCALA ACTITUD HACIA LAS MATEMÁTICAS</i>		3.12 (0.53)	2.99 (0.41)	3.12 (0.56)	3.27 (0.40)

Para la interpretación de los ítems negativos, se debe tener en cuenta que al codificarse como 1=Totalmente de acuerdo a 5=Totalmente en desacuerdo, un aumento en el puntaje se interpreta como un incremento en el porcentaje de personas que están en desacuerdo con la afirmación.

En las pruebas pretest y posttest, las medias de cada ítem permiten identificar aquellos aspectos en los que el aumento fue mayor que en otros. En el factor ansiedad, el ítem 2 muestra un aumento en ambos grupos (0.42 en el grupo control y 0.43 en el experimental). El ítem 7 (negativo) presentó el segundo mayor aumento de toda la escala en el grupo experimental, con un valor de 0.64, en comparación con una disminución de 0.08 en el grupo control. En ítem 18 presentó la mayor disminución en el grupo control con un valor de -0.54.

En el factor Agrado, todos los ítems registraron un cambio positivo en ambos grupos. El grupo experimental mostró aumentos de 0.30, 0.60, 0.46 y 0.80 para los ítems 4, 9, 14 y 24 respectivamente. El grupo control registró aumentos de 0.46, 0.08, 0.25 y 0.05 para los mismos ítems. Se evidencia que el ítem 24 para el grupo experimental presentó el mayor aumento de toda la escala, con un aumento de 0.80.

En el factor Utilidad, ambos grupos presentaron cambios positivos, con valores entre 0.07 y 0.36 para el grupo experimental y entre 0 y 0.17 para el grupo control. En el factor de Motivación, el grupo experimental presentó una disminución de -0.04 en el ítem 25, y el grupo control presentó la disminución de -0.25 el ítem 10. En este factor, el ítem 5 mostró el mayor aumento de la escala para el grupo control, con un incremento de 0.54. Para el factor Confianza, el grupo experimental mostró aumentos de 0.37, 0.46 y 0.2 para los ítems 11, 20 y 23 respectivamente. En contraste, el grupo control mostró aumentos de 0, -0.29 y 0.16 para los mismos ítems.

Los resultados indican que el grupo experimental mostró aumentos en 23 ítems de la escala de actitud hacia las matemáticas, en contraste con el grupo control, que presentó aumentos en 12 ítems y no mostró cambios en 3 ítems.

#### 4.2.4 Actitud Hacia las Matemáticas de Mujeres y Hombres

Analizar las actitudes hacia las matemáticas y cómo varían entre mujeres y hombres en los grupos control y experimental tiene como objetivo entender las dinámicas de género en la educación matemática y evaluar la efectividad de la intervención con enfoque STEAM. Se busca determinar la existencia de diferencias antes y después de la intervención educativa. En la Tabla 6 se presentan las medias de la escala actitud hacia las matemáticas y sus factores por género para los grupos control y experimental en las pruebas pretest y postest.

**Tabla 6**

*Medias de la escala de actitud hacia las matemáticas y sus factores por género*

Escala / Factor	Grupo Pretest				Grupo Postest			
	Control		Experimental		Control		Experimental	
	Mujer M (DE)	Hombre M (DE)	Mujer M (DE)	Hombre M (DE)	Mujer M (DE)	Hombre M (DE)	Mujer M (DE)	Hombre M (DE)
Actitud Matemática	2.96 (0.56)	3.39 (0.39)	3.05 (0.35)	2.91 (0.47)	3.02 (0.63)	3.28 (0.37)	3.26 (0.33)	3.29 (0.48)
Ansiedad	3.11 (0.53)	3.57 (0.50)	2.86 (0.73)	3.23 (0.74)	2.99 (0.80)	3.26 (0.40)	3.13 (0.69)	3.55 (0.76)
Agrado	2.57 (1.08)	3.36 (0.86)	2.76 (0.55)	2.27 (1.08)	2.77 (0.97)	3.58 (0.78)	3.20 (0.40)	2.94 (1.22)
Utilidad	2.80 (0.75)	3.15 (0.52)	3.34 (0.31)	2.88 (0.50)	2.94 (0.70)	3.12 (0.60)	3.34 (0.36)	3.22 (0.87)
Motivación	2.87 (0.82)	2.48 (0.67)	2.82 (0.39)	2.31 (0.60)	2.98 (0.51)	2.63 (0.82)	2.98 (0.52)	2.36 (0.66)
Confianza	3.49 (0.89)	4.26 (0.68)	3.67 (0.54)	3.46 (0.99)	3.64 (0.82)	3.89 (0.74)	3.84 (0.62)	4.02 (0.67)

En la escala actitud hacia las matemáticas se observa que en la prueba pretest, los hombres presentan una mayor medida en el grupo control y una menor medida en el grupo experimental. En la prueba postest, los hombres presenten una mayor medida en ambos grupos. En el grupo control, la medida para las mujeres aumentó (0.06) en la prueba postest, mientras que para los hombres disminuyó (-0.11). En el grupo experimental, las medias aumentaron tanto para hombres como para mujeres en la prueba postest, con un incremento mayor en los hombres (0.38) que en las mujeres (0.21).

En el factor ansiedad, los hombres presentan una mayor medida tanto en el grupo control como en el grupo experimental en las pruebas pretest y postest. En el grupo control, se observó

una disminución en las medidas para hombres (-0.31) y mujeres (-0.12) de la prueba pretest a la posttest. En el grupo experimental, se observó un aumento tanto para los hombres (0.32) como para las mujeres (0.27) de la prueba pretest a la posttest.

En el factor agrado, los hombres presentan una mayor medida en el grupo control en ambas pruebas, mientras que las mujeres presentan una mayor medida en el grupo experimental en ambas pruebas. Tanto en el grupo control como en el experimental, se observaron aumentos en las medidas. En el grupo control, los hombres tuvieron un aumento de 0.22 y de mujeres un aumento de 0.20. En el grupo experimental, los hombres mostraron un aumento de 0.67 y las mujeres un aumento de 0.44.

En el factor utilidad, los hombres presentaron una mayor medida tanto en la prueba pretest como en la posttest del grupo control, con una disminución para los hombres (-0.02) y un aumento para las mujeres (0.14). En el grupo experimental, las mujeres mostraron una mayor medida tanto en la prueba pretest como en la posttest, con un aumento de 0.33 para los hombres y sin cambios en la medida para las mujeres.

En el factor motivación, las mujeres mostraron una mayor medida en ambos grupos y en ambas pruebas. En el grupo control, se observaron aumentos de 0.15 y 0.11 respectivamente para hombres y mujeres. En el grupo experimental, los aumentos fueron de 0.05 y 0.16 para hombres y mujeres respectivamente.

Para el factor confianza, en el grupo control los hombres mostraron una mayor medida tanto en la prueba pretest como en la posttest, con una disminución de -0.37 para los hombres y un aumento de 0.16 para las mujeres. En el grupo experimental, las mujeres presentaron una mayor medida en la prueba pretest, mientras que en la prueba posttest fueron los hombres quienes mostraron una mayor medida. Tanto hombres como mujeres aumentaron en 0.56 y 0.18 respectivamente.

En general, se observó que, en los factores de ansiedad y motivación, las tendencias iniciales se mantuvieron entre hombres y mujeres en ambos grupos, respectivamente. En el factor ansiedad, ambos grupos presentaron una mayor medida en hombres tanto en la prueba pretest como en la posttest. En el factor motivación, las mujeres presentaron una mayor medida en ambos grupos y en ambas pruebas. En el grupo experimental, los aumentos fueron mayores para las mujeres, mientras que en el grupo control, el mayor aumento se observó en los hombres.

En conclusión, la estrategia STEAM parece haber tenido un impacto positivo, especialmente en las mujeres del grupo experimental, donde se observaron mayores aumentos en la motivación. Asimismo, la estrategia pudo influir en la escala y en sus factores de ansiedad, agrado, utilidad y confianza, ya que los hombres en el grupo experimental presentaron mayores cambios en comparación con las mujeres. En contraste, en el grupo control, los hombres mostraron disminuciones.

En la escala general y los factores de agrado, utilidad y confianza, se encontraron efectos variados según el género. Por ejemplo, en el factor agrado, los hombres predominaban en el grupo control, mientras que las mujeres predominaron en el grupo experimental. En la escala y en el factor confianza del grupo experimental, se observó un cambio en la medida mayor de mujeres a hombres entre la prueba pretest y posttest, lo que sugiere que la estrategia STEAM pudo tener una mayor influencia en los hombres.

#### ***4.2.5 Nivel de Actitud Hacia las Matemáticas. Prueba Pretest***

El nivel de actitudes hacia las matemáticas se calculó mediante el proceso de baremación, determinando los valores mínimos y máximos posibles para cada factor según el número de ítems correspondientes. Estos valores se dividieron en tres niveles: bajo, medio y alto, como se presenta en la Tabla 7.

**Tabla 7***Intervalo para cada nivel en la escala actitud hacia las matemáticas*

Nivel	Actitud Matemática	Factor				
		Ansiedad	Agrado	Utilidad	Motivación	Confianza
Bajo	25-58	9-21	4-9	6-14	3-7	3-7
Medio	59-92	22-33	10-15	15-22	8-11	8-11
Alto	93-125	34-45	16-20	23-30	12-15	12-15

Las respuestas a los ítems correspondientes a cada factor se sumaron y los valores obtenidos se agruparon según cada nivel. En la Tabla 8 se detallan los resultados de la clasificación de los estudiantes según su nivel de actitud: alta, media o baja. También se presentan los resultados del nivel de actitud respecto a cada uno de los factores que componen la escala de actitudes. Esta clasificación permitió comprender mejor las predisposiciones de los estudiantes hacia las matemáticas antes de la intervención, proporcionando un contexto esencial para el análisis posterior de los resultados.

**Tabla 8***Nivel de actitud hacia las matemáticas de los grupos control y experimental en la prueba pretest*

Escala/factor	Control Pretest (n=24)						Experimental Prestes (n=30)					
	Bajo		Medio		Alto		Bajo		Medio		Alto	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Actitud Matemática	2	8.30	19	79.2	3	12.5	2	6.70	26	86.6	2	6.70
Factor Ansiedad	0	0.00	19	79.2	5	20.8	4	13.3	21	70.0	5	16.7
Factor Agrado	10	41.7	8	33.3	6	25.0	9	30.0	20	66.7	1	3.30
Factor Utilidad	4	16.7	18	75.0	2	8.30	3	10.0	25	83.3	2	6.70
Factor Motivación	10	41.7	11	45.8	3	12.5	12	40.0	18	60.0	0	0.00
Factor Confianza	2	8.30	11	45.8	11	45.8	1	3.30	17	56.7	12	40.0

Estos resultados evidencian que tanto el grupo control como el grupo experimental presentan un mayor porcentaje de estudiantes en nivel medio de actitud hacia las matemáticas.

Sin embargo, el grupo experimental tiene un porcentaje mayor en este nivel, mientras que el grupo control distribuye un porcentaje mayor en los niveles bajo y alto en comparación con el grupo experimental.

Respecto al factor Ansiedad, se observa que, en ambos grupos, control y experimental, la mayoría de los estudiantes presentan un nivel medio. Es destacable que el grupo control no tiene estudiantes en nivel bajo, mientras que el grupo experimental presenta un 13.3 % de estudiantes en este nivel. En el factor Agrado, se observa una diferencia entre los dos grupos: el grupo control muestra una mayor proporción de estudiantes en el nivel bajo, mientras que en el grupo experimental predominan en el nivel medio. Es importante destacar que el grupo control también presenta un porcentaje considerable de estudiantes en el nivel alto.

Para el factor Utilidad, tanto el grupo control como el experimental muestran una tendencia de actitud en el nivel medio. Sin embargo, el grupo control presenta un mayor porcentaje de estudiantes en los niveles alto y bajo en comparación con el grupo experimental. En el factor Motivación, se observan semejanzas en ambos grupos, con predominio de un nivel medio y un porcentaje considerable en nivel bajo. Mientras que el grupo experimental no presenta estudiantes en nivel alto, el grupo control contempla un 12.5% en este nivel. Finalmente, en cuanto al factor Confianza, ambos grupos, tanto el grupo control como el experimental, muestran un nivel medio. No obstante, se observa que el grupo control tiene un porcentaje igual y significativo de nivel alto (45.8%), mientras que el grupo experimental también presenta un porcentaje considerable en este nivel (40%).

Los resultados muestran que en todos los factores de la escala, el grupo control tiene un mayor porcentaje de estudiantes en nivel alto en comparación con el grupo experimental. Se concluye que en la escala de actitud hacia las matemáticas, así como en los factores de ansiedad, utilidad, motivación y confianza, ambos grupos presentan un nivel medio. En cuanto al factor de

agrado, se observa un nivel bajo para el grupo control y nivel medio para grupo experimental. Además, se destaca que los mayores porcentajes de estudiantes en nivel alto se encontraron en la dimensión de confianza, mientras que para el nivel bajo, los porcentajes altos se observaron en los factores de agrado y motivación para ambos grupos.

#### **4.2.6 Nivel de Actitud Hacia las Matemáticas. Prueba Postest**

Después de la implementación de la estrategia STEAM: ECOMATH: ilumina tu espacio, se aplicó la prueba postest utilizando la misma escala de actitud hacia las matemáticas empleada en el pretest. Estas medidas permiten evaluar el impacto de la estrategia en la actitud hacia las matemáticas de los estudiantes, destacando posibles diferencias o mejoras en la ansiedad, agrado, utilidad, motivación y confianza hacia la materia en el grupo experimental tras la intervención.

Los niveles de actitud, alta, media o baja, calculados a partir de los resultados de la prueba postest se presentan en la

Tabla 9.

**Tabla 9**

*Nivel de actitud hacia las matemáticas de los grupos control y experimental en la prueba postest*

Escala/factor	Control Postest (n=24)						Experimental Postest (n=30)					
	Bajo		Medio		Alto		Bajo		Medio		Alto	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Actitud Matemática	1	4.20	20	83.3	3	12.5	1	3.30	26	86.7	3	10.0
Factor Ansiedad	4	16.7	15	62.5	5	20.8	2	6.70	21	70.0	7	23.3
Factor Agrado	5	20.8	15	62.5	4	16.7	4	13.3	21	70.0	5	16.7

Factor Utilidad	4	16.7	16	66.7	4	16.7	2	6.70	23	76.7	5	16.7
Factor Motivación	5	20.8	17	70.8	2	8.30	9	30.0	20	66.7	1	3.30
Factor Confianza	1	4.20	13	54.2	10	41.7	0	0.00	15	50.0	15	50.0

Respecto a la escala Actitud hacia las Matemáticas, los resultados de la prueba postest evidencia que el grupo experimental presenta un menor porcentaje de estudiantes en nivel bajo en comparación con el grupo control. En el grupo experimental, hay un mayor porcentaje de estudiantes en el nivel medio. En el factor Ansiedad, el grupo experimental logra un menor porcentaje de estudiantes en un nivel bajo y un mayor porcentaje en los nivel medio y alto comparado con el grupo control.

En el factor Agrado, el grupo experimental muestra un menor porcentaje de estudiantes en el nivel bajo y un mayor porcentaje en el nivel medio, manteniendo el mismo porcentaje en el nivel alto que el grupo control. En el factor Utilidad, el grupo experimental tiene un menor porcentaje de estudiantes en el nivel bajo y un mayor porcentaje en el nivel medio comprado con el grupo control, manteniendo el mismo porcentaje en el nivel alto. En el factor Motivación, el grupo experimental tiene un mayor porcentaje de estudiantes en el nivel bajo y un menor porcentaje en el nivel alto en comparación con el grupo control. En el factor Confianza, el grupo experimental no tiene estudiantes en el nivel bajo y tiene un mayor porcentaje en el nivel alto comparado con el grupo control.

Se evidencia que el factor Motivación presenta el mayor porcentaje de estudiantes en el nivel bajo en toda la escala (20.8% en el grupo control y 30.0% en el grupo experimental), mientras que el factor Confianza reporte el mayor porcentaje en nivel alto en cada grupo (41.7% en el grupo control y 50.0% en el grupo experimental).

En general, los datos indican que el grupo experimental presenta menor porcentaje de estudiantes en nivel bajo en todos los factores, excepto en el factor Motivación. Se resalta que,

en los factores de Agrado y Utilidad, ambos grupos presenta el mismo porcentaje de estudiantes en nivel alto. En los factores de Ansiedad y Confianza, el grupo experimental logra un mayor porcentaje de estudiantes en nivel alto que el grupo control. Se destaca, que tanto el grupo control como el experimental, en la escala de actitud hacia las matemáticas y en cada uno de los factores, se encuentran en actitud en nivel medio, con una tendencia para el grupo experimental, en el factor de confianza un valor del 50% en nivel alto.

La estrategia STEAM puede haber influido en mejores resultados en la escala general y en todos los factores evaluados del grupo experimental. De la prueba pretest a la postest, se observó un aumento en el porcentaje de estudiantes en el nivel alto y una disminución en el porcentaje de estudiantes en el nivel bajo. En contraste el grupo control, mostró menores porcentajes en el nivel alto para los factores de agrado, motivación y confianza, y mantuvo el mismo porcentaje en la escala general y en los factores de ansiedad y utilidad. Además, el grupo control presentó un aumento en el nivel bajo en el factor de ansiedad.

### **4.3. Análisis Inferencial**

---

En esta sección, se comparan las medidas de la actitud hacia las matemáticas entre los resultados de las pruebas pretest y postest dentro del grupo control y del grupo experimental (intragrupos). Posteriormente, se compara esta medida entre los resultados de la prueba pretest y postest entre el grupo control y el experimental (entregrupos). Se realizan diversas pruebas estadísticas para determinar el enfoque adecuado y verificar la equivalencia entre grupos. Además, se llevan a cabo pruebas de normalidad para identificar la distribución de los datos y decidir qué tipo de estadística utilizar. Esta verificación es fundamental para asegurar la validez de las comparaciones posteriores entre los grupos control y experimental.

#### 4.3.1 Comparación en las Medidas de las Pruebas Pretest y Postest de la EAM. Grupo Control

Para el grupo control, se procede a determinar qué cambios de actitud hacia las matemáticas se presentaron en ausencia de la intervención con la estrategia STEAM. Para ello, se realiza una prueba de normalidad sobre los valores del pretest y postest de este grupo. Las hipótesis planteadas son las siguientes:

H0= Los datos presentan distribución normal

H1= Los datos presentan distribución no normal

Con un nivel de significancia del 95% y muestra menor a 50, se utiliza la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos. La decisión se toma de acuerdo a los siguientes criterios: si  $p > .05$ , no se rechaza la hipótesis nula (H0); si  $p \leq .05$ , se rechaza la hipótesis nula (H0). Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 10, junto con las conclusiones correspondientes.

**Tabla 10**

*Prueba Shapiro-Wilk para el grupo control en las prueba pretest y postest*

Escala / Factor	Grupo	IC 95%		SHAPIRO-WILK		Conclusión
		Estadístico	gl	p	alfa	
Actitud Matemática	Pretest	.98	24	.98	> .05	Normal
	Postest	.95	24	.39	> .05	Normal
Ansiedad	Pretest	.95	24	.35	> .05	Normal
	Postest	.97	24	.73	> .05	Normal
Agrado	Pretest	.95	24	.33	> .05	Normal
	Postest	.97	24	.076	> .05	Normal
Utilidad	Pretest	.93	24	.10	> .05	Normal
	Postest	.96	24	.44	> .05	Normal
Motivación	Pretest	.91	24	.033	≤ .05	No normal

	Postest	.87	24	.007	≤ .05	No normal
Confianza	Pretest	.94	24	.18	> .05	Normal
	Postest	.95	24	.22	> .05	Normal

Para los análisis correspondientes, se utiliza la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas en la escala o en los factores que presentan un comportamiento de datos no normal en una o ambas pruebas. Esta prueba no paramétrica se aplica para el factor motivación. Las hipótesis para esta prueba con las siguientes:

H0= Las distribuciones de las diferencias entre las dos muestras relacionada son simétricas alrededor de cero (no hay diferencia de medias).

H1= Las distribuciones de las diferencias entre las dos muestras relacionadas no son simétricas alrededor de cero (hay diferencia de medias).

**Para la escala de actitud hacia las matemáticas y los factores ansiedad, agrado, utilidad y confianza, se emplea la prueba paramétrica t-Student. Los resultados se presentan en la**

Tabla 11 y Tabla 12

**Tabla 11**

*Prueba t-Student para grupo control del pretest y postest*

Escala/Factor	Pretest	Postest	IC 95% t-Student					
	Media (DE)	Media (DE)	t	gl	p	alfa	Conclusión	d
Actitud Matemática	3.12 (0.53)	3,12 (0.56)	0.040	23	0.96	> .05	Igualdad de medias	-0.008
Ansiedad	3.28 (0.56)	3.09 (0.68)	1.14	23	0.26	> .05	Igualdad de medias	-0.23
Agrado	2.86 (1.06)	3.07 (0.97)	-0.83	23	0.41	> .05	Igualdad de medias	0.17
Utilidad	2.93 (0.78)	3.01 (0.66)	-0.52	23	0.60	> .05	Igualdad de medias	0.11
Confianza	3.78 (0.89)	3.73 (0.79)	0.21	23	0.84	> .05	Igualdad de medias	-0.042

**Tabla 12**

*Prueba Wilcoxon para grupo control del pretest y postest*

Escala / Factor	Pretest	Postest	IC 95% Wilcoxon			
	Media (DE)	Media (DE)	p	alfa	Conclusión	r

Motivación	2.72 (0.89)	2.85 (0.65)	.47	>	.05	No hay diferencias	0.10
------------	-------------	-------------	-----	---	-----	--------------------	------

Los resultados obtenidos muestran que en los estudiantes del grupo control no se observó ningún cambio significativo en su actitud hacia las matemáticas ni en ninguno de sus factores. Además, se observa que, debido a los valores positivos de t, las medias del grupo control disminuyeron de pretest a posttest en la escala y en los factores de ansiedad y confianza. Por otro lado, las medias aumentaron en los factores agrado, utilidad y motivación, con mayor aumento en el factor de agrado (0.21).

Se calculó el tamaño de efecto correspondiente para cada una de las pruebas, d de Cohen para muestras dependientes y el tamaño del efecto en la prueba de rangos con signo de Wilcoxon (Caycho et al., 2016; Rendón-Macías et al., 2021; Rosenthal, 1991). Para la interpretación de este efecto, se siguieron los intervalos planteados en López y Ardura (2023), los cuales se plantean en la Tabla 13.

**Tabla 13**

*Interpretación tamaño de efecto grupo experimental del pretest y posttest*

Tamaño del efecto d de Cohen	Interpretación	Tamaño del efecto Wilcoxon (r)	Interpretación
< 0.20	Muy pequeño	<0.10	Muy pequeño
0.20 - 0.49	Pequeño	0.10-0.29	Pequeño
0.50 - 0.79	Moderado	0.30-0.49	Moderado
>0.80	Grande	>0.5	Grande

Según el tamaño del efecto, se evidencia que en la escala de actitud no hubo efecto, ya que las medias se mantuvieron iguales. En los factores ansiedad y confianza, el efecto fue negativo, por las disminuciones en las medias. En los factores utilidad y agrado, se observó un efecto positivo pero muy pequeño. En el factor motivación, el tamaño del efecto fue pequeño.

Esto puede indicar que la falta de intervención no generó modificaciones significativas en las percepciones de los estudiantes hacia las matemáticas.

#### **4.3.2 Comparación en las Medidas de las Pruebas Pretest y Postest de la EAM. Grupo Experimental.**

Para continuar con el proceso, se procede a evaluar el efecto de la intervención en el grupo experimental mediante el análisis de los cambios en los resultados de la prueba de actitud hacia las matemáticas y en cada uno de sus factores. Para ello, se realizará la prueba de normalidad sobre los valores del pretest y postest del grupo experimental. Las hipótesis planteadas son las siguientes:

H0= Los datos presentan distribución normal

H1= Los datos presentan distribución no normal

Para evaluar la normalidad de los datos se utiliza la prueba de Shapiro-Wilk con un nivel de significancia del 95%. Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 14, junto con las conclusiones correspondientes.

**Tabla 14**

*Prueba Shapiro-Wilk para el grupo experimental en las prueba pretest y postest*

Escala /Factor	Grupo	IC 95%		SHAPIRO-WILK		Conclusión
		Estadístico	gl	p	alfa	
Actitud Matemática	Pretest	.91	30	.015	≤ .05	No normal
	Postest	.95	30	.205	> .05	Normal
Ansiedad	Pretest	.96	30	.384	> .05	Normal
	Postest	.96	30	.36	> .05	Normal
Agrado	Pretest	.94	30	.122	> .05	Normal
	Postest	.92	30	.03	≤ .05	No normal
Utilidad	Pretest	.95	30	.135	> .05	Normal

	Postest	.85	30	.001	≤ .05	No normal
Motivación	Pretest	.91	30	.017	≤ .05	No normal
	Postest	.96	30	.317	> .05	Normal
Confianza	Pretest	.90	30	.007	≤ .05	No normal
	<b>Postest</b>	<b>.95</b>	<b>30</b>	<b>.191</b>	<b>&gt; .05</b>	<b>Normal</b>

**Para los análisis correspondientes, se utiliza la prueba no paramétrica de Wilcoxon para la escala de actitud hacia las matemáticas y a los factores de agrado, utilidad, motivación y confianza. Los valores obtenidos en la prueba Wilcoxon se presentan en la Tabla 15.**

**Para el factor ansiedad, se utiliza la prueba paramétrica para muestras relacionadas t-Student, cuyos resultados se muestran en la**

Tabla 16. Las hipótesis planteadas son las siguientes:

H0= Las medias son iguales

H1= Las medias son diferentes

### Tabla 15

*Prueba Wilcoxon para grupo experimental del pretest y postest*

Escala / Factor	Pretest Media (DE)	Postest Media (DE)	IC 95% Wilcoxon			
			p	alfa	Conclusión	r
Actitud Matemática	2.99 (0.41)	3.27 (0.40)	.012	≤ .05	Hay diferencias	0.32
Agrado	2.55 (0.84)	3.09 (0.85)	.008	≤ .05	Hay diferencias	0.34
Utilidad	3.14 (0.46)	3.29 (0.62)	.34	> .05	No hay diferencias	0.12
Motivación	2.60 (0.55)	2.71(0.65)	.37	> .05	No hay diferencias	0.11
Confianza	3.58 (0.76)	3.92(0.64)	.10	> .05	No hay diferencias	0.21

### Tabla 16

*Prueba t-Student para grupo experimental del pretest y postest*

Escala/Factor	Pretest Media (DE)	Postest Media (DE)	IC 95% t-Student					
			t	gl	p	alfa	Conclusión	d

Ansiedad	3.02 (0.75)	3.31 (0.74)	-1,82	29	0,079	> .05	Igualdad de medias	0.33
----------	-------------	-------------	-------	----	-------	-------	--------------------	------

Los resultados obtenidos demuestran que la estrategia STEAM propició un cambio significativo en la actitud hacia las matemáticas en los estudiantes de octavo grado de la I. E. M. Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá. Al revisar los factores de la escala, se observa que el factor agrado presentó un cambio significativo mientras que los factores: ansiedad, utilidad, motivación y confianza no mostraron cambios significativos. En cuanto al factor de ansiedad, el valor t de la prueba,  $t = -1.82$ , indica una diferencia relativa entre las medias en comparación con la variabilidad de los datos, pero esta diferencia no es significativa.

Para la escala de actitud hacia las matemáticas y el factor de agrado en el grupo experimental, se observó un tamaño de efecto moderado, lo cual concuerda con la diferencia estadísticamente significativa. En cuanto a los demás factores como ansiedad, utilidad, motivación y confianza, se encontró un tamaño de efecto pequeño y no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Esto sugiere que, aunque hubo mejoras notables en la actitud y en el agrado hacia las matemáticas en el grupo experimental, los cambios en otros factores no son lo suficientemente grandes como para ser considerados significativos desde una perspectiva estadística.

Los resultados obtenidos indican que la implementación de la estrategia STEAM tuvo un impacto positivo en la actitud hacia las matemáticas y en el factor de agrado en el grupo experimental, mostrando un tamaño de efecto moderado en estos aspectos. La constancia de los resultados del grupo control refuerza la consistencia de los cambios observados en el grupo experimental, sugiriendo que cualquier variación en las actitudes puede ser atribuible a la implementación de la estrategia STEAM.

#### **4.3.3 Equivalencia Entre Grupos Control y Experimental. Medidas en Prueba Pretest.**

Para comparar los resultados de las pruebas pretest y postest en cada uno de los grupos y determinar si la estrategia STEAM tuvo un impacto positivo en la actitud hacia la matemática de los estudiantes, primero se determinó la equivalencia inicial entre los grupos control y experimental a partir del pretest. Esto garantiza la validez interna de los datos y permita una comparación efectiva de los resultados entre las pruebas pretest y postest de ambos grupos de manera efectiva, reduciendo el sesgo en la selección de los grupos y asegurando que cualquier diferencia observada sea atribuible a la intervención y no a diferencias preexistentes entre los grupos.

De esta manera, se realizó la prueba de normalidad para los grupos control y experimental utilizando los valores de la prueba pretest. Con un nivel de significancia del 95%, se empleó la prueba de Shapiro-Wilk, adecuada para muestras menores a 50. Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 17.

**Tabla 17**

*Prueba Shapiro-Wilk para prueba pretest del grupo control y experimental*

Escala / Factor	Grupo	IC 95%		SHAPIRO-WILK		Conclusión
		Estadístico	gl	p	alfa	
Actitud Matemática	Control	.99	24	.98	> .05	Normal
	Experimental	.91	30	.015	≤ .05	No normal
Ansiedad	Control	.95	24	.35	> .05	Normal
	Experimental	.96	30	.38	> .05	Normal
Agrado	Control	.95	24	.33	> .05	Normal
	Experimental	.94	30	.12	> .05	Normal
Utilidad	Control	.93	24	.10	> .05	Normal
	Experimental	.95	30	.13	> .05	Normal
Motivación	Control	.90	24	.033	≤ .05	No normal
	Experimental	.91	30	.017	≤ .05	No normal
Confianza	Control	.94	24	.18	> .05	Normal
	Experimental	.90	30	.007	≤ .05	No normal

A partir de estos resultados, para la escala y los factores de motivación y confianza, se usó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Los resultados se presentan en la Tabla 18, a partir de las siguientes hipótesis:

H0= Las distribuciones de los grupos son iguales

H1=Las distribuciones de los grupos no son iguales.

Para los factores de ansiedad, agrado y utilidad se utilizó la prueba t-Student para muestras independientes. Los resultados se presentan en la Tabla 19.

**Tabla 18**

*Prueba U de Mann-Whitney para prueba pretest del grupo control y experimental*

Escala / Factor	Ctrl	Exp	IC 95%			U de Mann-Whitney	
	Media (DE)	Media (DE)	U	z	p	alfa	Conclusión
Actitud Matemática	3.12 (0.53)	2.99 (0.41)	319	-0.71	0.48	> .05	Distribuciones iguales
Motivación	2.72 (0.78)	2.60 (0.55)	359	-0,018	0.99	> .05	Distribuciones iguales
Confianza	3.78 (0.89)	3.58 (0.76)	318	-0.74	0.46	> .05	Distribuciones iguales

**Tabla 19**

*Prueba t-Student para prueba pretest del grupo control y experimental*

Escala/Factor	Ctrl	Exp	IC 95% t-Student				
	Media (DE)	Media (DE)	t	gl	p	alfa	Conclusión
Ansiedad	3.28 (0.56)	3.02 (0.75)	-1.43	52	0.16	> .05	Igualdad de medias
Agrado	2.86 (1.06)	2.55 (0.84)	-1.22	52	0.23	> .05	Igualdad de medias
Utilidad	2.93 (0.68)	3.14 (0.46)	1.34	52	0.19	> .05	Igualdad de medias

Las pruebas demostraron que los grupos control y experimental son equivalentes en términos de sus distribuciones de datos en la prueba pretest, lo que refuerza la validez de cualquier comparación posterior entre los resultados pretest y postest. Esta validación es fundamental para garantizar que cualquier cambio observado en la actitud hacia las matemáticas

tras la implementación de la estrategia STEAM: ECOMATH: Ilumina tu espacio, pueda ser atribuido a la intervención y no a diferencias preexistentes entre los grupos.

#### **4.3.4 Comparación en las Medidas en Prueba Postest de la EAM. Grupos Control y Experimental.**

Se realizaron pruebas estadísticas para comparar los resultados postest entre los grupos control y experimental. Utilizando la prueba de Shapiro-Wilk, se evaluó la normalidad de los datos postest para la escala actitud hacia las matemáticas y para cada uno de los factores en ambos grupos.

Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 20, con un nivel de significancia del 95%. Las conclusiones indican que para la escala y los factores ansiedad y confianza, se debe utilizar la prueba paramétrica t-Student para muestras independientes, cuyos resultados se presentan en la Tabla 21. Para los factores de agrado, utilidad y motivación, se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, con resultados detallados en la Tabla 22.

**Tabla 20**

*Prueba Shapiro-Wilk para prueba postest del grupo control y experimental*

Escala / Factor	Grupo	IC 95%		SHAPIRO-WILK		Conclusión
		Estadístico	gl	p	alfa	
Actitud Matemática	Control	.96	24	.39	> .05	Normal
	Experimental	.95	30	.20	> .05	Normal
Ansiedad	Control	.97	24	.73	> .05	Normal
	Experimental	.96	30	.36	> .05	Normal
Agrado	Control	.97	24	.76	> .05	Normal
	Experimental	.92	30	.03	≤ .05	No normal
Utilidad	Control	.96	24	.44	> .05	Normal
	Experimental	.85	30	.001	≤ .05	No normal
Motivación	Control	.87	24	.007	≤ .05	No normal
	Experimental	.96	30	.32	> .05	Normal
Confianza	Control	.95	24	.22	> .05	Normal

Experimental	.95	30	.19	>	.05	Normal
--------------	-----	----	-----	---	-----	--------

**Tabla 21**

*Prueba t-Student para prueba postest del grupo control y experimental*

Escala/Factor	Ctrl	Exp	IC 95% t-Student				Conclusión	d
	Media (DE)	Media (DE)	t	gl	p	alfa		
Actitud Matemática	3.12 (0.56)	3.27 (0.40)	1.18	52	0.24	> .05	Igualdad de medias	0.31
Ansiedad	3.09 (0.68)	3.31 (0.74)	1.11	52	0.27	> .05	Igualdad de medias	0.31
Confianza	3.73 (0.79)	3.92 (0.64)	0.96	52	0.34	> .05	Igualdad de medias	0.27

**Tabla 22**

*Prueba U de Mann-Whitney para prueba postest del grupo control y experimental*

Escala / Factor	Ctrl	Exp	IC 95%			U de Mann-Whitney		Conclusión	r
	Media (DE)	Media (DE)	U	z	p	alfa			
Agrado	3.07 (0.97)	3.09 (0.85)	350	-0.17	0.86	> .05	No hay diferencias	0.023	
Utilidad	3.01 (0.66)	3.29 (0.62)	242	-2.07	0.038	≤ .05	Hay diferencias	0.28	
Motivación	2.85 (0.65)	2.71 (0.65)	308.5	-0.92	0.35	> .05	No hay diferencias	0.12	

Los resultados de las pruebas permiten concluir que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo experimental en la actitud hacia las matemáticas, ni en los factores ansiedad, confianza, agrado y motivación en la prueba postest. A pesar de que todas las medias en el grupo experimental aumentaron en todos los factores aumentaron del pretest al postest, este aumento no fue estadísticamente significativo. Los valores del tamaño del efecto para la escala y todos los factores nos indican que se presentó un pequeño efecto.

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la percepción de utilidad entre el grupo control y el grupo experimental en la prueba postest. Los estudiantes del grupo experimental probablemente vieron más valor práctico en la intervención STEAM en comparación

con el grupo control, lo que podría ser un indicador de la efectividad en la intervención en términos de percepción de utilidad. La estrategia STEAM demostró ser una herramienta valiosa para mejorar ciertas actitudes hacia las matemáticas en el grupo experimental. Sin embargo, se requiere una evaluación continua y ajustes específicos para mejorar su efectividad y abordar todas las dimensiones de la actitud matemática según la escala planteada.

Los análisis realizados mostraron que la implementación de la estrategia STEAM: ECOMATH: Ilumina tu espacio tuvo un impacto positivo en la actitud hacia las matemáticas en el grupo experimental, especialmente en la percepción de utilidad. Aunque se observaron aumentos en las medias de todos los factores, solo la percepción de utilidad mostró una diferencia estadísticamente significativa en comparación con el grupo control. La estrategia puede ser efectiva para mejorar ciertos aspectos de la actitud matemáticas, aunque se requiere más tiempo de ejecución, un evaluación continua y ajustes específicos para lograr un impacto significativo en todos los factores.

#### **4.4. Análisis Cualitativo**

---

Un aspecto clave en este estudio fue la integración de la reflexión y la metacognición dentro de la actividad STEAM, específicamente en el quinto momento denominado “Reflexión y Metacognición”. La inclusión de este momento permitió a los estudiantes realizar una reflexión sobre su proceso de aprendizaje, destacando la importancia de estos componentes cualitativos en el desarrollo integral de las habilidades y actitudes matemáticas. Esta fase incluyó una entrevista estructurada que facilitó la reflexión sobre los aprendizajes adquiridos.

En particular, la actividad 7, titulada “Reflexionando sobre nuestro proyecto”, ofreció un espacio para que los estudiantes evaluaran y analizaran sus experiencias y los conocimientos

obtenidos durante el desarrollo del proyecto. Además, pudieron reconocer cómo las actividades STEAM influyeron en su comprensión y actitud hacia las matemáticas.

La entrevista estructurada constaba de 12 preguntas, cada una respondida por 8 estudiantes. Las respuestas permitieron evidenciar diferentes aspectos relevantes del estudio y subrayar la importancia del enfoque STEAM para el cambio de actitud hacia las matemáticas. Las respuestas se agruparon en cinco temas destacados, cuyos aportes se citan en la

Tabla 23.

**Tabla 23**

*Respuestas a la entrevista semiestructurada por parte de los estudiantes del grupo experimental*

Categorías	Algunos enunciados
<b>Etiquetas (nodos o códigos) Palabras asociadas</b>	Interesante, bonito, divertido, estresante, ecológico, creativo, increíble, trabajo en equipo, colaboración, rapidez, crear.
<b>Contextualización matemática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Aprendí a usar la regla correctamente”</li> <li>• “Me ayudo a calcular bien las medidas”</li> <li>• “Resalto la importancia de las medidas”</li> <li>• “La importancia de los ángulos en las construcciones”</li> <li>• “Contar ángulos, caras, lados para identificar figuras”</li> <li>• “Identificar figuras geométricas en la vida diaria”</li> <li>• “Clasificación de figuras”</li> <li>• “Importancia de la medida porque si no se seguía no quedaba la lampara”</li> <li>• “Distinguir formas y nombres”</li> <li>• “No son sólo números”</li> </ul>
<b>Interdisciplinariedad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Aprendí cómo se produce la electricidad”</li> <li>• “Aprendí a que tenemos que cuidar la luz y el agua”</li> <li>• “Aprendí sobre ecología y materiales”</li> <li>• “Aprendí a ahorrar -bajar el consumo de agua, reciclar agua, gracias al agua tenemos luz”</li> <li>• “Cuidar las cosas a mi alrededor”</li> </ul>

---

<b>Trabajo en equipo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Se pueden compartir ideas con compañeros”</li> <li>• “Me recordó lo importante de trabajar en equipo”</li> <li>• “Nos ayudamos, buen trabajo en equipo”</li> <li>• “Aprendí el trabajo en equipo, todo se hace más fácil, todo aportan”</li> <li>• “Permitió escuchar todas las opiniones”</li> <li>• “Concentración en el trabajo”</li> <li>• “Muy beneficioso el trabajo en equipo”</li> <li>• “Compartir tareas en equipo”</li> <li>• “Apoyo compañeros”</li> <li>• “Trabajo en equipo, trabajar con calma, nos unió como amigos”</li> </ul>
<b>Evaluación del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Aprendí sobre materiales”</li> <li>• “Se puede trabajar con formas creativas y divertidas”</li> <li>• “Tiempo que dura el panel”</li> <li>• “Dificultad para pegar palos”</li> <li>• “Dificultad uso de arcilla, se partió, pero se logró”</li> <li>• “Nueva visión de identificar fragmentos”</li> <li>• “Manejo de estructuras”</li> <li>• “Aprendí cómo se crean diferentes objetos”</li> <li>• “Trabajo con estructuras para que queden bien fuertes, bien hechas”</li> <li>• “Más beneficiosos construir lámpara”</li> <li>• “Los adecuados materiales”</li> <li>• “Vi un panel solar”</li> <li>• “Creatividad, moldear”</li> <li>• “Cuanto dura un panel solar”</li> </ul>
<b>Metodología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Más paciencia”</li> <li>• “Más dinámica divertida”</li> <li>• “Ahora me parece más interesantes las matemáticas”</li> <li>• “Lo que aprendemos lo podemos usar en la vida”</li> <li>• “Útiles las matemáticas”</li> <li>• “Puede pasar a la vida”</li> <li>• “Permiten aprender para enseñar a otras personas”</li> <li>• “Permite entender mejora las cosas, siempre puede servir más adelante”</li> <li>• “Importante para enseñarles a otras personas”</li> <li>• “Cuando sea grande puedo hacer cosas nuevas y hacerlas en equipo”</li> <li>• “Da una visión sobre problemas de la vida cotidiana, actividad creativa”</li> <li>• “Aprender más en la matemática”</li> <li>• “Desarrollar problemas”</li> <li>• “Permitió reforzar manualidades”</li> <li>• “mejor forma de pensar, otra forma de pensar”</li> </ul>
<b>Proyecciones Futuras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Más juegos, más actividades manuales”</li> <li>• “Diseños de la lámpara, más innovadores”</li> <li>• “Mejor grupo”</li> <li>• “Mejorar el espacio de trabajo”</li> <li>• “Mejorar la atención en el grupo para hacer mejor las cosas”</li> <li>• “Usas materiales nuevos”</li> </ul>

---

Estos resultados permiten determinar que, respecto al tema identificado como “Contextualización matemática”, las respuestas indicaron que los estudiantes encontraron aplicabilidad directa de conceptos matemáticas como el uso de la regla, el cálculo de medidas, la

importancia de los ángulos y la identificación de figuras geométricas en la vida diaria y en el proyecto. Esto muestra una conexión clara entre teoría y práctica, logrando que la estrategia STEAM permitiera a los estudiantes ver la relevancia práctica de las matemáticas, mejorando su comprensión y actitud hacia la materia. Este enfoque hace que las matemáticas sean más accesibles y significativas para los estudiantes. En este tema se destaca que la utilidad de las matemáticas se hace evidente a través del hacer y la práctica, demostrando su valor en contextos reales y cotidianos.

En el tema “interdisciplinariedad”, los estudiantes mencionaron aprender sobre la electricidad, el ahorro de recursos y ecología, lo que indica una comprensión interdisciplinaria. Esto refuerza la importancia de conectar los conocimientos matemáticos con temas ambientales y tecnológicos. Respecto al tema “Trabajo en equipo”, las respuestas destacan la importancia de la colaboración y el apoyo mutuo. Los estudiantes apreciaron la oportunidad de compartir ideas y trabajar juntos para alcanzar un objetivo común.

En el tema “Evaluación del proyecto”, la creación de la lámpara solar permitió a los estudiantes experimentar con materiales, estructuras y el funcionamiento de paneles solares. Enfrentaron y superaron desafíos prácticos, lo que mejoró su capacidad de resolución de problemas. Respecto al tema “Metodología”, los estudiantes mencionaron que el proyecto les enseñó paciencia, hizo las matemáticas más interesantes y aplicables a la vida. Reconocieron que lo aprendido puede usarse fuera del ámbito escolar y compartirse con otros. Para mejorar, los estudiantes sugirieron para futuros proyectos incluir más juegos, actividades manuales, innovaciones en el diseño de la lámpara, mejor espacio de trabajo y atención del grupo, y el uso de materiales.

En general, los resultados de la entrevista estructurada indican que la estrategia STEAM tuvo un impacto positivo en la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas. Los estudiantes

podieron aplicar conceptos matemáticos en contextos prácticos y multidisciplinarios, mejorando su comprensión y aprecio por la materia. Además, valoraron el trabajo en equipo, la relevancia de los proyectos y la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos a la vida real. De este modo, la estrategia STEAM no solo mejora las actitudes hacia las matemáticas, sino que también desarrolla habilidades esenciales para el éxito académico y personal. La aplicación práctica de los conceptos matemáticos y la integración de diversas disciplinas fomentan un aprendizaje motivador. Para futuros proyectos es recomendable continuar utilizando enfoques STEAM, incorporando las sugerencias y superando los desafíos mencionados por los estudiantes. Esto asegurará una mejora continua en la efectividad y atractivo de las actividades educativas.

En conclusión, los resultados obtenidos en este estudio muestran que la implementación de la estrategia STEAM: ECOMATH: Ilumina tu espacio, tuvo un impacto positivo en la actitud hacia las matemáticas en el grupo experimental, especialmente en la percepción de utilidad. Se observó un incremento en el nivel alto y una disminución en el nivel bajo en todos los factores evaluados, en contraste con el grupo control, que no mostró mejoras y registró un aumento en el nivel bajo en el factor ansiedad. Los hallazgos de la entrevista estructurada también respaldan estos resultados, destacando que los estudiantes valoraron la aplicabilidad práctica y el enfoque multidisciplinario de la estrategia. Para futuros proyectos, se recomienda continuar con enfoques STEAM, realizando ajustes continuos para mejorar la efectividad y el atractivo de las actividades educativas.

## CAPÍTULO V DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este capítulo se discuten los hallazgos en relación con las preguntas y objetivos secundarios, organizados en dos secciones. La primera sección presenta los resultados en cuanto a la actitud hacia las matemáticas, y la segunda se enfoca en el impacto de la estrategia STEAM. Estos resultados se contrastan con el marco teórico y los datos empíricos disponibles, con el fin de responder a la pregunta central y evaluar el cumplimiento del objetivo general. Se analiza si los resultados obtenidos corroboran las hipótesis planteadas, destacando su aplicabilidad práctica. Finalmente, se realiza un análisis crítico de la investigación, se proponen nuevas líneas de estudio y se describen las aportaciones significativas del estudio, tanto en el campo educativo como en su contribución a la sociedad en general.

## **5.1. Discusión**

---

La presente investigación evaluó el impacto de la implementación de una estrategia STEAM: ECOMATH: Ilumina tu espacio, sobre el cambio de actitud hacia las matemáticas de los estudiantes de grado octavo. Para ello, se utilizó el cuestionario de actitud hacia las matemáticas planteado por Auzmendi (1992), que examina cinco factores asociados a las actitudes: ansiedad, agrado, utilidad, motivación y confianza. Los resultados de las pruebas pretest y postest proporcionan información valiosa sobre la influencia de este enfoque educativo en las percepciones y actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas.

### **5.1.1 Análisis de la actitud hacia las matemáticas**

La pregunta que guió este estudio exploró cuál es el impacto de la implementación de una estrategia STEAM sobre el cambio de actitud hacia las matemáticas en estudiantes de grado octavo de la I. E. M. Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá. A partir de esta pregunta, se formuló el objetivo general de evaluar el impacto de una estrategia STEAM para propiciar un cambio de actitud hacia las matemáticas en este grupo de estudiantes. Para responder a la

pregunta y medir el impacto, se aplicó un cuestionario de actitudes hacia las matemáticas planteado por Auzmendi (1992).

Los resultados indican que la estrategia STEAM tuvo un impacto significativo en la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas. Los estudiantes del grupo experimental, quienes participaron en las diferentes actividades integradas en Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas, mostraron una mejora estadísticamente significativa en su actitud hacia las matemáticas y en el factor agrado. En comparación, el grupo control no presentó cambios en la actitud hacia las matemáticas y mostró una disminución en los factores de ansiedad y confianza. Este hallazgo coincide con estudios anteriores que han demostrado que enfoques educativos interdisciplinarios pueden mejorar el interés y la motivación en materias tradicionalmente percibidas como desafiantes.

Los resultados presentados en el grupo experimental mostraron un aumento estadísticamente significativo en la escala de actitud hacia las matemáticas y en el factor agrado, con cambios también, aunque menos significativos, en los otros factores evaluados. En contraste, el grupo control, que no participó en la estrategia STEAM, no presentó cambio en la escala de actitud, y en algunos factores, su actitud incluso disminuyó. Estos hallazgos corroboran las hipótesis planteadas, destacando el impacto positivo de la implementación de la estrategia STEAM en la actitud hacia las matemáticas. En particular, el enfoque interdisciplinario de la estrategia STEAM mostró ser eficaz para aumentar el agrado hacia las matemáticas, así como reducir la ansiedad y mejorar la confianza y motivación de los estudiantes. La comparación entre los grupos experimental y control refuerza la eficacia de la estrategia STEAM en modificar la percepción y actitud de los estudiantes hacia las matemáticas.

Los resultados de esta investigación permiten evaluar cómo se cumplieron los objetivos planteados, tanto generales como específicos, en relación con la implementación de una estrategia STEAM para propiciar un cambio de actitud hacia las matemáticas en estudiantes de

grado octavo. En primer lugar, se midió la actitud hacia las matemáticas en ambos grupos de estudiantes antes y después de la implementación de la estrategia STEAM utilizando el cuestionario de Auzmendi (1992). Los hallazgos del estudio muestran que tanto el grupo control como el grupo experimental presentaron medias de los puntajes obtenidos el nivel medio de actitud hacia las matemáticas en la prueba pretest y postest, con un mayor porcentaje de estudiantes en este nivel. Este nivel medio también se reflejó en los factores de ansiedad, agrado, utilidad y motivación, mientras que el factor confianza presentó un nivel alto. Es notable que la motivación tuvo las menores medidas, seguida del agrado.

Al comparar las medidas de las actitudes hacia las matemáticas dentro de cada grupo (comparación entre intragrupo), se observó que el grupo experimental tuvo mejoras estadísticamente significativas en su actitud hacia las matemáticas, mientras que el grupo control no mostró cambios relevantes. En la comparación entre grupos a partir de las pruebas postest, se encontró que el grupo experimental evidenció una mejora estadísticamente en el factor de utilidad, así como cambios representativos en los demás factores de actitud en general. Aunque algunos cambios no fueron estadísticamente significativos, se evidenció una mejora en comparación con el grupo control.

La consistencia de los resultados obtenidos con estudios previos es significativa. Farfán-Pimentel y Santiago-López (2023) encontraron actitudes de nivel medio hacia las matemáticas en estudiantes universitarios, mientras que Esquivel (2023) observó resultados similares en estudiantes de secundaria. Segarra y Julià (2021) con estudiantes de quinto grado de primaria y López et al. (2022) con estudiantes de educación media superior, también identificaron actitudes de nivel medio hacia las matemáticas. Comparando con la investigación de Deieso y Fraser (2019), que incluyó estudios en primaria y secundaria, se observaron similitudes en los factores de ansiedad y utilidad, ambos en niveles medios. En cuanto a la motivación, Deieso y Fraser (2019) identificaron niveles bajos, una tendencia también observada en el presente estudio.

Respecto al factor confianza, tanto este estudio como el de Deieso y Fraser (2019) identificaron niveles altos. En el factor de agrado, en el presente estudio, el grupo experimental mostró un nivel medio, mientras que el grupo control se situó en un nivel bajo, concordando parcialmente con los hallazgos de Deieso y Fraser (2019).

En comparación con el estudio de García-Manrubia et al. (2022), que identificaron un nivel adecuado para los factores de confianza y motivación, se encuentra una coincidencia en el factor confianza. Sin embargo, en el presente estudio, el factor de motivación muestra un valor más bajo. En relación con las medias obtenidas en la escala y cada uno de los factores, se observan similitudes con el estudio de Segarra y Julià (2021). Utilizando la misma escala de actitud hacia las matemáticas, encontraron que los valores de las medias más altas se registraban en el factor confianza, mientras que las más bajas se encontraban en el factor agrado, resultados similares a los obtenidos en el presente estudio.

Sin embargo, se encontraron diferencias en las medidas numéricas del factor de motivación y confianza. En el presente estudio, se registraron valores de media más altos en el factor confianza y valores de media más bajos en el factor motivación en comparación con el estudio de Segarra y Julià (2021). Esto podría sugerir que los estudiantes del presente estudio mostraron menos disposición o intereses hacia las matemáticas, pero una mayor seguridad y autoestima al abordarlas. Estas diferencias pueden estar influenciadas por diversos factores contextuales y educativos que varían entre los estudios.

En cuanto a las actitudes hacia las matemáticas y los factores por género, se observaron similitudes con los resultados de la investigación de Deieso y Fraser (2019), indicando que los hombres afrontan mejor la ansiedad que las mujeres. En el factor confianza, los hombres presentaron mayores medidas en la actitud, lo cual contrasta con lo encontrado por Pineda-Ramírez et al. (2021) quienes no hallaron diferencias de género para este factor. En el factor

agrado, no se evidenciaron diferencias de género, concordando con la investigación de Pineda-Ramírez et al. (2021).

### **5.1.2 Impacto del enfoque STEAM**

Los datos cuantitativos muestran un aumento significativo en la comprensión de la utilidad hacia las matemáticas tras la implementación de la estrategia STEAM. Estos resultados están respaldados por la entrevista donde los estudiantes expresaron cómo las actividades STEAM les permitió ver la relevancia práctica de las matemáticas, mejorando su comprensión y actitud hacia la materia. Este enfoque hace que las matemáticas sean más accesibles y significativas para los estudiantes, quienes comienzan a verlas como una herramienta valiosa para entender y mejorar el mundo que les rodea. El trabajo en equipo, como componente crucial del enfoque STEAM, fomenta habilidades sociales y colaborativas esenciales tanto en el ámbito académico como en el profesional. Esta experiencia refuerza la importancia de la cooperación y el trabajo conjunto en la resolución de problemas. La elaboración de un producto tangible, como una lámpara solar, motivó a los estudiantes y les brindó una experiencia práctica que solidifica su aprendizaje.

Este tipo de proyectos estimula la creatividad y el pensamiento crítico, además de proporcionar un sentido de logro. Además, el enfoque de aprendizaje basado en proyectos hace que las matemáticas sean más dinámicas y atractivas, fomentando una actitud positiva hacia el aprendizaje. Este método ayuda a los estudiantes a ver la utilidad práctica de las matemáticas en su vida cotidiana y futura. Es fundamental tomar en cuenta las sugerencias y áreas de mejora mencionadas por los estudiantes para optimizar futuras implementaciones del enfoque STEAM. Esto asegurará que las actividades sean cada vez más efectivas y atractivas para los estudiantes. La combinación de los resultados cuantitativos y cualitativos muestran que la estrategia STEAM

no solo mejora la comprensión matemática de los estudiantes, sino que también transforma su actitud hacia la materia.

La actividad STEAM planteada en este estudio permitió que los estudiantes interactuaran con las matemáticas a través de actividades que mejoraron sus actitudes hacia esta materia. Estas actividades permitieron que los estudiantes relacionarían la realización de proyecto con situaciones de creatividad, innovación, entretenimiento. Estos resultados se corroboran con el estudio de Doğan y Kahraman (2021), quienes encontraron que las actividades STEM fomentan el pensamiento creativo e investigativo en los estudiantes, gracias a los pasos del proceso de diseño utilizados en las actividades. Izzah et al. (2023) también encontraron que el uso de actividades etno-STEM mejora las habilidades de pensamiento creativo de los estudiantes. Además, Rivera y Costa (2022), demostraron que las actividades STEAM promueven habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo.

La estrategia STEAM demostró ser efectiva no solo por mejorar las actitudes hacia las matemáticas, sino también en desarrollar habilidades y actitudes que son esenciales para el éxito en el siglo XXI. Estos resultados destacan la importancia de integrar enfoques educativos interdisciplinarios en el currículo escolar para fomentar una educación más completa y enriquecedora. Rivera y Costa (2022) y García-Mejía y García-Vera (2020) destacan que la metodología STEAM fomenta el desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo y el pensamiento crítico, aspectos indispensables en la educación contemporánea.

La estrategia STEAM aplicada en este estudio fomenta un aprendizaje activo, colaborativo y contextualizado en entornos significativos, validando así los principios del socioconstructivismo, que se base en un aprendizaje como un proceso construido a través de la interacción social y la participación activa del estudiante en actividades significativas. La implementación de STEAM facilitó estas interacciones, permitiendo a los estudiantes abordar problemas reales y aplicar

conceptos matemáticos en situaciones prácticas y multidisciplinarias. Al promover un entorno de aprendizaje donde los estudiantes colaboran, experimenta, y construyen conocimientos de manera conjunta, la estrategia STEAM refuerza los postulados socioconstructivistas.

## **5.2. Conclusiones**

---

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de una estrategia STEAM en la actitud hacia las matemáticas entre estudiantes de octavo grado, utilizando un enfoque mixto que combinó métodos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión integral del efecto. Los métodos cuantitativos facilitaron la recolección de datos numéricos y la realización de análisis estadísticos, identificando patrones y midiendo cambios en las actitudes hacia las matemáticas. Simultáneamente, los datos cualitativos proporcionan una comprensión profunda de las percepciones y experiencias de los estudiantes, permitiendo interpretar los resultados cuantitativos de manera más significativa. La triangulación de resultados, mediante entrevista estructurada, proporciona una visión más precisa del impacto de la estrategia STEAM. Este enfoque permite explorar aspectos específicos de la estrategia STEAM que fueron más efectivos y comprender las razones detrás de los cambios observados.

Entre las fortalezas del estudio, se destaca que los resultados coinciden con las expectativas iniciales, mostrando un cambio positivo de actitud hacia las matemáticas y una mejora estadísticamente significativa en la dimensión de utilidad de la materia. Se destaca la importancia del trabajo en equipo y el valor de la interdisciplinariedad. La estrategia STEAM no solo mejoró la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas, sino que también fomentó habilidades críticas como la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Los estudiantes aprendieron a aplicar conceptos matemáticos en situaciones de la vida real y a valorar la interconexión entre disciplinas. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que

demuestran el impacto positivo de las estrategias STEAM en la educación. Sin embargo, este estudio aporta una nueva perspectiva al destacar la importancia de la reflexión y la metacognición en el proceso de aprendizaje.

Se recomienda la integración de estrategias STEAM en el currículo escolar para fomentar una actitud positiva hacia las matemáticas y el desarrollo de habilidades esenciales para el siglo XXI. Además, se sugiere incluir más actividades prácticas y proyectos interdisciplinarios para maximizar los beneficios educativos. Se resalta el valor de utilizar materiales llamativos y diversos en la realización de proyectos. En el presente estudio, el uso del panel solar y la arcilla fue especialmente significativo y atrajo la atención de los estudiantes, demostrando que la incorporación de elementos innovadores puede enriquecer la experiencia de aprendizaje y hacerla más atractiva.

Sin embargo, el estudio presenta algunas amenazas, como el hecho de haber trabajado con una muestra del estudio limitada a un grupo específico de estudiantes, lo que puede afectar la generalización de los resultados. Futuras investigaciones podrían ampliar la muestra y explorar el impacto a largo plazo de las estrategias STEAM. Para mejorar su implementación, es necesario que los planes de estudio incorporen metodología STEAM de manera institucional, promoviendo la planificación adecuada y evitando que el tiempo sea una limitante para la realización de proyectos.

Como oportunidad, la estrategia STEAM podría adaptarse y aplicarse en diferentes niveles educativos, desde primaria hasta educación superior, ampliando su impacto positivo. Esto implicaría capacitación para los profesores en la implementación de estrategias STEAM, mejorando así la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Sin embargo, una posible debilidad es que el uso de ciertos materiales, como paneles solares, no es accesible para todos los estudiantes, lo cual podría dificultar la implementación de la estrategia. Además, la

presión por cumplir con los contenidos curriculares limita la flexibilidad necesaria para experimentar con la metodología STEAM, lo que refuerza la necesidad de incluirla como una estrategia educativa estable.

La implementación de esta estrategia es adecuada en diferentes entornos educativos, especialmente cuando se busca integrar la conciencia ambiental con el aprendizaje en distintas áreas del conocimiento. Es importante fomentar desde temprana edad la conciencia sobre el cuidado y la protección del medio ambiente, promoviendo alternativas sostenibles que se alineen con los Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS). Esta estrategia, aplicada en el área de matemáticas, no solo refuerza el aprendizaje de conceptos matemáticos, sino que también proporciona elementos para que los estudiantes exploren soluciones sostenibles a problemas ambientales. De esta manera, se contribuye significativamente a la formación de ciudadanos conscientes y comprometidos con el desarrollo sostenible, mientras se cumplen los objetivos educativos y se integran valores esenciales para el futuro del planeta.

Este estudio sobre el impacto de la estrategia STEAM en la actitud hacia las matemáticas abre diversas oportunidades para futuras investigaciones. Estas pueden centrarse en el impacto de la estrategia en otros contextos educativos, así como en su influencia en otras disciplinas como la ciencia, tecnología y el arte. Además, se recomienda realizar estudios longitudinales que evalúen no solo cambios inmediatos en las actitudes de los estudiantes, sino también su influencia a largo plazo en el rendimiento académico y la elección de carreras relacionadas con STEAM, especialmente cuando se integra con tecnologías emergentes. Asimismo, investigar la integración de nuevas tecnologías en proyectos STEAM podría aportar conocimientos sobre su influencia en actitudes y habilidades específicas de los estudiantes.

Este estudio aporta valiosas contribuciones tanto para la sociedad como para el campo del conocimiento en educación. Para la sociedad, la investigación resalta la importancia de

métodos educativos innovadores como STEAM para mejorar las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas, una asignatura crucial para el desarrollo de habilidades esenciales en el siglo XXI. Al promover una actitud más positiva y motivada hacia las matemáticas, se contribuye a la formación de individuos con mayores competencias para enfrentar desafíos en un mundo cada vez más tecnológico y globalizado.

En el campo del conocimiento, este estudio aporta evidencia empírica sobre la efectividad de la estrategia STEAM, ofreciendo un marco teórico y metodológico que puede ser replicado o adaptado en otros contextos educativos. Además, el estudio enfatiza la importancia de enfoques pedagógicos interdisciplinarios para el desarrollo de habilidades críticas y creativas en los estudiantes, proponiendo un modelo educativo que integra las matemáticas con otras áreas del conocimiento. De esta manera, las contribuciones destacan el potencial de la estrategia STEAM no solo para mejorar el aprendizaje de las matemáticas, sino también para contribuir al desarrollo integral de los estudiantes, preparando una generación capaz de resolver problemas complejos y construir positivamente a la sociedad.

En conclusión, este estudio evaluó el impacto de la estrategia STEAM en la actitud hacia las matemáticas en estudiantes de octavo grado, revelando resultados positivos tanto en la mejora de la actitud como en el fortalecimiento de habilidades esenciales para el siglo XXI. La implementación de esta estrategia contribuyó a un cambio significativo en la percepción de los estudiantes sobre la utilidad de las matemáticas, fomentando, además, habilidades críticas como la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Este enfoque educativo no solo contribuye a la mejora del rendimiento académico, sino que forma ciudadanos conscientes y comprometidos con el desarrollo sostenible, alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

## REFERENCIAS

- Aiken, L. R. (1970). Attitudes toward mathematics. *Review of Educational Research*, 40(4), 551. <https://doi.org/10.3102/00346543040004551>
- Alianza para la Promoción de STEM. (2019). *Visión STEM para México*.
- Auzmendi, E. (1992). Medición de las actitudes hacia las matemáticas. In *Las Actitudes hacia la Matemática-Estadística de las Enseñanzas Medias y Universitaria: Características y Medición* (pp. 59–119). Mensajero.
- Bases García, D., & García Sánchez, J. (2021). El enfoque STEAM y su impacto en los resultados académicos mediados por la creencia de capacidad o autoeficacia. Revisión sistemática. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(2). <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2021.n2.v1.2157>
- Beers, S. Z. (2011). 21 st Century Skills : Preparing Students for THEIR Future. *STEM: Science, Technology, Engineering, Math*.
- Biggs, J. (1985). The Role of Metalearning in Study Processes. *British Journal of Educational Psychology*, 55(3). <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1985.tb02625.x>
- Briñol, P., Falces, C., & Becerra, A. (2007). Actitudes. In *Psicología Social*.
- Bybee, R. W. (2013). The Case for Education: STEM Challenges and Opportunities. *NSTA (National Science Teachers Association)*.
- Callejo, M. (2000). *Educación matemática y ciudadanía: propuestas desde los derechos humanos*. Centro Cultural Poveda.
- Camarena Gallardo, P. (2014). La matemática social en el desarrollo integral del alumno. *Innovación Educativa (México, DF)*, 14(65).
- Capone, R. (2022). Interdisciplinarity in Mathematics Education: From Semiotic to Educational Processes. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(2). <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/11508>
- Cardoso, E. O. (2012). Evaluación sobre los perfiles de ingreso de los alumnos de los posgrados de administración: Actitudes y experiencias hacia las matemáticas.

*Profesorado*, 16(1).

Castro de Bustamante, J. (2007). La investigación en Educación Matemática: Una hipótesis de trabajo. *Educere*, 11(38).

Caycho, T., Ventura-León, J., & Castillo-Blanco, R. (2016). Magnitud del efecto para la diferencia de dos grupos en ciencias de la salud. *Anales Del Sistema Sanitario de Navarra*, 39.

Cerda, G., Pérez, C., Casas, J. A., & Ortega-Ruiz, R. (2017). Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas: La necesidad de un análisis multidisciplinar. *Psychology, Society, & Education*, 9(1). <https://doi.org/10.25115/psye.v9i1.428>

Chalmers, C., Carter, M. (Lyn), Cooper, T., & Nason, R. (2017). Implementing “Big Ideas” to Advance the Teaching and Learning of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9799-1>

Chávez, M., Yexenia, M., Bárbara, D. C., Padrón, M., & Katia Sánchez González, D. C. (2018). La función social de la educación: referentes teóricos actuales. *Revista Conrado*, 14.

Dörfer, C., & Ulloa, G. (2016). Medición de la actitud hacia las matemáticas en estudiantes de licenciatura en administración: un estudio piloto. *VinculaTégica. EFAN*, 2(1).

Coca, A., & Miranda, I. (2019). Cambio de actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas: el caso de Frida. *Educación Matemática*, 31(2). <https://doi.org/10.24844/em3102.10>

Congreso de la República de Colombia. (1994, February 8). *Ley 115 de 1994. Por la cual se expide la Ley General de Educación.*

Davydov, V., & Kerr, S. (1995). The Influence of L. S. Vygotsky on Education Theory, Research, and Practice. *Educational Researcher*, 24, 12–21. <https://doi.org/10.3102/0013189X024003012>

de la Torre, M., & Ramírez, M. (2020). Diferencias de género en las actitudes hacia las matemáticas. *Presencia Universitaria*, 6(11). <https://doi.org/10.29105/pu6.11-6>

- Deieso, D., & Fraser, B. J. (2019). Learning environment, attitudes and anxiety across the transition from primary to secondary school mathematics. *Learning Environments Research*, 22(1). <https://doi.org/10.1007/s10984-018-9261-5>
- Departamento de Planeación Nacional - DNP. (2018). Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia. *Documento Conpes 3918*.
- Doğan, A., & Kahraman, E. (2021). The effect of STEM activities on the scientific creativity of middle school students. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 13(2), 1241–1266.
- Doig, B., & Willams, J. (2019). Conclusion to Interdisciplinary Mathematics Education. In *Interdisciplinary Mathematics Education* (pp. 299–302). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-11066-6\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11066-6_19)
- Esquivel, R. A. (2023). Actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de secundaria. *Mendive*, 21(4).
- Etey, Y., & Snetzler, S. (1998). A Meta-Analysis of Gender Differences in Student Attitudes toward Mathematics. *American Educational Research Association (San Diego, CA)*, 1–31.
- Farfán-Pimentel, J., & Santiago-López, C. (2023). Aprendizaje autónomo y actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de contabilidad y finanzas de la Universidad de San Martín de Porres. *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 8(1). <https://doi.org/10.33936/rehuso.v8i1.5256>
- Fernández, R., Solano, N., Rizzo, K., Gómez, A., Iglesias, L., & Espinosa, A. (2016). Las actitudes hacia las matemáticas en estudiantes y maestros de educación infantil y primaria; revisión de la adecuación de una escala para su medida. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 11(33).
- Flores, W. (2019). *Actitudes hacia las matemáticas en la resolución de problemas y su relación con la investigación propia*. Editorial URACCAN.
- Flores, W., & Auzmendi, E. (2015). Análisis de la estructura factorial de una escala de actitud hacia las matemáticas. *Aula de Encuentro*, 1, 45–77.

- Franco, E. (2023). *Actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de Educación Media en Colombia* [Tesis Doctoral]. Universidad de Córdoba.
- Fytopoulou, E., Karasmanaki, E., Tampakis, S., & Tsantopoulos, G. (2023). Effects of Curriculum on Environmental Attitudes: A Comparative Analysis of Environmental and Non-Environmental Disciplines. *Education Sciences*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/educsci13060554>
- García, F., & Doménech, F. (2002). Motivación Aprendizaje y Rendimiento Escolar. *Docencia*, 16(2).
- García, O., Raposo, M., & Martínez, M. (2023). El enfoque educativo STEAM: una revisión de la literatura. *Revista Complutense de Educación*, 34(1), 191–202. <https://doi.org/10.5209/rced.77261>
- García-Manrubia, B., Méndez, I., & García, J. (2022). Evolución de las actitudes hacia las matemáticas en estudiantes universitarios. *European Journal of Child Development, Education and Psychopathology*, 10, 1–10. <https://doi.org/10.32457/ejpad.v10i1.2069>
- García-Mejía, R., & García-Vera, C. (2020). Metodología STEAM y su uso en Matemáticas para estudiantes de bachillerato en tiempos de pandemia Covid-19. *Revista Científica, Dominio de Las Ciencias*, 6(2), 163–180.
- GEÇİCİ, M. E., & BAYIRLI, H. (2022). A Meta-Analysis of the Relationship between Attitude toward Mathematics and Mathematics Anxiety: The Sample of Turkey. *Sakarya University Journal of Education*, 12(3). <https://doi.org/10.19126/suje.991451>
- Gjicali, K., & Lipnevich, A. A. (2021). Got math attitude? (In)direct effects of student mathematics attitudes on intentions, behavioral engagement, and mathematics performance in the U.S. PISA. *Contemporary Educational Psychology*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.102019>
- Gómez, P., & Perry, P. (Eds.). (1996). *La problemática de las matemáticas escolares. Un reto para directivos y profesores*. Una empresa docente & Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V.
- Gresham, G. (2010). A study exploring exceptional education Pre-service teachers'

mathematics anxiety. *IUMPST: The Journal*, 4.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6th ed.). McGraw-Hill.

Hidalgo, C. J., Gaona, J. K., Hidalgo, A. L., Calderón, R. L., & Pérez, E. X. (2023). Niveles de desempeño y actitudes hacia las matemáticas. *Runas. Journal of Education and Culture*, 4(8). <https://doi.org/10.46652/runas.v4i8.114>

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research. In *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>

ICFES. (2023). *Informe de Establecimiento Educativo. Saber 11*.

Izzah, S., Sudarmin, Wiyanto, & Wardani, S. (2023). Analysis of Science Concept Mastery, Creative Thinking Skills, and Environmental Attitudes After Ethno-STEM Learning Implementation. *International Journal of Instruction*, 16(3). <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16342a>

Jacobs, H. (1989). *Interdisciplinary Curriculum: design and implementation*. Association for Supervision and Curriculum Development.

Kelley, T., & Knowles, J. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

Lam, A. (2023). Diseño de un proyecto STEAM, una propuesta desde las matemáticas. *Revista Peruana de Investigación e Innovación Educativa*, 3. <https://doi.org/10.15381/rpiiedu.v3i2.25339>

LEE. Laboratorio de Economía de la Educación. (2022). *Primeros resultados de “Evaluar para avanzar”: la nueva estrategia del ICFES*.

Lerman, S. (2001). Cultural, discursive psychology: A sociocultural approach to studying the teaching and learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 46, 87–113.

<https://doi.org/10.1023/a:1014031004832>

López, E., Álvarez, C., & Ruvalcabar, O. (2022). Actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de bachillerato. *Revista Varela*, 22, 248–257.

López, E., & Ardura, D. (2023). The effect size in scientific publication. *Educación XX1*, 26(1), 9–17. <https://doi.org/10.5944/educxx1.36276>

Luquez, J., Pacheco, J., & De La Hoz, E. (2021). Modelización matemática desde la perspectiva contextualizada. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 463–480. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1421>

Ma, X. (1997). Reciprocal relationships between attitude toward mathematics and achievement in mathematics. *The Journal of Educational Research*, 90(4), 221–229. <https://doi.org/10.1080/00220671.1997.10544576>

Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Frontiers in Public Health*, 8, 1–4. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>

Martínez, F. (2019). *El nuevo oficio del investigador educativo. Una introducción metodológica*. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Martínez-Borreguero, G., Cámara, F., Mateos, M., & Naranjo, F. (2022). Implicaciones cognitivas y afectivas de una práctica STEM sobre óptica en secundaria. *TECHNO REVIEW. International Technology, Science and Society Review /Revista Internacional De Tecnología, Ciencia Y Sociedad*, 11, 199–218. <https://doi.org/10.37467/gkarevtechno.v11.3207>

Martos, L., & Medina, G. (2022). Actitudes ambientales y educación ambiental en tiempos de pandemia en estudiantes de contabilidad de una universidad privada, Chimbote 2021. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1). [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i1.1782](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1782)

Mateos-Núñez, M., Martínez-Borreguero, G., & Naranjo-Correa, F. L. (2019). Comparación de las emociones, actitudes y niveles de autoeficacia ante áreas STEM entre diferentes etapas educativas. *European Journal of Education and Psychology*, 13(1).

<https://doi.org/10.30552/ejep.v13i1.292>

- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. In D. A. Grouws (Ed) (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 575–596). Macmillan Publishing Co, Inc.
- Memnun, D. S., & Akkaya, R. (2012). Pre-service teachers' attitudes towards Mathematics in Turkey. *International Journal of Humanities and Social Science*, 2(9), 90–99.
- Milfont, T. (2007). *Psychology of Environmental Attitudes: A cross-cultural study of their content and structure* [Tesis Doctoral]. The University of Auckland.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (1998). *Lineamientos Curriculares. Matemáticas*. Ministerio de Educación Nacional.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2006). *Estándares Básicos de Competencias. Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Ministerio de Educación Nacional.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2022). *Visión Stem+. Educación expandida para la vida*.
- Mousalli-Kayat, G. (2015). *Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa*. Mérida. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2633.9446>
- Müderrişođlu, H., & Altanlar, A. (2011). Attitudes and behaviors of undergraduate students toward environmental issues. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 8(1). <https://doi.org/10.1007/BF03326205>
- Murcia, E., & Henao, J. (2015). Educación matemática en Colombia, una perspectiva evolucionaria. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 18.
- Myers, D. (2003). *Psicología Social* (8a ed.). McGraw-Hill.
- Naciones Unidas/CEPAL. (2019). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores

mundiales. In *Publicación de las Naciones Unidas*.

Navarro, Ó. (2013). PSICOLOGÍA SOCIAL Y MEDIO AMBIENTE. REFLEXIONES Y PERSPECTIVAS. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM*, 1(2), 177–197.

Ng, A., Kewalramani, S., & Kidman, G. (2022). Integrating and navigating STEAM (inSTEAM) in early childhood education: An integrative review and inSTEAM conceptual framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(7). <https://doi.org/10.29333/ejmste/12174>

OCDE. (2002). *Conocimientos y aptitudes para la vida* (1st ed.). Santillana. <https://doi.org/10.1787/9789264065949-es>

OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/53f23881-en>

Palacios, A., Arias, V., & Arias, B. (2014). Attitudes towards mathematics: Construction and validation of a measurement instrument. *Revista de Psicodidactica*, 19(1). <https://doi.org/10.1387/RevPsicodidact.8961>

Pérez, D. (2013). Comportamiento ambiental en estudiantes de secundaria. *Revista Vinculando*, 11(1).

Pérez-Tyteca, P., Castro, E., Rico, L., & Castro, E. (2011). Ansiedad matemática, género y ramas de conocimiento en alumnos universitarios. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 29(2), 237–250. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v29n2.570>

Pineda-Ramírez, D. E., Palma-Martínez, S. P., & Pérez-Dubón, C. R. (2021). Actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de Honduras. *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, 4(1). <https://doi.org/10.5377/recsp.v4i1.12095>

PISA. (2016). Estudiantes de bajo rendimiento. Por qué se quedan atrás y cómo ayudarles a tener éxito. Resultados principales. OCDE.

Radovic, D., & Pampaka, M. (2023). Relación entre percepciones de la enseñanza, sexo y

actitudes hacia las matemáticas de estudiantes. *Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa*, 25(2), 311–340. <https://doi.org/10.12802/relime.22.2533>

Rahman, A., Arsyad, M., & Arafah, K. (2021). The Development of Teaching Material Based on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(1). <https://doi.org/10.26618/jpf.v9i1.4499>

Rendón-Macías, M. E., Zarco-Villavicencio, I. S., & Villasís-Keever, M. Á. (2021). Métodos estadísticos para el análisis del tamaño del efecto. *Revista Alergia México*, 68(2). <https://doi.org/10.29262/ram.v658i2.949>

Reyes, L. H. (1984). Affective Variables and Mathematics Education. *The Elementary School Journal*, 84(5), 558–581. <https://doi.org/10.1086/461384>

Rivera, C., & Costa, V. (2022). Avances de la implementación de una Actividad de Estudio e Investigación en el Enfoque STEAM para el estudio de la geometría. *UNIÓN- Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 18(66).

Rosenthal, R. (1991). *Meta-Analytic Procedures for Social Research*. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781412984997>

Royster, D., Harris, M., & Schoeps, N. (1999). Dispositions of college mathematics students. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 30(3). <https://doi.org/10.1080/002073999287851>

Russo, J., Kalogeropoulos, P., & Roche, A. (2023). Exploring underachieving students' views of, and attitudes towards, mathematics across stage of schooling. *Asian Journal for Mathematics Education*, 2(2). <https://doi.org/10.1177/27527263231177435>

Salazar, M., Icaza, M., & Alejo, O. (2018). La importancia de la ética en la investigación. *Universidad y Sociedad*, 10(1).

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4).

Schunk, D. (2012). *Teorías del aprendizaje: Una perspectiva educativa* (Sexta edición). Pearson Educación.

- Scottish Government. (2017). *Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Evidence Base*.  
<https://www.gov.scot/binaries/content/documents/govscot/publications/strategy-plan/2017/10/science-technology-engineering-mathematics-education-training-strategy-scotland/documents/00526537-pdf/00526537-pdf/govscot%3Adocument/00526537.pdf>
- Segarra, J. R., & Julià, C. (2021). Actitud hacia las matemáticas de los estudiantes de quinto grado de educación primaria y autoeficacia de los profesores. *Ciencias Psicológicas*, 15(1), 1–14. <https://doi.org/10.22235/cp.v15i1.2170>
- Segarra-Escandón, J., & Julià, C. (2020). Comparación sobre la actitud hacia las matemáticas en estudiantes de 5.º de educación primaria, 2.º de ESO y 3.º del grado de maestro. *Edetania. Estudios y Propuestas Socioeducativas*, 58, 79–104. [https://doi.org/10.46583/edetania\\_2020.58.688](https://doi.org/10.46583/edetania_2020.58.688)
- Silva-Hormazábal, M., Rodrigues-Silva, J., & Alsina, Á. (2022). Conectando matemáticas e ingeniería a través de la estadística: una actividad STEAM en educación primaria. *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, 5(1). <https://doi.org/10.5377/recsp.v5i1.15118>
- Sutradhar, P., & Naraginti, A. (2022). Teaching Effectiveness of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Teachers. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4096832>
- Szücs, D., & Mammarella, I. (2020). *Ansiedad hacia las matemáticas*. Oficina Internacional de Educación de la UNESCO.
- T. Campbell, D., & C. Stanley, J. (1995). Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social. In *Digestive and Liver Disease* (Issue 9). Amorrortu editores. <https://knowledgesociety.usal.es/sites/default/files/campbell-stanley-disec3b1os-experimentales-y-cuasiexperimentales-en-la-investigacic3b3n-social.pdf>
- Thompson, T. (2006). Teaching for Social Mathematics: Exploring the Collaborative Roles of Social Studies and Mathematics Educators. *Social Studies Research and Practice*, 1(2), 268–283. <https://doi.org/10.1108/SSRP-02-2006-B0011>

- Torres, E. A., & Mosquera, J. A. (2022). Aportes de la educación STEAM a la enseñanza de las ciencias; una revisión documental entre 2018 y 2021. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora*, 1(1).
- Uğraş, M. (2018). The Effects of STEM Activities on STEM Attitudes, Scientific Creativity and Motivation Beliefs of the Students and Their Views on STEM Education. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(5). <https://doi.org/10.15345/iojes.2018.05.012>
- Ursini, S., & Sánchez, J. (2019). *Actitudes hacia las matemáticas. Qué son. Cómo se miden. Cómo se evalúan. Cómo se modifican*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Facultad de estudios Superiores Zaragoza.
- Valdez, F. (2012). Teorías educativas y su relación con las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC). *XVII Congreso Internacional de Contaduría Administración e Informática*.
- Valero, M., & Febres, M. E. (2019). Educación Ambiental y Educación para la Sostenibilidad: historia, fundamentos y tendencias. *Revista Encuentros*, 17(02). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15665/encuent.v17i02.661>
- Valero, P. (2002). Consideraciones sobre el contexto y la educación matemática para la democracia. *Cuadrante*, 11(1).
- Valero, P., & Skovsmose, O. (2012). *Educación matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas*. Universidad de los Andes. <https://www.researchgate.net/publication/281438280>
- Venturine, C., & Malaquias, I. (2022). História da ciência, educação STEAM e literacia científica: possíveis intersecções. *História Da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces*, 25. <https://doi.org/10.23925/2178-2911.2022v25espp196-208>
- Vygotsky, L. (2001). Psicología pedagógica. Un curso breve. In G. Blanck (Ed.), *Buenos Aires, AIQUE*.
- Zamora-Araya, J. A. (2020). Impacts of attitudes, social development, mother's educational level and selfefficacy on academic achievement in mathematics. *Uniciencia*, 34(1).

<https://doi.org/10.15359/ru.34-1.5>

## APÉNDICES

## Apéndice 1. Solicitud Permiso Estudio en Institución Educativa

Licenciado  
**JUAN RAMÓN RUIZ GONZÁLEZ**  
Rector  
Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá  
|

Reciba un cordial saludo.

Me permito dirigirme a usted con el fin de solicitar autorización para llevar a cabo un estudio de investigación científica en la institución. El objetivo principal de esta investigación es evaluar el impacto de una estrategia STEAM para propiciar un cambio de actitud hacia las matemáticas en estudiantes de grado octavo. Este estudio tiene como meta proporcionar información valiosa acerca de cómo la implementación de la estrategia STEAM (Ciencia, Tecnología, ingeniería, Artes y Matemáticas) afecta las percepciones, emociones y motivaciones en los estudiantes con respecto a la disciplina matemática.

El procedimiento incluirá la aplicación de un instrumento para medir el nivel de actitud hacia las matemáticas. Todos los datos recopilados se manejarán de manera confidencial y se utilizarán únicamente para fines de investigación.

Agradezco su consideración y apoyo para llevar a cabo este estudio en la institución. Los resultados serán de gran beneficio para la comunidad educativa al fomentar un ambiente más positivo y favorable hacia esta disciplina académica.

Quedo a su disposición para brindar cualquier información adicional que pueda necesitar.

Atentamente,

**Carol Ximena Rodríguez Cárdenas**  
Docente  
Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá  
[ximena.rodriguez@itifusagasuga.com](mailto:ximena.rodriguez@itifusagasuga.com)

## Apéndice 2. Autorización Para Estudio en Institución Educativa



INSTITUCIÓN EDUCATIVA MUNICIPAL  
*Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá*  
Resolución de Aprobación No. 0559 del 16/08/2013 y 820 del 24/10/2022  
*Secretaría de Educación de Fusagasugá*  
NIT. 890680335-8



Fusagasugá, 5 de abril de 2024

100-220-01.099

Licenciada  
**CAROL XIMENA RODRÍGUEZ CÁRDENAS**  
Docente Instituto Técnico Industrial  
ciudad

**REF: SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA ADELANTAR UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN LA INSTITUCIÓN**

Respetuoso saludo licenciada Carol Ximena

Con atención al asunto de la referencia, relacionado con la investigación para evaluar el impacto de una estrategia STEAM para propiciar un cambio de actitud hacia las matemáticas en estudiantes de grado octavo, esta rectoría emite **CONCEPTO FAVORABLE** para que se adelante este estudio de investigación en la Institución, augurando éxito en el desarrollo de la misma.

Hasta otra oportunidad



**JUAN RAMÓN RUIZ GONZÁLEZ**  
Rector

**GESTIÓN DOCUMENTAL**  
Original: Destinatario  
1° Copia: Correspondencia 2024  
Archivo Sistematizado de la Dependencia Oficios 2024  
Serie: Correspondencia  
Elaboró: JUAN RAMÓN RUIZ GONZÁLEZ / Rector  
Revisó y Aprobó: JUAN RAMÓN RUIZ GONZÁLEZ / Rector

### **Apéndice 3. Consentimiento Informado Para Participar en un Estudio de Investigación**

**Título del proyecto:** STEAM para fomentar un cambio de actitud hacia las matemáticas en estudiantes de 8° grado.

**Responsable:** Mag. Carol Ximena Rodríguez Cárdenas

**Sede donde se realizará el estudio:** Instituto Técnico Industrial de Fusagasugá

Como parte del compromiso de la institución con la promoción del bienestar integral de nuestros estudiantes, nos complace informarles sobre una oportunidad de participación de su hijo/a en la investigación cuyo objetivo principal de esta investigación es evaluar el impacto de una estrategia STEAM para propiciar un cambio de actitud hacia las matemáticas en estudiantes de grado octavo. Esta estrategia tiene como meta proporcionar información valiosa acerca de cómo la implementación de la estrategia STEAM (Ciencia, Tecnología, ingeniería, Artes y Matemáticas) afecta las percepciones, emociones y motivaciones en los estudiantes con respecto a la disciplina matemática.

La participación en esta investigación es completamente voluntaria y se llevará a cabo bajo un estricto protocolo de confidencialidad. Los datos obtenidos serán manejados de tal manera que no se expondrán a nivel individual a los estudiantes que en ella participen. Al proporcionar su consentimiento para que su hijo/a participe en esta investigación, usted estará ayudando a contribuir al avance del conocimiento en el campo de la educación matemática y el desarrollo de proyectos interdisciplinarios con un enfoque STEAM y la promoción de actitudes hacia las matemáticas favorables.

Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto. Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea que su hijo/a participe, se le pedirá que firme este consentimiento, del cual se le entregará una copia firmada

#### **JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

La investigación que plantea el enfoque STEAM como estrategia para promover un cambio hacia las matemáticas es conveniente debido a los diversos beneficios que ofrece en el ámbito de la resolución de problemas, la comprensión matemática, la motivación de los estudiantes, la aplicación de las matemáticas, y la interdisciplinariedad que facilita la comprensión del mundo, permitiendo que los estudiantes se involucren de manera más activa en su proceso de aprendizaje al generar soluciones para problemas del mundo real. Este estudio busca un cambio de actitud favorable hacia las matemáticas que influya positivamente en el desempeño académico general y en la capacidad de aplicar conceptos matemáticos en situaciones prácticas. Estos aspectos se reconocen como elementos determinantes para fomentar para abordar desafíos educativos que mejoren la calidad de la enseñanza y contribuir al desarrollo de estrategias pedagógicas efectivas y motivadoras.

## **OBJETIVO DEL ESTUDIO**

Evaluar el impacto de una estrategia STEAM para propiciar un cambio de actitud hacia las matemáticas en estudiantes de grado octavo

## **BENEFICIOS DEL ESTUDIO**

Este estudio proporciona a los estudiantes experiencias enriquecedoras que estimulan el desarrollo de pensamiento crítico y la habilidad de aplicar conceptos matemáticos en situaciones del mundo real. Al integrar de manera innovadora la teoría con la práctica, el estudio no solo contribuye a mejorar el rendimiento académico, sino también prepara a los estudiantes para abordar desafíos ambientales de manera efectiva. La combinación de la estrategia STEAM con la aplicación de los conceptos matemáticos en contextos prácticos favorece un aprendizaje integral, fortaleciendo no solo la comprensión de los conceptos matemáticos, sino también promoviendo habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico esenciales en la vida cotidiana.

## **PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO**

En primer lugar, se seleccionan dos grupos de grado octavo que serán asignados como grupo experimental y grupo control. Ambos grupos completarán una prueba de entrada para medir el nivel de actitud hacia las matemáticas. Posteriormente, se implementará en el grupo experimental la estrategia STEAM desde el aula de matemáticas para propiciar un cambio de actitud hacia las matemáticas.

Tras la implementación de la estrategia, ambos grupos completarán una prueba de salida para evaluar el impacto de la intervención. Esta prueba permitirá comparar el cambio en el nivel de actitud hacia las matemáticas entre el grupo experimental, el cual recibe la estrategia educativa, y el grupo de control, que no la recibe. Se garantizará la confidencialidad de los datos recopilados y se seguirán todos los protocolos éticos pertinentes.

Este procedimiento permitirá determinar la efectividad de la estrategia sobre el cambio de actitud hacia las matemáticas, proporcionando información valiosa para mejorar las intervenciones dirigidas a promover conductas favorables hacia las matemáticas. Se tomarán precauciones para garantizar que las pruebas sean apropiadas para la edad y sensibles a las necesidades de los participantes.

## **RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO**

La estrategia educativa implementada se basa en evidencia científica pedagógica y metodológica, diseñada para la edad, lo que minimiza los riesgos potenciales. Además, el entorno educativo donde se llevará a cabo la propuesta y las diferentes actividades están cuidadosamente diseñadas para adaptarse al rango de edad y al desarrollo socioemocional de los estudiantes de

grado octavo.

Se asegurará que los estudiantes estén plenamente informados de las reglas de participación y se les brindará la opción de retirarse del estudio en cualquier momento, comunicándose previamente con el docente investigador encargado. De esta manera, se garantiza un ambiente seguro, cerrado y controlado para la participación de los estudiantes.

### ACLARACIONES

- Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
- Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, aun cuando el investigador responsable no se lo solicite, informando las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.
- No recibirá pago por su participación.
- La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada estudiante, será mantenida con estricta confidencialidad por el investigador.
- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la carta de consentimiento informado anexa a este documento.

V° B° Rector \_\_\_\_\_

Docente investigador \_\_\_\_\_



-----

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, \_\_\_\_\_ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos, teniendo en cuenta que ningún momento se expondrá de manera individual a alguno de los participantes. Convengo que mi hijo/a participe en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

\_\_\_\_\_  
Firma del padre o tutor

\_\_\_\_\_  
Fecha

#### Apéndice 4. Planeación Estrategia STEAM: EcoMath: Ilumina tu Espacio

<b>Grado</b>	Octavo
<b>Nombre del proyecto</b>	EcoMath: Ilumina tu espacio
<b>Propósito</b>	Fomentar el aprendizaje interdisciplinario y práctico al integrar conocimientos y habilidades de diversas disciplinas, mediante el diseño y construcción de lámparas solares modeladas con sólidos geométricos. Este proyecto busca explorar la aplicación de la energía solar en la vida cotidiana, promoviendo la conciencia ambiental y la innovación tecnológica.
<b>Problema</b>	<p>La Institución Educativa Técnico Industrial de Fusagasugá en nivel de secundaria acoge a una comunidad estudiantil de aproximadamente 1507 estudiantes de secundaria, divididos en jornadas de mañana y tarde. La jornada de la mañana alberga 850 estudiantes, mientras que la de la tarde tiene 657. Sin embargo, la jornada tarde, que abarca desde las 12:10 p.m. hasta las 6:10 p.m., experimenta escasez de iluminación en los pasillos, especialmente durante la salida de los estudiantes. Es necesario proporcionar iluminación adecuada en los pasillos y áreas comunes de manera sostenible, contribuyendo así al cuidado del medio ambiente. Además, la situación actual en Colombia, agravada por el fenómeno del Niño, ha provocado una disminución en el suministro de agua lo que ha llevado a racionamientos y preocupaciones sobre la generación de energía, anticipando posibles cortes de energía.</p> <p><b>Pregunta general del proyecto:</b> ¿cómo podemos diseñar y construir lámparas que contribuyan al ahorro energético y ofrezcan alternativas para iluminar espacios tanto de la institución como en el hogar?</p> <p>Al abordar esta problemática, se brinda a los estudiantes la oportunidad de aplicar conceptos de geometría, especialmente relacionados con sólidos geométricos y sus propiedades, para diseñar y elaborar correctamente sus modelos de lámparas.</p>
<b>Campos formativos</b>	Matemáticas Tecnología Artes Ciencias Ingeniería

<b>Lineamientos curriculares</b>	<p><b>Matemáticas</b></p> <p><b>Derechos básicos de aprendizaje DBA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describe atributos medibles de diferentes sólidos y explica relaciones entre ellos por medio del lenguaje algebraico (DBA 4, grado 8°)</li> <li>• Identifica regularidades y argumenta propiedades de figuras geométricas a partir de teoremas y las aplica en situaciones reales (DBA 7, grado 8°)</li> <li>• Identifica relaciones de congruencia y semejanza entre las formas geométricas que configuran el diseño de un objeto (DBA 6, grado 8°)</li> </ul> <p><b>Estándares Básicos de Competencias MEN:</b>  <b>Pensamiento Espacial y Sistemas Geométricos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso representaciones geométricas para resolver y formular problemas en las matemáticas y en otras disciplinas (8° y 9°)</li> <li>• Resuelvo y formulo problemas que involucren relaciones y propiedades de semejanza y congruencia usando representaciones visuales (8° y 9°)</li> <li>• Conjeturo y verifico propiedades de congruencias y semejanzas entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas (8° y 9°)</li> </ul> <p><b>Pensamiento Métrico y Sistemas de Medidas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizo técnicas y herramientas para la construcción de figuras planas y cuerpos con medidas dadas (6° y 7°)</li> <li>• Selecciono y uso técnicas e instrumentos para medir longitudes, áreas de superficies, volúmenes y ángulos con niveles de precisión apropiados (8° y 9°)</li> </ul>
	<p><b>Castellano</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizo previamente las ideas que deseo exponer y me documento para sustentarlas (8° y 9°)</li> <li>• Identifico y valoro los aportes de mi interlocutor y del contexto en el que expongo mis ideas (8° y 9°)</li> <li>• Selecciono la información obtenida a través de los medios masivos, para satisfacer mis necesidades comunicativas (8° y 9°)</li> </ul>
	<p><b>Ciencias Naturales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizo el potencial de los recursos naturales de mi entorno para la obtención de energía e indico sus posibles usos.</li> <li>• Respeto y cuido los seres vivos y los objetos de mi entorno.</li> </ul>

<b>Contenido</b>	<p><b>Sólidos geométricos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de sólidos,</li> <li>• Elementos de los sólidos,</li> <li>• Relación entre aristas y vértices</li> <li>• Poliedros regulares.</li> </ul>
<b>Ejes articuladores</b>	<p><b>Procesos generales de la actividad matemática.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Formulación</b>, tratamiento y resolución de problemas</li> <li>• Modelación de procesos y fenómenos de la realidad</li> <li>• Comunicación</li> <li>• Razonamiento</li> <li>• Formulación, comparación y ejercitación de procedimientos.</li> </ul> <p><b>Habilidad fundamentales STEAM (Habilidades siglo XXI)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pensamiento crítico: cuestiona su propia realidad</li> <li>• Resolución de problemas</li> <li>• Creatividad e innovación</li> <li>• Comunicación</li> <li>• Colaboración</li> </ul> <p><b>Principios orientadores del enfoque STEM+</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contextual</li> <li>• Incluyente</li> <li>• Expandido</li> <li>• Integrado</li> <li>• Colaborativo</li> <li>• activo</li> </ul>
<b>Orientaciones didácticas</b>	Fomentar la investigación
<b>Sugerencias de evaluación</b>	Formativa
<b>Tiempo</b>	8 días (cada día de 2 horas)
<b>Particularidad de la metodología</b>	Aprendizaje basado en proyectos

## Apéndice 5. Momento 1. Saberes Previos

Momento 1. Saberes Previos	Fase 1: introducción al tema.	Ciencias	
<b>Recursos</b> Videos	<b>Tiempo</b> Sesión 1 (2 horas)	<b>Organización</b> Individual Grupal	<b>Competencia</b> Pensamiento crítico Trabajo en equipo
<b>Objetivo</b> Sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia de buscar soluciones sostenibles y creativas para enfrentar desafíos energéticos actuales.			

### Actividad 1: La problemática energética

#### Introducción:

1. Se presenta a los estudiantes un video de una Noticia emitida por un canal de televisión que destaca el riesgo de racionamiento energético en el país. Se plantean las siguientes preguntas como punto de partida para la discusión:

- a. ¿Por qué hay una crisis energética en el país?
- b. ¿Qué factores cree que contribuyen al racionamiento energético?

#### 2. Conformación de grupos de trabajo

Para llevar a cabo el proyecto, se propone la formación de grupos de trabajo utilizando una dinámica llamada “Haciendo gestos”. En esta actividad, se asignan grupos de 3 o 4 estudiantes de forma aleatoria. Cada estudiante recibe una tarjeta con una indicación como guiñar un ojo, mostrar la lengua, arrugar la nariz, fruncir el ceño, tocarse el cabello, realizar un saludo militar, bostezar o sonreír de forma fingida.



Las tarjetas se distribuyen al azar entre los estudiantes, y luego, siguiendo las indicaciones del docente, los estudiantes se desplazan libremente por el aula. Cuando se encuentran con un compañero, deben realizar el gesto indicado en su tarjeta. Aquellos que coincidan en el mismo gesto formaran un equipo y continuaran buscando al resto de los integrantes. Una vez que se reúnen los tres o cuatro compañeros, se ubican en un lugar específico de aula para comenzar a trabajar juntos.

**Actividad práctica:**

3. Se presentan videos sobre la generación de la energía y la energía hidráulica, a partir de los cuales se plantean las siguientes ítems.
  - a. Realice una pequeña representación gráfica de cómo es la generación de energía hidráulica y cómo llega a nuestros hogares
  - b. ¿Cuáles son las fuentes de energía actuales? Y ¿Qué fuentes de energía considera generan más beneficios?
  - c. ¿Qué medidas podríamos tomar para reducir el consumo de energía en el colegio? (dos propuestas)
  - d. ¿Qué medidas podríamos tomar para reducir el consumo de energía en nuestra casa? (dos propuestas)
  - e. ¿Considera que algunos espacios de la institución carecen de iluminación durante la hora de la salida? Mencione algunos de estos espacios.

**Socialización:**

4. Después de que cada grupo haya dado respuesta a cada uno de los ítems, se lleva a cabo una socialización en la que compartan sus respuestas y sus propuestas.

## Apéndice 6. Momento 2. Plan y Acción

<b>Momento 2. Plan y acción</b>	<b>Fase 2: Diseño de investigación y desarrollo de la indagación</b>	<b>Ciencias</b>
---------------------------------	--	-----------------

<b>Recursos</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Organización</b>	<b>Competencia</b>
Video	Sesión 2 (1 hora)	Grupal	Resolución de problemas Pensamiento crítico

**Objetivo**  
**Establecer una plan para iluminar los espacios oscuros de la institución mediante el uso de fuentes alternativas de energía.**

### **Actividad 2. Planteamiento del plan**

#### **Introducción:**

Considerando la actividad introductoria al tema, cada grupo responde a la siguiente pregunta, que guiará la ejecución del proyecto.

*Considerando la ausencia de iluminación en algunos lugares de la ITI durante la salida de los estudiantes a las 6:10 p.m. y la disponibilidad de energía en el país, establecer una propuesta para iluminar espacios sin depender exclusivamente de la generación hidroeléctrica*

#### **Actividad práctica:**

Los estudiantes debaten sobre la pregunta y plantean su respuesta.

Se presenta un video de sensibilización sobre un proyecto energético hidráulico ultrapequeño, con el propósito de motivar la realización de proyectos que generen energía.

#### **Socialización:**

Después de que cada grupo haya planteado su respuesta, se lleva a cabo una socialización en la que compartan su propuesta.

## Apéndice 7. Momento 3. Respuesta a la Pregunta de Indagación

<b>Momento 3. Respuesta a la pregunta de indagación.</b>	<b>Fase 3: Organizar y estructurar las respuestas a las preguntas de indagación</b>	<b>Matemáticas Tecnología Ingeniería Artes</b>
--	---	--

<b>Recursos</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Organización</b>	<b>Competencia</b>
Fotocopia Video	Sesión 3 (1 horas)	Grupal	Comunicación

### **Objetivo**

**Identificar los diferentes tipos de sólidos y establecer conexiones con objetos de su entorno cotidiano.**

### **Actividad 3. Identificando sólidos**

#### **Introducción.**

1. A los estudiantes se les muestran dibujos de ocho objetos, y se les pide que escriban los nombres de los sólidos geométricos correspondientes basándose en sus conocimientos.



#### **Actividad práctica:**

2. Se proyecta un video que describe las características y la clasificación general de los sólidos geométricos.
3. Se les hace entrega a los estudiantes de la guía a desarrollar.

#### **Socialización**

4. Una vez completada la guía, se retoma la actividad introductoria contrastando las respuestas proporcionadas inicialmente con las planteadas después del desarrollo de la actividad práctica.



### SOLIDOS GEOMÉTRICOS

Los poliedros son cuerpos geométricos limitados por polígonos.  
Son cuerpos redondos aquellos cuya superficie lateral de los cuerpos es curva.

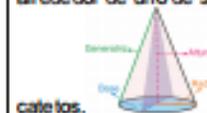
Los **PRISMAS** son poliedros que tienen dos caras iguales y paralelas, llamadas bases, y el resto de sus caras laterales son paralelogramos.



Un **CILINDRO** es un cuerpo de revolución que se obtiene al girar un rectángulo alrededor de uno de sus lados.



Un **CONO** es un cuerpo de revolución que se obtiene al girar un triángulo rectángulo alrededor de uno de sus catetos.



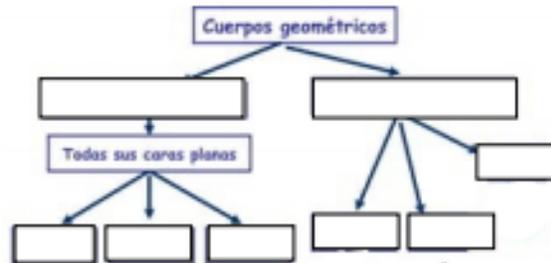
Una **PIRAMIDE** es un poliedro que tiene por base un polígono cualquiera, y por caras laterales triángulos con un vértice común.



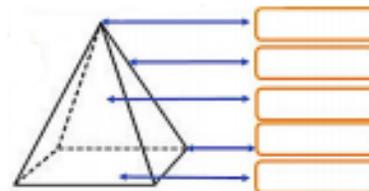
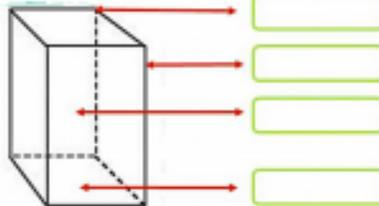
Una **ESFERA** se genera al girar un círculo (o un semicírculo) sobre uno de sus diámetros.



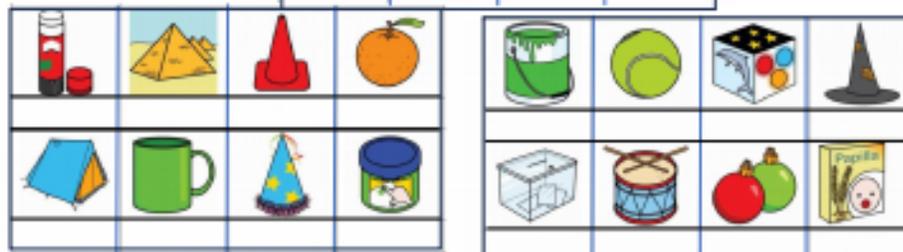
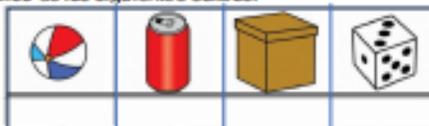
1. Teniendo en cuenta las anteriores definiciones, complete el siguiente esquema con las palabras **poliedros**, **esfera**, **cubo**, **prisma**, **pirámide**, **cilindro**, **cuerpos redondos**, **cono**



2. Escribe los nombres de cada una de las partes de un poliedro y pirámide.



3. Escribe el nombre geométrico de los siguientes sólidos.



Recursos	Tiempo	Organización	Competencia
Guía de trabajo Figuras tridimensionales	Sesión 4 y 5 (4 horas)	Grupal	Pensamiento crítico Resolución de problemas Creatividad e innovación Comunicación Colaboración

### Objetivo

**Fomentar la comprensión de los conceptos de poliedros y poliedros regulares, así como promover la identificación de patrones basados en las aristas, caras y vértices.**

### Actividad 4. Poliedros a nuestro alrededor

#### Introducción.

Antes de la actividad, se pide a los estudiantes que busquen en sus casas tres objetos, cada uno representando un poliedro con un número distinto de caras. Además, se les solicita que traigan los siguientes materiales por grupo de trabajo: caja de palillos, plastilina, 5 octavos de cartulina y pegante.

1. Se presenta y socializa el nombre que reciben los sólidos según el número de caras.

#### Actividad práctica.

2. Los estudiantes completan la guía propuesta, utilizando los objetos llevados a clase, donde identifican el nombre según su base, así como el número de caras, aristas y vértices.
3. Se solicita a los estudiantes construir cuatro tipos diferentes de poliedros utilizando los palillos y plastilina, asegurándose de que cumplan las condiciones dadas, como por ejemplo que sea un prisma, un poliedro con una base heptagonal, que sea una pirámide y que sea un dodecaedro. Se les pide que continúen completando la guía. A su vez se va realizando construcciones en software: GeoGebra dando a conocer sus elementos y se les anima a utilizarlos a medida que realizan las construcciones con los palillos.
4. Se les solicita a los estudiantes representar utilizando los palillos partes de dos construcciones seleccionadas del colegio y municipio (Parroquia Nuestra Señora de Belén de Fusagasugá, Edificio de la Gobernación de Cundinamarca en Bogotá, Bloque de Salones Institución Técnico Industrial, Entrada a bloques de la Institución Técnico Industrial) identificando las sólidos que las componen.
5. Se les solicita que realicen dos construcciones compuestas por varios poliedros utilizando los palillos y plastilina.

6. Se proporciona a los estudiantes información sobre los cinco sólidos platónicos (poliedros regulares) y se les pide que los construyan en cartulina.

**Socialización**

7. Los estudiantes presentan sus construcciones describiendo los sólidos que las componen.



Los poliedros se clasifican según el número de caras como se presenta a continuación

Numero de caras	Nombre	Numero de caras	Nombre	Numero de caras	Nombre
4	Tetraedro	8	Octaedro	12	Dodecaedro
5	Pentaedro	9	Eneaedro	13	Tridecaedro
6	Hexaedro	10	Decaedro	14	Tetradecaedro
7	Heptaedro	11	Undecaedro	20	Icosaedro

Los prismas y pirámides reciben el nombre teniendo en cuenta el polígono que conforma su base.



Base

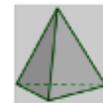


Figura 1      Figura 2

Ejemplo. Tabla 1.

Objeto	Poliedro	Base	Nombre	N.º de caras	N.º de vértices	N.º de aristas	Clasificación
Ejemplo 1	Prisma	Pentágono	<i>Prisma Pentagonal</i>				<i>Heptaedro</i>
Ejemplo 2	Pirámide	Triángulo	<i>Pirámide Triangular</i>				<i>Tetraedro</i>

1. A partir de los objetos traído de casa, completar la siguiente tabla.

Objeto	Poliedro	Base	Nombre	N.º de caras	N.º de vértices	N.º de aristas	Clasificación
1.							
2.							
3.							

2. Construir cuatro poliedros distintos utilizando los materiales solicitados (palillos y plastilina), asegurándose de que cada figura cumplan la condición especificada en la siguiente tabla.

Figura	Poliedro	Base	Nombre	N.º de caras	N.º de vértices	N.º de aristas	Clasificación
4.	<b>Prisma</b>						
5.		<b>Heptágono</b>					
6.	<b>Pirámide</b>						
7.							<b>Decaedro</b>

3. A partir de las siguientes imágenes que corresponden a: bloque de salones de la Institución, iglesia Central de Fusagasugá y Edificio Gobernación de Cundinamarca, representarlas utilizando palillos y plastilina y completar las filas de la siguiente tabla.



Objeto	Poliedro 1	Poliedro 2	Poliedro 3	N.º de caras	N.º de vértices	N.º de aristas	Clasificación
1.							
2.							
3.							
4.							

4. Construir una figura compuestas por varios poliedros y a partir de estas completar la fila 4
5. Los poliedros regulares son aquellos cuyas caras son polígonos regulares idénticos (como el cuadrado, el triángulo equilátero y el pentágono regular). Solo existen cinco poliedros regulares.

Utilizando cartulina, armar cada uno de los poliedros regulares a partir de los desarrollos planos. Completar la tabla con el número de elementos presentes en cada poliedro regular.

Clasificación poliedros regulares		
Nombre	Descripción	Representación
<i>Tetraedro</i>	Superficie formada por 4 triángulos equiláteros iguales	
<i>Cubo o hexaedro regular</i>	Superficie constituida por 6 cuadrados	
<i>Octaedro</i>	Superficie constituida por 8 triángulos equiláteros	
<i>Dodecaedro</i>	Superficie constituida por 12 pentágonos regulares	
<i>icosaedro</i>	Superficie constituida por 20 triángulos equiláteros	

Poliedro	N. de caras (C)	N. de vértices (V)	N. de aristas (A)
<i>Tetraedro</i>			
<i>Cubo</i>			
<i>Octaedro</i>			
<i>Dodecaedro</i>			
<i>icosaedro</i>			

Recursos	Tiempo	Organización	Competencia
Cuaderno Software GeoGebra Palillos, Hilo Panel solar	Sesión 6 y 7 (4 horas)	Grupal	Pensamiento crítico Resolución de problemas Creatividad e innovación Comunicación Colaboración

### Objetivo

**Diseñar y construir lámparas geométricas solares que puedan iluminar espacios tanto en la institución como en el hogar, que promuevan la conciencia y la adopción de energía alternativas, así como los principios básicos de la energía solar y la geometría aplicada.**

### Actividad 5. Construyendo lámparas solares

#### Introducción.

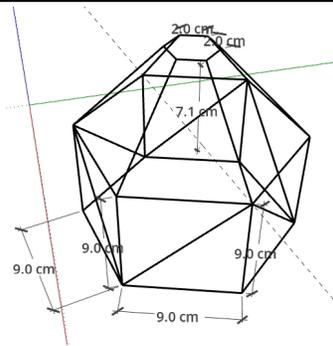
Se proyectan imágenes de lámparas geométricas elaboradas con diversos materiales como pitillos o palitos.



#### Actividad práctica

Cada grupo realiza en una hoja el diseño de una lámpara geométrica, considerando el espacio para colocar el panel solar y describiendo las características de la figura.

Utilizando el software Sketchup, los estudiantes llevan a cabo el diseño teniendo en cuenta las medidas a utilizar. Este software está disponible para los estudiantes, ya que poseen cuenta institucional de Gmail. Como ejemplo se presentan un diseño que se elaboró en Sketchup.



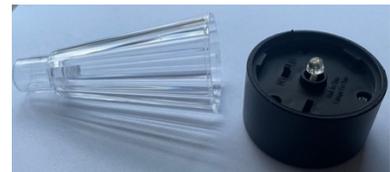
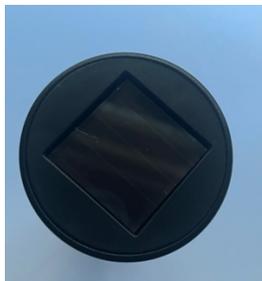
### Materiales

- 18 palos de 9 cm.
- 6 palos de 2 cm
- 6 palos de 10 cm
- 6 palos de 12,7 cm

A partir de los diseños realizados, los estudiantes determinan las especificaciones del material y proceden a construir la lámpara geométrica previamente diseñada. Se seleccionan los materiales como palos pinchos, silicona y arcilla de secado al aire para asegurar las uniones pegadas con silicona.



Los estudiantes realizan la prueba del panel solar para verificar su funcionamiento y determinar el tiempo de encendido. Cada grupo recibe un panel solar con su bombilla.



Se procede a la instalación del panel solar

### Socialización.

Los estudiantes realizan una presentación de sus lámparas geométricas solares, describiendo el sólido geométrico utilizado en su construcción.

## Apéndice 8. Momento 4. Comunicación y Aplicación

<b>Momento 4. Comunicación y aplicación</b>	<b>Fase 4: Presentación de los resultados</b>	<b>Tecnología Arte</b>
---	---	----------------------------

<b>Recursos</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Organización</b>	<b>Competencia</b>
Fotos	Sesión 8 (2 horas)	Grupal	Creatividad Trabajo en equipo

### **Objetivo**

**Realizar un video que muestre el proceso completo de elaboración de lámpara, desde los primeros bocetos y diseños en software hasta la fase final de construcción, fomentando así la divulgación y el aprendizaje colaborativo.**

### **Actividad 6. Comunicando nuestro proyecto.**

Cada grupo debe crear un video corto que documente la experiencia y presente las distintas etapas y procesos llevados a cabo durante la elaboración de la lámpara, incluyendo una descripción de su función y utilidad. Además, se deben destacar los conocimientos adquiridos y los desafíos superados durante el proyecto.

Los estudiantes realizan una socialización de sus videos y construcciones ante otros cursos, donde describan los diferentes pasos seguidos en la realización de la lámpara.

## Apéndice 9. Momento 5. Reflexiones Sobre Nuestros Aprendizajes

<b>Momento 5.</b>		<b>Fase 5: Metacognición</b>		<b>Matemáticas</b>
<b>Reflexiones sobre nuestros aprendizajes</b>				<b>Ciencias</b>
<b>Recursos</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Organización</b>		<b>Competencia</b>
Cuaderno	Sesión 9 (1 hora)	Grupal- Individual		Creatividad Trabajo en equipo
<b>Objetivo</b>				
<b>Reflexionar sobre los proyectos realizados por los compañeros, destacando la importancia del ahorro y uso eficiente del agua y energía, destacando la comprensión de las prácticas sostenibles y su impacto en el medio ambiente.</b>				
<b>Actividad 7. Reflexionando sobre nuestro proyecto.</b>				
<p>1. Cada grupo reflexiona sobre la importancia del cuidado del medio ambiente y la responsabilidad de utilizar energías alternativas para promover la sostenibilidad ambiental. Además, se enfatiza la relevancia del ahorro y el uso eficiente del agua y la energía en nuestras actividades diarias.</p> <p>Teniendo en cuentas las presentaciones vistas de los demás</p> <p>2. Se plantea la entrevista estructurada para ser respondida de manera individual. A cada estudiante se le entrega una ficha que contiene tres preguntas, las cuales deben ser contestadas de forma escrita. De esta manera se busca que cada persona tenga la oportunidad de reflexionar y expresar sus respuestas de manera personal y detallada, sin la influencia de otros participantes.</p>				

## Apéndice 10. Entrevista Estructurada

1. En una o dos palabras describe tu experiencia en general con el proyecto: “Ecomath ilumina tu espacio”.
2. ¿Qué cosas aprendiste de manera más significativa durante la realización del proyecto?
3. Consideras que las actividades que se realizaron del proyecto fueron útiles para el aprendizaje en matemáticas? Menciona un ejemplo.
4. ¿Cómo podrías aplicar lo aprendido en una situación de la vida real?
5. ¿Cómo ha influido el proyecto en tu percepción de las matemáticas?
6. ¿Qué cambios o mejoras sugerirías para futuros proyectos?
7. ¿Volverías a participar en un proyecto similar en el futuro? ¿Por qué si o por qué no?
8. ¿Con qué áreas se pueden relacionar las matemáticas en los proyectos?
9. ¿Qué desafío o dificultad percibiste durante el desarrollo del proyecto?
10. ¿Qué aspectos de la estrategia STEAM consideras que fueron más efectivos o beneficiosos?
11. ¿Qué habilidades o conocimientos nuevos adquiriste a través de este proyecto?
12. ¿Qué momento o actividad fue la que más te gusto? ¿Qué fue lo que te disgustó del proyecto?

## Apéndice 11. Fichas de Entrevista Estructurada

**1.** En una o dos palabras describa su experiencia en general con el proyecto Ecomath ilumina tu espacio.

**5.** ¿Cómo ha influido el proyecto en su percepción de las matemáticas?

**9.** ¿Qué desafío o dificultad observó durante el desarrollo del proyecto?

**3.** Considera que las actividades que se realizaron del proyecto fueron útiles para el aprendizaje en matemáticas? Mencione un ejemplo.

**7.** ¿Volvería a participar en un proyecto similar en el futuro? ¿Por qué si o por qué no?

**11.** ¿Qué habilidades o conocimientos nuevos adquirió a través de este proyecto?

**2.** ¿Qué cosas aprendió de manera más significativa durante la realización del proyecto?

**6.** ¿Qué cambios o mejoras sugeriría para futuros proyectos?

**10.** ¿Qué aspectos de la proyecto considera que fueron más efectivos o beneficiosos?

**4.** ¿Cómo podrían aplicar lo aprendido en una situación de la vida real?

**8.** ¿Con qué áreas se pueden relacionar las matemáticas en los proyectos?

**12.** ¿Qué momento o actividad fue la que más le gusto? ¿Qué fue lo que le disgustó del proyecto?

## ANEXOS

## Anexo 1. Escala De Actitudes Hacia Las Matemáticas

N.º	ITEMS	
2	La asignatura de matemáticas se me da bastante mal.	Ansiedad
3	Estudiar o trabajar con las matemáticas no me asusta en absoluto.	
7	Las matemáticas es una de las asignaturas que más temo.	
8	Tengo confianza en mí mismo/a cuando me enfrento a un problema de matemáticas.	
12	Cuando me enfrento a un problema de matemáticas me siento incapaz de pensar con claridad.	
13	Estoy calmado/a y tranquilo/a cuando me enfrento a un problema de matemáticas.	
17	Trabajar con las matemáticas hace que me sienta nervioso/a.	
18	No me altero cuando tengo que trabajar en problemas de matemáticas.	
22	Las matemáticas hacen que me sienta incómodo/a y nervioso/a.	
4	Utilizar las matemáticas es una diversión.	Agrado
9	Me divierte el hablar con otros de matemáticas.	
14	Las matemáticas son agradables y estimulantes para mí.	
24	Si tuviera oportunidad me inscribiría en más cursos de matemáticas de los que son obligatorios.	
1	Considero las matemáticas como una materia muy necesario en mis estudios.	Utilidad
6	Quiero llegar a tener un conocimiento más profundo de las matemáticas.	
15	Espero tener que utilizar poco las matemáticas en mi vida profesional.	
16	Considero que existen otras asignaturas más importantes que las matemáticas para mi futura profesión.	
19	Me gustaría tener una ocupación en la cual tuviera que utilizar las matemáticas.	
21	Para mi futuro profesional la matemática es una de las asignaturas más importantes que tengo que estudiar.	Motivación
5	La matemática es demasiado teórica para que pueda servirme de algo.	
10	Las matemáticas pueden ser útiles para el que decida realizar una carrera de "ciencias", pero no para el resto de los estudiantes.	
25	La materia que se imparte en las clases de matemáticas es muy poco interesante.	Confianza
11	Tener buenos conocimientos de matemáticas incrementará mis posibilidades de trabajo.	
20	Me provoca una gran satisfacción el llegar a resolver problemas de matemáticas.	
23	Si me lo propusiera creo que llegaría a dominar bien las matemáticas.	