

**UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS  
MATEMÁTICAS MEDIADAS POR LAS STEAM PARA POTENCIAR LAS  
HABILIDADES CIENTÍFICAS EN EL COLEGIO CANADIENSE**

**EMILIANO TARAZONA GÓMEZ**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN  
MEDELLÍN  
2021**

**UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS  
MATEMÁTICAS MEDIADAS POR LAS STEAM PARA POTENCIAR LAS  
HABILIDADES CIENTÍFICAS EN EL COLEGIO CANADIENSE**

**EMILIANO TARAZONA GÓMEZ**

**Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Educación**

**Directora**

**VIANNEY ROCIO DIAZ PÉREZ**

**Doctora**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN  
MEDELLÍN  
2021**

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

“Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, párrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

Firmas:



Emiliano Tarazona Gómez

## **DEDICATORIA**

Dedico esta trabajo a mi mamá, quien siempre ha estado a mi lado para apoyarme, a mi familia por alentarme a seguir adelante, a la familia Quiroga Martínez, quienes en momentos difíciles fueron un piso de estabilidad en mi vida; esto es para todos ustedes... familia.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a los compañeros del Colegio Canadense por aportar desde sus conocimientos y valiosa labor como docentes en este trabajo, por confiar en mi y abrirse para hablar desde su quehacer, a los docentes de la Universidad Pontificia Bolivariana, que desde su experiencia me orientaron y me proporcionaron un nuevo enfoque sobre la educación, a mi asesora, la doctora Vianney Rocío Díaz Pérez, por toda su dedicación y compromiso para ayudarme a lograr este trabajo en tan corto tiempo.

## Tabla de contenido

<b>Resumen</b>	<b>10</b>
<b>Abstract</b>	<b>11</b>
<b>Introducción</b>	<b>12</b>
<b>Capítulo 1. Planteamiento del Problema</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Planteamiento del Problema</b>	<b>14</b>
<b>1.2 Pregunta de investigación</b>	<b>19</b>
<b>1.3 Justificación</b>	<b>19</b>
<b>1.4 Objetivos</b>	<b>24</b>
1.4.1 Objetivo General	24
1.4.2 Objetivos específicos	24
<b>Capítulo 2. Marco Referencial</b>	<b>25</b>
<b>2.1 Antecedentes</b>	<b>25</b>
2.1.1 Ámbito internacional	25
2.1.2. Antecedentes Nacionales	33
2.1.3 Tendencias	39
<b>2.2 Marco Conceptual</b>	<b>43</b>
2.2.1 STEM	44
2.2.2 Qué se entiende por STEAM	44
2.2.3 Características de las STEAM	45
2.2.4 La educación con las STEAM	46
2.2.5 Uso de la tecnología en el aula. TIC /TAC / TEP	48
2.2.6. Algunas experiencias pedagógicas	50
2.2.7 Las STEAM en las situaciones didácticas	52
La situación didáctica	52
Las situaciones matemáticas	53
Situaciones adidácticas	53
Formulación	54
Validación	54
Institucionalización	55
2.2.8 Aprendizaje Basado en Proyectos desde la tecnología (ABP-T)	55
2.2.9 Razonamiento en el aprendizaje de las matemáticas	56
2.2.10 Resolución de problemas desde las matemáticas	58
2.2.11 La Argumentación a través de las Matemáticas	59
<b>Capítulo 3. Metodología</b>	<b>61</b>
<b>3.1 Cualitativa</b>	<b>61</b>
<b>3.2 Investigación acción</b>	<b>63</b>
<b>3.3 Técnicas e instrumentos</b>	<b>63</b>
<b>3.4 Entrevista semiestructurada</b>	<b>63</b>
<b>3.4 Guión de la entrevista</b>	<b>64</b>

<b>3.5 Análisis documental</b>	<b>66</b>
<b>3.6 Población y Muestra</b>	<b>69</b>
<b>3.7 Participantes</b>	<b>72</b>
<b>Capítulo 4. Análisis y Resultados</b>	<b>73</b>
<b>4.1. Percepción de los docentes sobre el uso de las tecnologías involucradas en proyectos transversales</b>	<b>73</b>
<b>4.2. Proyectos</b>	<b>88</b>
4.2.1. DISEÑO DE UNA POSTAL E IMPRESIÓN DE UN ESCUDO DE ARMAS EN 3D, EN DONDE SE INVOLUCRAN LAS ÁREAS STEAM	88
4.2.2. DISEÑO DE UN BLOG EN EL QUE SE INVOLUCREN LAS ÁREAS STEAM PARA GENERAR INFORMACIÓN DE ELEMENTOS QUÍMICOS POR MEDIO DE CÓDIGOS QR.	94
4.2.3. IMPLEMENTACIÓN DE LAS ÁREAS STEAM A PARTIR DE UN MOSAICO CINÉTICO O FRACTALES	100
<b>Conclusiones</b>	<b>107</b>
<b>Referencias</b>	<b>112</b>
<b>Anexos</b>	<b>119</b>
Ficha recolección y análisis documental	119

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Cantidad de Competencias por ciclo y Pensamiento.....	21
<b>Tabla 2.</b> Vacíos Investigativos y Propuestas a posteriores investigaciones.....	41
<b>Tabla 3.</b> Fases y Actividades del trabajo de grado.....	62
<b>Tabla 4.</b> Ficha técnica de Entrevista Semiestructurada.....	64
<b>Tabla 5.</b> Matriz de Entrevista a Docentes.....	65
<b>Tabla 6.</b> Fases Análisis Documental.....	66
<b>Tabla 7.</b> Ficha técnica de Análisis Documental.....	67
<b>Tabla 8.</b> Ficha técnica de Recolección y Análisis Documental.....	68
<b>Tabla 9.</b> Técnicas e Instrumentos.....	69
<b>Tabla 10.</b> Población y Muestra del trabajo de grado.....	72
<b>Tabla 11.</b> Categorías de Análisis de las entrevista a los docentes.....	74
<b>Tabla 12.</b> Categorías Emergentes de las entrevista a los docentes.....	80
<b>Tabla 13.</b> Categorías de Análisis de los documentos institucionales y el libro Verde 2030.....	83
<b>Tabla 14.</b> Categorías Emergentes de los documentos institucionales y el libro Verde 2030.....	85
<b>Tabla 15.</b> Ficha técnica de Recolección y Análisis Documental.....	119
<b>Tabla 16.</b> Ficha técnica de Recolección y Análisis Documental.....	122
<b>Tabla 17.</b> Ficha técnica de Recolección y Análisis Documental.....	124

## Índice de Imagen

<b>Imagen 1.</b> Pirámide STEAM.....	46
<b>Imagen 2.</b> Mapa de Antioquia Mapa del Municipio de la Estrella.....	70
<b>Imagen 3.</b> Rueda Pedagógica.....	77
<b>Imagen 4.</b> Imagen representativa del trabajo con STEAM por medio de una postal.....	88
<b>Imagen 5.</b> Imagen representativa para el diseño del escudo de armas.....	91
<b>Imagen 6.</b> Imagen representativa del trabajo con STEAM para generar vías de transporte en una ciudad.....	95
<b>Imagen 7.</b> Imagen representativa de un diseño cinético.....	100

## Resumen

Este trabajo de grado es una propuesta pedagógica que surge de la necesidad de mejorar el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes del Colegio Canadiense, teniendo presente la percepción de diversos docentes después de implementar en ellos la entrevista semiestructurada, para luego analizar sus percepciones.

Con lo anterior, se da a conocer la importancia que tiene incorporar las STEAM en el macro y micro currículo del Colegio Canadiense, para mejorar el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes por medio del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el razonamiento, resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Todo esto, desde tres propuestas pedagógicas para la enseñanza de las matemáticas que pueden ser adaptadas a los diversos grados de escolaridad.

Palabras Clave: Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Argumentación, Didáctica Matemática, Razonamiento, Resolución de Problemas, Situaciones Didácticas, STEAM.

## **Abstract**

This degree work is a pedagogical proposal that arises from the need to improve the learning of mathematics in the students of the Colegio Canadiense, bearing in mind the perception of various teachers after implementing the semi-structured interview in them, to then analyze their perceptions.

With the above, the importance of incorporating STEAM in the macro and micro curriculum of the Colegio Canadiense is made known, to improve the learning of mathematics in students through Project Based Learning (PBL), reasoning and resolution problem solving, collaborative work. All this, from three pedagogical proposals for the teaching of mathematics that can be adapted to the different levels of schooling.

**Key Words:** Argumentation, Didactic Situations, Mathematical Didactics, Problem Solving, Project Based Learning (PBL), Reasoning, STEAM.

## Introducción

El siguiente trabajo plantea una propuesta para la enseñanza de las matemáticas por medio de las STEAM (por sus siglas en inglés para *Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics*), y para esto, se apoya del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) que es un modelo que el Colegio Canadiense toma para su enfoque institucional, al igual que el Razonamiento y Resolución de problemas, factor importante cuando se trabaja por proyectos.

Para esto, el trabajo se dividió en tres grandes categorías, la primera, hace alusión a las STEAM, con su principal referente que es Georgette Yakman, quien es considerada una de las pioneras en el tema; la segunda categoría, el Aprendizaje Basado en Proyectos que tiene como principal referente a José A. Martí; y una tercera gran categoría, correspondiente a Razonamiento y Resolución de problemas, que tiene como grandes referentes a Guy Brousseau y Juan Godino, que aunque son atemporales, las propuestas de estos dos autores se complementan hoy en día.

Para el planteamiento del problema que contiene la pregunta de investigación, se tuvo presente los resultados en las pruebas externas (Saber 7, Saber 9 y Saber Pro 11) de los estudiantes del Colegio Canadiense en sus dos currículos; el currículo nacional y el internacional (programa British Columbia), con el fin de implementar una nueva estrategia de enseñanza y aprendizaje en la cual se vean beneficiados todos los estudiantes de estos currículos en el fortalecimiento sus competencias, a partir de las planteadas por el Ministerio de Educación Nacional en Colombia.

Para el marco referencial, se toman diversos antecedentes a nivel internacional (Europa, Asia y América), y a nivel nacional, que tienen un trabajo avanzado en el desarrollo y fortalecimiento de las competencias matemáticas por medio de la *Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics*; teniendo presente los diversos referente teóricos consultados y sus aportes al modelo STEAM.

Como metodología, al ser una propuesta de corte cualitativa, se utilizó como técnica e instrumento la entrevista semiestructurada con diversos participantes, los cuales son docentes del Colegio Canadiense y hacen parte de las áreas que conforman las STEAM. Para el análisis de resultados, se realizó desde las diversas percepciones que tienen los docentes del Colegio Canadiense en las tres grandes categorías de este trabajo, al igual que documentos de corte nacional como institucional, y de acuerdo con lo anterior, se plantean tres propuestas de enseñanza de las matemáticas por medio de las STEAM en el aula de clases.

Finalmente, se dan a conocer las conclusiones de este trabajo, las cuales plantean lo importancia de la implementación de las STEAM en la enseñanza de las matemáticas para mejorar el razonamiento y resolución de problemas en los estudiantes, al tiempo que se es necesario actualizar el meso macro y el micro currículo en el colegio para alcanzar los resultados esperados en ellos.

## Capítulo 1. Planteamiento del Problema

### 1.1 Planteamiento del Problema

Las competencias relacionadas con el área de matemáticas se presentan como “propósitos que van desde el desarrollo de competencias básicas para realizar ejercicios cotidianos de cuentas, hasta el cultivo de las capacidades cognitivas y metacognitivas que puedan ser empleadas en la educación superior y que hagan progresar la ciencia y la tecnología” (MEN, 1996, Lineamientos Curriculares, p. 7).

Los docentes de Matemáticas, tienen presente que para el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en compañía con el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), “las competencias matemáticas no se alcanzan por generación espontánea, sino que requieren de ambientes de aprendizaje enriquecidos por situaciones problema significativas y comprensivas, que posibiliten avanzar a niveles de competencia más y más complejos” (MEN, 2006, Estándares Básicos de Competencia Matemática, p. 49).

De acuerdo a todo lo anterior, el siguiente trabajo de investigación busca la manera de generar en los docentes nuevos paradigmas en la utilización de herramientas virtuales, para involucrar las STEAM en el desarrollo de competencias propias del área de matemáticas, con el fin de mejorar el vínculo docente-tecnología:

Aprender y desarrollar las competencias básicas de forma significativa se hace necesario que este le atribuya sentido (utilidad) a lo que se está trabajando en clase, porque se esta manera el estudiante entiende lo que se le enseña y le encuentra sentido para aplicarlo más adelante en su vida cotidiana (Cuartas, Et al., 2015, p. 20)

Ahora bien, mucho se ha hablado de la importancia de enseñar por competencias:

la importancia de comenzar a incentivar el conocimiento científico como lo propone la ley 1289 del 2009 establecido como propósito de la política de Estado en CTel incrementar la capacidad científica, tecnológica y de

innovación, no sólo para dar valor agregado a los productos y servicios nacionales” (Miniciencias 2018, p.13)

Lo anterior, llevando a involucrar las STEAM en el meso currículo. Pero con este tipo de enseñanza, en la cual se involucran varias áreas, surge en cada uno de los docentes el principal interrogante en la puesta en marcha de estos nuevos “modelos”, y es, ¿cómo generar proyectos transversales que involucren las STEAM, aporten al conocimiento científico de los estudiantes e involucren las habilidades propias de los docentes del área de matemáticas?

Cada institución educativa conoce los resultados obtenidos por los estudiantes en las pruebas externas (ICFES), y cada docente conoce y sabe que hoy en día la enseñanza de las competencias debe hacerse desde la implementación de herramientas digitales en el aula, pero, ¿en dónde encontrar herramientas virtuales o actividades interdisciplinarias que involucren las STEAM acordes al grado de escolaridad de los estudiantes y que al mismo tiempo apunte a mejorar las competencias evaluadas?

Las preguntas anteriormente mencionadas, son los interrogantes que dieron sentido a este trabajo de investigación, al ver que los docentes del Colegio Canadiense son conscientes de la implementación de herramientas virtuales en sus clases, y por ende, es imperativo capacitarse en el manejo de herramientas virtuales, como también en el uso de las STEAM en el diseño de situaciones problema para el mejoramiento de los aprendizajes y competencias, que contrarresten los bajos resultados en las pruebas externas y mejoren la calidad del aprendizaje significativo de los estudiantes.

Así mismo, con el fin de promover la articulación de varias áreas en las instituciones educativas del sector oficial, los Ministerios de las TIC y de Educación, promueven el programa Ruta STEM, que va dirigido a los docentes del sector oficial, para lograr capacitarlos en el uso y aplicación de las diversas herramientas digitales, como lo

proponen dichos ministerios en la entrevista de apertura del programa Ruta STEM en el 2020. En esta entrevista se menciona que “en Colombia ya hay antecedentes de este proyecto con el Parque Explora con el ejercicio de la feria de las ciencias que son la base de poner sobre la mesa, cómo tú logras relacionar matemáticas, ciencia, telemática, informática” (MEN, 2020):

El segundo reto para la implementación de la política de innovación transformativa tiene que ver con la gestión de las transiciones que implica el logro de los cambios socio-técnicos, enfocándose en la gestión de nichos con potencial transformativo y el cambio de mentalidad de los actores respecto al surgimiento de nuevas alternativas de desarrollo. (Colciencias 2018, p.29)

Lo anterior lo reafirma el director de desarrollo e innovación del Colegio Canadiense al mencionar que:

Este año, iniciamos el proceso de actualización de la malla curricular del área de Tecnología y la articulación de las áreas STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), en función de aplicar los conocimientos para la solución de problemas y retos. Esto significa, la implementación de un currículo de programación desde Primary hasta High School, la continuación de las experiencias de aprendizaje basadas en retos y problemas, y la articulación de la robótica (la Edubótica) como medio para implementar conocimientos matemáticos, de física, diseño, entre otros. (Posada, 2021, p. 15).

Al respecto, en Colombia se ha venido fortaleciendo e impulsando diversos programas que aportan y motivan a la investigación desde las instituciones educativas de los diferentes entes territoriales, como por ejemplo el programa Ondas de Miniciencias que tiene como objetivo “promover en niños, niñas y jóvenes el interés por la investigación y el desarrollo de actitudes y habilidades que les permitan insertarse activamente en una cultura de la ciencia, la tecnología y la innovación”, que en compañía de los docentes se espera que se “apropien de los

problemas y potencialidades de su entorno y propongan soluciones que contribuyan a la construcción de conocimiento y transformación de las realidades sociales que se viven en cada territorio” (Miniciencias, 2020).

Ondas ofrece espacios a maestros y estudiantes para compartir sus experiencias y para que desarrollen su propia comprensión de la ciencia, la tecnología y la innovación; no llega con respuestas a las instituciones, sino que por el contrario propone preguntas sobre cómo mejorar la práctica de la investigación al interior de las instituciones educativas apoyando el desarrollo de proyectos de los mismos estudiantes formulan, desarrollan y comunican con el acompañamiento de sus maestros (Colciencias, 2015).

Cabe mencionar que pese a que los programas: Ruta STEM, TIC 2026 y Programa Ondas, no están contemplados para el sector privado dentro del proceso de formación, se hace necesario vincular a los colegios privados en este tipo de iniciativas.

Por otro lado, en el Colegio Canadiense existen en los docentes ciertas capacidades y habilidades que pocas veces se utilizan para generar proyectos interdisciplinarios, que fundamenten o potencialicen la virtud que tiene la institución en cuanto a la formación en robótica; desde allí, es mínimo el aporte que se está dando desde la integración entre los saberes de manera completa. Por lo cual se espera que con la implementación de las STEAM, se den a conocer las diferentes habilidades de los docentes en diversas áreas como: Deportes, Artes (Anime, Música y Fotografía), Responsabilidad Social, Responsabilidad Ambiental, Empresarismo, Robótica, Ingeniería, Gastronomía, Idiomas, Habilidades del Área de las Humanidades, Comunicación Multimediales, Ciencias Sociales, en otros; generando así, una mejor interdisciplinariedad entre los saberes.

Para aportar a esto, el Colegio Canadiense inició una transformación en el currículo, en el cual los docentes con habilidades diferentes a las de su saber específico,

imparten cátedras acordes a sus habilidades artísticas o creativas en un espacio denominado *clubs*.

A través de los Clubes, las materias de profundización, la creación de la asignatura “*Career and Life Education*” de Pre-K a 12º y los senderos académicos, hemos cimentado las bases para el cuarto pilar (formar seres autónomos y auténticos) de nuestra propuesta educativa. (Posada, 2021, p.14)

La propuesta de los *clubs* que el colegio está planteando para ir generando en los estudiantes el desarrollo de sus habilidades, también está incentivando la interacción de ellos con otras disciplinas desde los mismos docentes “mentores”, que van llevando a que los estudiantes se muevan entre otros ambientes y espacios, generando que los estudiantes se formulen preguntas, llevándolos a la curiosidad científica tal como lo propone Miniciencias (2019, p.283).

Con la implementación de *clubs* en el currículo, el Colegio Canadiense busca que los docentes den a conocer sus habilidades para generar una mejor transversalización con otras áreas y que los estudiantes fortalezcan sus propias habilidades, fortaleciendo sus competencias:

Los estudiantes puedan ir modelando su elección vocacional, por lo que para el nivel de *Middle School* se ofrece solo el espacio de club y a partir de esta experiencia los estudiantes pueden ir definiendo una línea más clara de formación. Por lo que a partir de su ingreso a *High School* los estudiantes pueden elegir un sendero de profundización que les permitirá obtener bases académicas más sólidas para su posterior ingreso a la Universidad. (Avendaño, 2021, p.32)

Teniendo en cuenta el estado del arte, la contextualización del problema, y las preguntas abiertas de otras investigaciones, adicionando mis preconcepciones, la pregunta rectora de la investigación es la siguiente:

## **1.2 Pregunta de investigación**

¿Cómo articular una propuesta pedagógica que conlleven a la articulación de la enseñanza de las matemáticas, mediadas por las STEAM para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento en los estudiantes del Colegio Canadiense?

## **1.3 Justificación**

La tecnología en los últimos años no sólo ha influenciado la educación, también ha entrado a formar parte de todos los campos del desarrollo a nivel económico, social, agrario, entre otros. Pero es el sector de la educación donde más se evidencian las habilidades tecnológicas, por lo que se hace necesario seguir fortaleciendo desde los niveles más básicos.

Por ello, la propuesta muestra lo importante de llevar a los docentes de matemáticas a mejorar en su campo disciplinar al hacerlos conscientes de la importancia de involucrar las TIC, en el fortalecimiento de las competencias mejorando el desempeño de los estudiantes, y para esto, los docentes deberán estar en constante “movimiento” entre diferentes herramientas tecnológicas.

El trabajo se realiza con los docentes del área de matemáticas del Colegio Canadiense, a partir de los resultados obtenidos en las últimas pruebas externas aplicadas por el ICFES (Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior). Va dirigido a todos los docentes que integran el área, con el fin de poder implementar de manera más acertada las competencias, la tecnología y la interdisciplinariedad en los estudiantes, logrando así, un incremento de manera positiva sus aprendizajes y despertando su interés en la investigación.

El estudiante, cuando tiene la capacidad de aplicar dos o más de los cinco pensamientos matemáticos diferentes para dar solución a una misma situación problema, ha adquirido una inteligencia lógico matemática, “en este sentido, la inteligencia lógico-matemática también conocida como inteligencia forma o

pensamiento científico, es la capacidad para utilizar de manera efectiva y razonar adecuadamente con los números empleando el pensamiento lógico” (Córdoba, 2015, p. 45), la cual es fundamental para la investigación o en la escritura de pequeños códigos o algoritmos.

Al interior de cada pensamiento matemático, le corresponde una serie de competencias que se encuentran divididas en ciclos, en los cuales, los estudiantes deben alcanzar un nivel de conocimiento. Al finalizar cada ciclo, el ICFES evalúa a los estudiantes con una prueba llamada Pruebas SABER, y va dirigida a los estudiantes de los grados 3º, 5º, 7º y 9º. Las competencias para el área de matemáticas están discriminadas en una matriz de referencia o cuadro de doble entrada, en la cual se observa la relación entre las competencias y los componentes. Entre las competencias se encuentran la comunicación, el razonamiento y la resolución, y en el componente se encuentra, el aleatorio, el espacial métrico y el numérico variacional:

Además de relacionarse con esos cinco procesos, ser matemáticamente competente se concreta de manera específica en el pensamiento lógico y el pensamiento matemático, el cual se subdivide en los cinco tipos de pensamiento propuestos en los Lineamientos Curriculares: el numérico, el espacial, el métrico o de medida, el aleatorio o probabilístico y el variacional. (MEN, 2006, Estándares Básicos de Competencia Matemática, p 56).

A continuación, se presentan la cantidad de aprendizajes por grado que los docentes deben fortalecer en los estudiantes, y que se vuelven una oportunidad para el trabajo interdisciplinar y tecnológico desde el uso de las STEAM, según la matriz de referencia. (MEN, 2006, Matriz de Referencia Matemáticas)

**Tabla 1.** Cantidad de Competencias por ciclo y Pensamiento

Grado	Competencia Componente	Comunicación	Razonamiento	Resolución	Total
3º	Aleatorio	3	2	2	30
	Espacial Métrico	4	5	3	
	Numérico Variacional	4	4	3	
5º	Aleatorio	5	3	3	38
	Espacial Métrico	3	7	4	
	Numérico Variacional	4	5	4	
7º	Aleatorio	1	1	1	9
	Espacial Métrico	1	1	1	
	Numérico Variacional	1	1	1	
9º	Aleatorio	4	5	4	41
	Espacial Métrico	5	5	4	
	Numérico Variacional	5	6	3	

Fuente: Autoría Propia

Las competencias del grado 7º aparecen, ya que a partir del mes de agosto del 2021, estas ya hacen parte de los grados evaluados en las pruebas SABER por el ICFES. En total son 118 competencias que evalúa el ICFES y cada docente las

debe fortalecer cada día, por lo que constantemente el docente debe moverse entre los cinco pensamientos matemáticos para establecer estrategias en la generación e implementación en actividades, que sean involucradas en el contexto diario de los estudiantes para poder llegar al fin último que es el aprendizaje.

Lo anterior son competencias propias del área, que vistas de manera independiente, no generan un gran impacto en los estudiantes del siglo XXI, pues no se están apuntando a las necesidades del hoy, y el ahora, las cuales son: la interdisciplinariedad con las otras áreas y el trabajo tecnológico. Tal como se plantea desde hoy en día desde Miniciencias y los ODS.

Ahora bien, ya es de conocimiento para todos que el área de matemáticas trabaja bajo los cinco pensamientos matemáticos (Pensamiento Numérico y Sistemas Numéricos, Pensamiento Espacial y Sistemas Geométricos, Pensamiento Métrico y Sistemas de Medidas, Pensamiento Aleatorio y Sistema de Datos y el Pensamiento Variacional y Sistemas Algebraicos y Analíticos), de los cuales se desprenden una serie de competencias propias de cada pensamiento, acordes a cada ciclo de aprendizaje, y son propicias para generar un gran trabajo interdisciplinar entre las diversas áreas, en particular con las STEAM.

Al ser este un trabajo de grado que apunta a la implementación de las STEAM, para el fortalecimiento no sólo de las competencias propias del área, sino también para invitar al docente a ir más allá de las aulas de clases, de los libros físicos y generar nuevas estrategias de aprendizaje para el estudiante, involucrándose más con la tecnología, logrando así, un afianzamiento de las herramientas virtuales y de sus propias destrezas que llevan a los docentes a abrirse paso en busca de nuevos aprendizajes tanto en el saber específico, como en el saber disciplinar que es la matemática:

En la actualidad, la parte educativa presenta uno de los mayores retos en cuanto a la alfabetización digital, es decir, la enseñanza-aprendizaje mediante herramientas informáticas como lo son: el ordenador, software,

internet, entre otros, pero no solo es el saber utilizarlos, sino que se debe lograr el buen entendimiento de los programas codificados, permitiendo así que los individuos desarrollen una nueva forma de adquirir conocimientos. (Guña, Valencia y Topón, 2016, p. 28)

Lo anterior lleva a que con la implementación de herramientas virtuales para el fortalecimiento de competencias, los docentes del Colegio Canadiense podrán nutrir dichas herramientas de acuerdo a las necesidades propias de cada una de las competencias planteadas y evaluadas por el MEN, y al mismo tiempo les servirá para ir afianzando su trabajo con las STEAM, e involucrándose con otras áreas desde sus mismas destrezas.

De manera semejante, al observar los resultados obtenidos por los estudiantes del Colegio Canadiense, en pruebas internas como el Pre-ICFES, o externos, como los resultados de las pruebas SABER o ICFES, es notoria la dificultad que los estudiantes tienen en relación con el desarrollo y solución de situaciones problema basadas en competencias, evidenciando que el aprendizaje de los estudiantes no está siendo significativo, sino temporal, y la mejor manera de evitar esto es llevar a la practica los aprendizajes adquiridos y no dejarlos como algo teórico.

Al respecto, el área de Matemáticas del Colegio Canadiense ve la necesidad de comenzar a involucrar cada vez más la tecnología desde las actividades interdisciplinarias para mejorar las competencias en los estudiantes. De esta manera, se abren las puertas para enseñar desde las STEAM, modificando la enseñanza del contenido, teniendo presente, que los contenidos son necesarios para alcanzar las competencias, pero no será el fin último del aprendizaje de un estudiante, por lo que se dio a la tarea de reestructurar su malla curricular para así comenzar a trabajar en pro de un mejor aprendizaje de los contenidos desde la investigación, la interdisciplinariedad y la tecnología, según las disposiciones del MEN.

La insistencia de llevar el aprendizaje desde las STEAM a las aulas, es lograr que los estudiantes no aprenden por el momento, sino todo lo contrario, que llevan ese aprendizaje sobre el tiempo como lo hace el aprendizaje significativo, “tal como se menciona en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, Novak y Gowin, y la de la enseñanza para la comprensión de Perkins, Gardner, Wiske” (MEN, Estándares Básicos de Competencia Matemática, 2006, p. 49), y para esto se hace pertinente involucrar los diversos proyectos transversales que se promueve en el colegio para la implementación de las STEAM:

Finalmente, se hace necesario pasar de una enseñanza orientada sólo hacia el logro de objetivos específicos relacionados con los contenidos del área y hacia la retención de dichos contenidos, a una enseñanza que se oriente a apoyar a los estudiantes en el desarrollo de competencias matemáticas, científicas, tecnológicas, lingüísticas y ciudadanas. (MEN, 2006, Estándares Básicos de Competencia Matemática, p. 48)

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar lineamientos pedagógicos que conllevan a la articulación de la enseñanza de las ciencias, mediados por las STEAM para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento en los estudiantes del Colegio Canadiense.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Identificar las percepciones sobre el uso de las STEAM por parte de los docentes para la integración de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas.
- Diseñar proyectos interdisciplinarios basados en situaciones que conllevan a potenciar la articulación entre las ciencias, tecnología, ingeniería, matemáticas y artes para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento.

- Caracterizar una propuesta pedagógica para la enseñanza de las matemáticas mediada por las STEAM para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento en los estudiantes del Colegio Canadiense.

## **Capítulo 2. Marco Referencial**

### **2.1 Antecedentes**

Con el fin de contextualizar la investigación en el ámbito internacional y nacional se presenta un panorama investigativo en el periodo de 2016-2021, a partir de tesis doctorales, trabajos de grado de maestría y artículos revistas indexadas, bajo los rastreadores de búsqueda: STEAM, STEM, formación de docentes en matemáticas, Formación de profesores en matemáticas, propuestas para la enseñanza de maestros, formación de formadores en matemáticas, propuestas de enseñanza, lineamientos educativos, estrategias didácticas, aprendizaje basado en retos, potenciar resolución de problemas, potenciar la comunicación, potenciar la argumentación con sus respectivas variantes, en dos idiomas, español e inglés, con el fin de rastrear las tendencias y los interrogantes investigativos que a la fecha se encuentran abiertos a la discusión.

#### **2.1.1 Ámbito internacional**

En el ámbito internacional, las investigaciones consultadas están enmarcadas geopolíticamente en América; Estados Unidos, México y Ecuador, en Europa; España, Turquía y Finlandia y en Asia; Taiwán y Corea del Sur.

Los autores, Boice, K. L., et al (2021) en su artículo, Apoyando a los profesores en su viaje STEAM: un programa colaborativo de formación de profesores STEAM, mencionan que en Estados Unidos los profesores tienen el gran desafío de generar en los estudiantes la resolución de problemas y la implementación de las STEAM ha sido difícil, pues los docentes consideran que al involucrar otras áreas en sus prácticas de enseñanza se les ha aumentado la carga. De acuerdo a lo anterior, este país ha venido implementado el programa GoSTEAM para la formación de

docentes en las escuelas de K-12. Dicho programa se centra específicamente en involucrar las ciencias y la tecnología con las artes visuales, artes multimedia, artes dramáticas como el teatro, danza y música.

Los autores mencionan que una de las características del STEAM es la integración de diversas disciplinas que se centran en la solución de problemas del mundo real, en el trabajo colaborativo, en el aprendizaje basado en proyectos, y que las perspectivas del trabajo con STEAM varían de acuerdo a unas necesidades y del trabajo con las artes. Con esto último, es importante el papel de los docentes de las Artes y qué tanta participación se les de, pues es posible que con la tecnología y las matemáticas el aporte de las Artes se desvanezca en el transcurso de la implementación o puesta en marcha del proyecto. En el artículo, se observa que no basta con el interés de los docentes en la implementación de las STEAM en las aulas, es necesario el apoyo y acompañamiento de personal capacitado, al igual que material para su puesta en marcha.

Por otro lado, los autores González, M., (2021), en su artículo, Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM, señalan que en la actualidad es una tendencia enseñar en los niños y jóvenes desde nuevos enfoques, como lo es el uso de robots para el desarrollo de habilidades, del pensamiento lógico-matemático, el algorítmico, la creatividad, el trabajo colaborativo y las habilidades comunicativas.

Durante el desarrollo de la investigación de los autores, ellos desplegaron líneas puntuales de investigación como lo es el impacto de la robótica educativa en el aprendizaje que lleva al desarrollo de habilidades en el estudiante de forma transversal e interdisciplinaria; la robótica educativa y el aprendizaje STEAM, que favorecen la autonomía, el emprendimiento, la colaboración, la comunicación, la creatividad y la innovación; El desarrollo del pensamiento computacional, involucra una gran variedad de habilidades mentales como lo es la resolución de problemas con ayuda de herramientas digitales.

Por otra parte, los autores Román, P., et al, (2020), en su artículo; Percepciones sobre el Uso de Robótica Educativa en la Formación Inicial de Profesores Futuros: Un Estudio encima Sostenibilidad de STEAM entre Profesoras, plantean la pregunta inicial que dio origen a la investigación la cual es “¿Por qué existe una brecha de género en estas áreas de conocimiento?”, la anterior pregunta la plantean ya que en países como Estados Unidos, Corea del Sur y Nigeria entre otros, las niñas son consideradas como un elemento esencial para la educación en STEAM y hay investigaciones enfocadas a identificar barreras de género, no solo en la educación, también en la investigación y en los profesores. Esta investigación también apunta a motivar a más mujeres al estudio de carreras relacionadas con la informática y despertar el deseo de las alumnas de realizar este tipo de estudios.

En la investigación los autores trabajan elementos importantes para el trabajo STEAM en el aula como lo es: la intervención de los kits de robótica; los cuales tienen como objetivo iniciar a los estudiantes universitarios en estos y la importancia de la práctica en los niveles de educación infantil y primaria. Programas como Mouse Robot; apropiado para la educación infantil y primaria, el cual aporta a la resolución de problemas, al pensamiento crítico, habilidades básicas de programación y el trabajo colaborativo. Kit de robótica como MBot Bluetooth / WiFi que como lo mencionan los autores, es apropiado para iniciarse en la robótica con tarjetas Arduino o programación en bloques como Scratch.

Mientras tanto, Salgado, M. et al, (2020), en su artículo; Argumentación matemática a través de actividades STEAM en educación infantil, señala una de las dificultades al interior de las aulas y es la argumentación, ya que esta no es muy trabajada por los estudiantes, lo que hace que estos, en un futuro no tengan la capacidad de defender sus ideas y pensamientos. Lo anterior para los autores, las habilidades argumentativas no son innatas, sino que necesitan contexto para poder desarrollarlas y para esto lo sugieren desde la resolución de problemas y el razonamiento.

De manera similar, los autores Carrillo F., et al, (2020) en su artículo; La robótica desde las áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática, nos plantean que las STEAM promueven aspectos esenciales en la educación como la solución de problemas que se generan en lo cotidiano. Con dicho enfoque, los autores mencionan que esto impulsa nuevas posibilidades como la robótica, ya que esta promueve nuevas posibilidades en los estudiantes como las habilidades sociales, la curiosidad, el trabajo cooperativo y la interdisciplinariedad.

Los autores señalan que la relación que se presenta entre la robótica el currículo, hace que el aprendizaje sea a favor de los estudiantes, especialmente entre las áreas involucradas en las STEAM, y que la robótica debe incluir una perspectiva de la informática al momento de enseñar en los niveles de primaria y secundaria, ya que esta trae consigo la apropiación de habilidades que mejoran el aprendizaje por medio de la tecnología en los estudiantes involucrados.

Por otro lado, los autores Sánchez, I., et al, (2020), en su artículo *STEAM* en Oulu: Andamiando el desarrollo de una comunidad de práctica para educadores locales en torno a STEAM y fabricación digital, invitan a un cambio en las prácticas de enseñanza tradicional y volcar la educación a la investigación y a las actividades basadas en proyectos (ABP), lo anterior con el fin de propiciar las habilidades sociales como lo es el aprendizaje colaborativo, y al mismo tiempo, abordar la resolución de problemas desde la innovación, creatividad y el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo. Adicional a lo anterior el trabajo desde el enfoque STEAM, aporta mucho a las ciencias y las artes, esta última abarcando la historia y la música.

El nuevo plan de estudio que se propone para Finlandia es un desarrollo de competencias transversales en los estudiantes, lo anterior como invitación a buscar nuevas formas para la enseñanza y el aprendizaje desde las nuevas e innovadoras metodologías que encajen con el enfoque STEAM. En los últimos años Europa ha

venido cada vez más implementando dicho enfoque y de la Fabricación Digital (DF), el cual puede ser un catalizador en el enfoque STEAM.

Por otra parte, Santillán, Juan; et al, (2020), en su artículo, STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior, nos plantea que el enfoque STEAM hace más atractiva a las ciencias, ya que asocia el pensamiento lógico con la creatividad, generando al mismo tiempo un interés desde lo académico lo que genera una mejora significativa en resultados académicos, pues se aprende desde la práctica. Esto hace que sea uno de los métodos de enseñanza en países del primer mundo.

El artículo también presenta el modelo STEAM como una metodología activa que no sólo conduce al estudiante a un gran aprendizaje, sino que también genera en los docentes conocimiento, lo que lleva a una transformación en la educación, logrando que los estudiantes pongan en práctica lo aprendido dentro del aula de clase, a la vida cotidiana.

Mientras tanto, García, R, y García C., (2020), en su artículo, Metodologías STEAM y su uso en matemáticas para estudiantes de bachillerato en tiempos de pandemia Covid-19, plantea que el aprendizaje basado en STEAM ayuda a los estudiantes a trabajar en equipo, desarrollar su creatividad, ayuda al pensamiento crítico, mejora las capacidades comunicativas, logrando que lo aprendido se mantenga por un largo tiempo y no que aprenda sólo el momento. Esto último es una realidad a la que muchas instituciones deben enfrentarse. Con lo anterior, países como Inglaterra, Canadá, Escocia, Suecia, Israel , Holanda y Francia se han volcado al trabajo desde el enfoque STEAM para mejorar las capacidades de los estudiantes y motivarlos a mejorar los métodos de enseñanza.

Los autores señalan que una de las dificultades para el aprendizaje de las matemáticas es la falta de motivación y la actitud negativa por parte de los estudiantes; pero también plantean que el enfoque STEAM es un requerimiento

para el progreso de los estudiantes y en la educación busca enfrentar tres retos, como lo son: los desafíos económicos globales, satisfacer la alta demanda de alfabetización STEAM para la solución de problemas y el desarrollo de mano de obra con los conocimientos y competencias necesarios para desempeñarse en el siglo XXI.

De manera paralela, los autores Kim, M. K., et al, (2019), en su artículo, Análisis de las percepciones de los maestros de escuela primaria sobre la educación STEAM centrada en las matemáticas en Corea, inician su investigación con la pregunta ¿Qué tipo de habilidad necesita la gente de estas generaciones futuras? preguntas que en el ámbito educativo muchos se realizan, ya que al aparecer una nueva metodología, aparece una nueva enseñanza tradicional. Lo anterior debido a los constantes cambios tecnológicos que se presentan continuamente en el siglo XXI.

La OCDE destaca que para el desarrollo de competencias básicas para la sociedad del futuro, en el que el fortalecimiento de competencias básicas, la interacción con el otro, la creatividad y la resolución de problemas es más relevante que las propias materias, pues anteriormente se enfatizaban en la adquisición de contenidos y hoy se pretende integrar diversas áreas para el desarrollo de habilidades. Aunque los planes de estudio están presentes en todo el mundo, en el caso particular de Corea, se ha enfatizado en la creación y fomento de talentos creativos que aportan un valor significativo a las humanidades, la ciencia y la tecnología.

Mientras tanto, los autores, Lavicza, Z., et al, (2018), en su artículo, Aprendizaje de matemáticas a través de las artes, la tecnología y la robótica: enfoques de STEAM multi y transdisciplinario, mencionan que las actividades creativas ayudan a los estudiantes a reconocer las matemáticas desde el pensamiento creativo, y que esté aplicado en un área tan vital, logre generar sus estudiantes su propio pensamiento y actividades como las de resolución de problemas ayudan al proceso de aprendizaje, mejorando las habilidades cooperativas entre los participantes, al involucrar diferentes áreas. Con esto, no sólo es un apoyo a los estudiantes, pues

estos también se ven beneficiados con la creatividad y la forma como se puede involucrar la escuela como una oportunidad de aprendizaje.

El aprendizaje basado en el modelo STEAM, le abre las puertas a las escuelas para dejar de ser una educación lineal y convertirlas en una educación multidisciplinaria y transdisciplinaria que brinda oportunidades a la colaboración y creatividad al involucrarse con las artes. El trabajo con STEAM cada vez se ha hecho más interesante al involucrarse con la tecnología, pues esto transforma los entornos de aprendizaje del siglo XXI, entre estos la resolución de problemas con las artes, la robótica, GeoGebra y Arduino.

Por otro lado, en este artículo publicado por Niemelä, Pia S., y Martti Helevirta, (2017), Investigación del currículo K-12: El huevo y la gallina de la enseñanza de las TIC asistida por matemáticas, nos mencionan que las TIC deben ser parte integral en la educación y debe iniciar a edades muy tempranas con buenos materiales de enseñanza y herramientas digitales como juegos o simulaciones, implementando en ellos un aprendizaje a distancia, pero este debe ser proporcionado en las zonas rurales. Siguiendo esta línea, los autores señalan que países de la Unión Europea y la OCDE destacan la importancia de la implementación de las TIC en la educación, pues esto mejora la mano de obra.

Los autores también exponen que empresas finlandesas ya están liderando investigaciones tecnológicas, por lo que se debe equipar de tecnología a la futura fuerza laboral con habilidades en el manejo de los *bigdata*. Mencionan que aunque la Unión Europea ha facilitado el crecimiento de la educación en TIC, algunos países de la misma Unión Europea retrasan el avance esperado. Finalmente menciona que lo más importante es la integración de las TIC con las matemáticas, por lo que uno de los principales objetivos es el pensamiento algorítmico y comandos básicos de programación.

De manera similar, la tesis doctoral de Ruiz, F., (2017), Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de educación primaria utilizando aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo, *flipped classroom* y robótica educativa, plantea la importancia del aprendizaje STEAM desde la utilización de la robótica como una gran herramienta didáctica en la educación, puesto que incorpora gran variedad de elementos metodológicos que hacen parte de *flipped classroom*, al igual que el aprendizaje basado en situaciones problema y el aprendizaje cooperativo.

El autor menciona que una de las metodologías más apropiadas para el aprendizaje STEAM, es el aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje que conocemos comúnmente como ABP. Cuando se trabaja con este tipo de aprendizaje, su misma dinámica invita a los participantes a plantearse nuevos problemas o nuevos retos, lo que lleva a una metodología de aprendizaje basado en problemas y por ende a la resolución de problemas. Estas dos metodologías alimentan a la tercera metodología que propone el autor en su trabajo que es la metodología del aprendizaje cooperativo.

Similarmente, el autor Korkmaz, Ö., (2016), en su artículo, El efecto de las actividades de programación basadas en Scratch y Lego Mindstorms EV3 sobre el rendimiento académico, las habilidades para resolver problemas y las habilidades de pensamiento lógico matemático de los estudiantes, hablan principalmente del pensamiento computacional, en el cual mencionan que este no solo se basa en encontrar las posibles formas de solucionar un determinado problema. También analiza la creatividad, el pensamiento crítico, el pensamiento lógico y matemático y la resolución de problemas, lo cual lleva al estudiante al desarrollo del pensamiento computacional desde las aulas de clase, no solo para trabajar con los computadores, sino también con cualquier dispositivo digital como lo es la programación para LEGOs, los cuales llevan a la implementación o uso de programas como Scratch, Logo y Smalltalk.

El autor manifiesta que, aunque no se han identificado estudios en los que se compare el uso de Legos o Scratch en la solución de problemas, el objetivo de esta investigación era determinar qué tan viable era involucrar la herramienta Mindstorms para el aprendizaje en la resolución de problemas y el pensamiento lógico y matemático en los estudiantes.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Los autores Cabrales, A., et al, (2021), en su artículo; Logros de niños y niñas de educación inicial mediante el juego con bloques de Lego, plantean inicialmente que la importancia del lego no sólo está en la capacidad de socialización que genera en los niños y niñas, sino que también es una herramienta metodológica y motivadora para el aprendizaje.

En definitiva, los autores plantean la importancia del trabajo con los bloques de lego para el aprendizaje, pues estos ayudan a los niños y niñas a desarrollar habilidades para la comunicación y la solución de problemas. Los autores mencionan que el trabajo con los bloques Lego y la construcción de robots con estas piezas, han ayudado a niños con discapacidades físicas y con espectro autista a tener una mejora en su comunicación e interacción con el otro.

Por otro lado, Agudelo, G., (2020), en su trabajo de maestría, Estrategia metodológica para la enseñanza del concepto de energía en ciencias naturales del grado quinto integrando la plataforma arduino como medio didáctico, plantea cómo diseñar una estrategia metodológica implementando robótica educativa a través de la plataforma Arduino, con el fin de fortalecer el proceso enseñanza-aprendizaje del tema “Fuentes y Formas de energía” de Ciencias Naturales de grado quinto, en la Institución Educativa Rural Presbítero Jesús Antonio Gómez. Contextualiza al mencionar que al momento de presentarse la pandemia por Coronavirus, el mundo no estaba preparado para el trabajo tecnológico en su gran mayoría, que las únicos que tienen ese privilegio, por así decirlo, eran algunos sectores como el de la política, el comercio, la agricultura, el sector financiero y la educación. Aunque este

último sólo en una minoría, minoría que se vio expuesta al momento de comenzar a desarrollarse las clases virtuales y evidenciar que pocos son los lugares de acceso a la tecnología, está restringido el acceso de los estudiantes a esta, y el de los docentes en dicho manejo.

De acuerdo a todo lo anterior, el autor plantea una nueva metodología de enseñanza desde la tecnología con una herramienta libre llamada Arduino, la cual es utilizada en muchos casos para proyectos de robótica en las instituciones. Esta herramienta además de serle útil para la enseñanza de un tema particular, puede ser utilizada para el aprendizaje de la electrónica y otras áreas STEAM para el desarrollo de competencias.

De manera similar, los autores Pérez, G y Mendoza, M., (2020), en su artículo Robótica educativa: propuesta curricular para Colombia, el cual proviene de su tesis de maestría, inicia con una apreciación importante la cual menciona que: “La sociedad exige la erradicación de las diversas modalidades de analfabetismo”, esto no debe ser sólo para los niños y jóvenes de nuestra sociedad, también debe ser visto para los adultos profesionales y no profesionales, y para poder lograr esto, las instituciones educativas deben fortalecer el desarrollo de las habilidades en TIC, logrando así aportar al desarrollo de competencias y habilidades propias del siglo XXI. Es por esto que los autores proponen la implementación de la robótica en sus currículos educativos y así lograr que los estudiantes se empoderen de esta era digital al articularlos con las áreas de aprendizaje científico por medio de interacciones teórico prácticas de los saberes.

De acuerdo a lo anterior, los autores en su investigación plantean que el trabajo desde la robótica desde los kits y el acercamiento a la programación desde un lenguaje sencillo como lo es el trabajo con Scratch, Minecraft, entre otros, se ve más desde las entidades privadas y no tanto desde las instituciones educativas. Por esto, dicho trabajo se realiza más como actividades extracurriculares en las cuales a los participantes no se les entrega algún tipo de certificación o se registra el aprendizaje

alcanzado, pues entre ellas no se trabaja unas competencias homogéneas. Desde este panorama, es necesario que el MEN intervenga en las instituciones educativas, para que estas prácticas no sean sólo del aprovechamiento del tiempo libre y se vuelva algo más enfocado al desarrollo de las competencias propias que se desean alcanzar, claro está, sin dejar a un lado el apocamiento del tiempo libre en las casas de la cultura de cada ciudad, generando de esta manera una cultura STEAM regulado por las secretarías de educación y las secretarías de recreación y deporte de cada localidad.

Mientras tanto, Castro, F., (2020), en su trabajo de maestría; Propuesta para la evaluación de estudiantes formados bajo la metodología STEAM, que tiene como objetivo proponer una metodología de evaluación a ser aplicada en estudiantes formados bajo la metodología STEAM. Mucho se ha escrito sobre las habilidades y competencias que se desarrollan en los estudiantes con esta metodología, pero esta propuesta plantea un elemento importante con respecto a dicha metodología y es la evaluación.

La evaluación desde la metodología STEAM bajo tres elementos que son inherentes al proceso educativo y son la enseñanza, el aprendizaje y el desarrollo humano. Este último aunque en muchos colegios es mencionado en su misión y visión, y en los valores que se debe alcanzar en cada estudiante, no se tiene en cuenta o no se le da la relevancia suficiente al momento de evaluar. Plantean que son cinco dimensiones las que les dan sentido y razón de ser a la persona misma y son: el ser, el saber, el hacer, el sentir y el expresar; bajo estos elementos, se observa una persona competente de manera integral.

Por lo tanto, plantean que para alcanzar las dimensiones ya mencionadas, se debe jerarquizar un proceso para alcanzar las competencias, el cual inicia con el hábito, que genera la habilidad, y trasciende a una categoría superior que es la capacidad de tomar el control de una habilidad adquirida después de establecer o generar unos hábitos. Finalmente el autor menciona, que en el proceso de educativo, para que la

evaluación quede completa, se deben aplicar la autoevaluación, coevaluación, heteroevaluación y la metaevaluación, de lo contrario todo proceso evaluativo es visto de manera lineal y unidireccional, y de no hacerlo genera fricción con el desarrollo de la competencia del ser.

Por otro lado, los autores Parra, A., y Toro, E., (2019) en su trabajo de investigación; Uso de bloques lego para el fortalecimiento gradual de componentes matemáticos en los grados de tercero y quinto del Colegio IED. Alfredo Iriarte, el cual tenía como objetivo implementar una estrategia metodológica y didáctica mediada por el uso de los bloques Lego para promover de manera gradual los componentes matemáticos de grado tercero y quinto en el colegio IED Alfredo Iriarte, en el cual plantea una serie de observaciones que aportan no solo a su trabajo de investigación con los bloques lógicos de Lego, sino que también hay una mirada reflexiva de cómo se puede estar tomando de manera equívoca, la percepción que tienen los estudiantes con respecto a las matemáticas.

Entre las apreciaciones planteadas por los investigadores, mencionan que la importancia del trabajo de la enseñanza de las matemáticas por medio del uso de los bloques legos, es el trabajo cooperativo y el desarrollo de competencias como la comunicación, la representación y modelación, el razonamiento y la argumentación y el planteamiento y resolución de problemas, mencionando que el trabajo es de corte constructivista, dado que el trabajo con los bloques lego genera en los estudiantes el desarrollo de la imaginación, la creatividad y la autonomía, logrando un aprendizaje dinámico e interactivo.

Por otra parte, Carmona, J., et al, (2019) en su artículo Formación inicial de profesores basada en proyectos para el diseño de lecciones STEAM, plantea inicialmente la principal dificultad que se presenta al querer implementar las STEAM al interior de las aulas de clase, y es la formación de docentes en este campo. Indicando que esto es precisamente una de las dificultades que manifiestan los docentes al momento de realizar una selección apropiada de los temas a trabajar,

la integración de dos o más asignaturas, el desarrollo o accesibilidad a materiales educativos y el cómo evaluar las clases.

De esta manera, con la implementación de las STEAM, no solo están las dificultades anteriormente mencionadas, también se presentan retos, entre estos está la transversalización entre las áreas y el generar en los estudiantes un aprendizaje basado en proyectos. Con respecto a esto, la Universidad de Antioquia ha implementado cursos como los de modelación matemática e integración de tecnologías, en los programas de formación de docentes en el que los futuros docentes deben desarrollar APB basado en sus experiencias.

Mientras tanto, Rivadeneira, P., (2017), en su trabajo de investigación, La robótica como una herramienta para facilitar el aprendizaje y desarrollo de las competencias STEM en los integrantes del equipo de robótica Pólux de la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid (Itagüí-Antioquia), plantea como objetivo: Analizar el desarrollo de competencias STEM (Pensamiento Computacional, Colaboración y Práctica de la computación y programación) y el rendimiento académico de los estudiantes pertenecientes al equipo de robótica Pólux de la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid a través la implementación de unidades didácticas cuyo eje principal es la robótica educativa. Con dicho objetivo de investigación, la autora menciona que la robótica en las aulas puede ser vista como una herramienta de motivación para el desarrollo de habilidades y del aprendizaje significativo, propios de las exigencias del presente siglo.

Por otro lado, Quiceno, J., (2017), en su trabajo de investigación, Condiciones para la implementación de Ambientes de Aprendizaje STEM, en Instituciones Oficiales de la Ciudad de Medellín, Caso I.E. Monseñor Gerardo Valencia Cano, menciona que la educación STEM es visto como un enfoque, el cual integra diversas áreas de manera intencional, desde la resolución de problemas aplicados a entornos más reales, los cuales ayudan a la resolución de problemas, la creatividad, el trabajo

colaborativo, la comunicación e innovación del pensamiento crítico. Se debe resaltar que los aspectos anteriormente mencionados, se inclinan más al trabajo STEAM.

Dicho brevemente, el autor menciona en su investigación, que los docentes le dan un reconocimiento al trabajo con las STEM desde la interdisciplinariedad al interior de las aulas, especialmente para la educación primaria más que en la secundaria, pues esto está asociado al tiempo que los docentes le dedican a un mismo grupo, puesto que un docente puede intervenir en un mismo grupo con las áreas STEM, lo que genera un mejor proceso en cuanto al desarrollo o aplicación de proyectos de aula, mientras que en la secundaria, el tiempo es más limitado, llevando a que generando y los encuentros sean más restringidos cuando de implementación de proyectos de aula se refiere.

Mientras tanto, los autores Murcia, E., et al, (2017), en su artículo, Uso de dispositivos robóticos en la enseñanza de las matemáticas, los autores plantean una inquietud que va en línea con su investigación y es “lo que se debe mejorar” en cuanto a las prácticas docentes y los procesos de aprendizaje de los estudiantes. De igual manera, los autores plantean que en la era de las tecnologías, las prácticas docentes deben estar mediadas por las TIC, de esta manera se puede acortar la brecha generacional entre los docentes y los educandos, logrando de esta forma generar un impacto en la educación y despertar nuevamente en los estudiantes esa capacidad de asombro.

Aunque los autores en su investigación implementaron robots de lego como una herramienta para la enseñanza de las matemáticas y teniendo una variedad de literatura que apoyan esta metodología de enseñanza, hay que tener presente que las instituciones educativas deben tener un mínimo de tecnología actualizada, pues no puede ser posible implementar las TIC, si los centros educativos no cuentan con la tecnología mínima requerida para desarrollar un programa. Si se necesita trabajar con un software para la enseñanza de las matemáticas y la institución no cuenta con los equipos o el acceso a internet, el trabajo no podrá ser puesto en marcha, y

de esta manera no será posible regresarle a los niños y niñas la capacidad de asombro si las respectivas secretarías de educación no actualizan las instituciones a la nueva era tecnológica.

De manera similar, Zambrano, K., (2017), en su artículo, Fortalecimiento de las matemáticas a través de las STEAM en la Tecnoacademia de Neiva, el cual tenía como objetivo Desarrollar un proceso pedagógico de aprendizaje para el área de las matemáticas en los aprendices de la Tecnoacademia del SENA de Neiva, mediante el uso de la metodología STEAM, con el fin de facilitar su aprendizaje y posterior aplicación a la solución de determinadas problemáticas, en el que nos comparte en su documento que una de las deficiencias que se tiene en el aprendizaje de las matemáticas, es que en la enseñanza tradicional no se involucra la tecnología, por lo que el proceso de enseñanza y aprendizaje no sea significativo.

En definitiva, para contrarrestar la deficiencia planteada anteriormente, el autor propone que por medio de la implementación de la tecnologías y el trabajo colaborativo, el proceso de enseñanza y aprendizaje entre los educandos mejore significativamente en relación a las prácticas que comúnmente se conocen como tradicionales. Para lo anterior, el autor propone el trabajo con STEAM, el cual pretende ser un modelo de educación que busca el desarrollo de las habilidades y competencias no sólo en los estudiantes, sino en las áreas involucradas tanto en las instituciones educativas como en las regiones, puesto que uno de los objetivos es motivar a los alumnos en el estudio de las matemáticas, generando así un conocimiento más práctico desde la resolución de problemas, la creatividad y el trabajo colaborativo, generando en ellos diferentes alternativas de mejora de su entorno.

### **2.1.3 Tendencias**

En la tesis doctoral y las revistas indexadas, se evidencia predominancia de la importancia en la resolución de situaciones problema como una de las habilidades que el estudiante adquiere, ya que cuando este se enfrenta a una situación, se

obliga asimismo a buscar una solución (certera o errada), la cual hace que el estudiante adquiera herramientas para futuras situaciones similares, generando estrategias o a partir de las experiencias ya adquiridas. A lo anterior, mirado desde la propuesta STEAM, los estudiantes no solo adquieren las habilidades en la resolución de problemas, también adquieren las habilidades sociales y de trabajo en equipo.

La propuesta desde el uso de STEAM apunta a la robótica, pero no solo desde la inteligencia artificial, también se ve desde las artes, pues no basta con la construcción del robot a partir de los algoritmos, así mismo se evidencia la construcción de la “cubierta”, lo que desenlaza en el estudiante una gran creatividad en la innovación de crear un diseño apropiado y llamativo que se puede obtener desde la curiosidad al experimentar con diversos elementos. Esto hace que al mismo tiempo interactúen con sus compañeros, quienes le darán desde la opinión, diversos elementos para que el estudiante continúe fortaleciendo su creatividad.

Con la implementación de la propuesta de STEAM en el currículo educativo para las ciencias exactas, no sólo se logra adquirir habilidades en la solución de problemas desde lo numérico, también se logra adquirir esta destreza a nivel social entre los participantes, pues estos deben aprender a respetar y valorar las diversas opiniones y posibles soluciones de una determinada situación y a ser tolerantes ante la frustración, luego en el trabajo colaborativo la opinión de todos cuenta más que la de uno. Esto hace que en medio de una determinada situación, los participantes van a tener diferentes puntos de vista que los lleva a una posible solución después de analizar y considerar lo expuesto por sus compañeros. Finalmente con este tipo de trabajos, se aprende a asignar roles y velar entre sí para que cada individuo cumpla con las tareas asignadas.

**Tabla 2.** Vacíos Investigativos y Propuestas a posteriores investigaciones

Trabajo / Titulo	Vacíos investigativos y Propuestas a posteriores investigaciones
<p>Tesis doctoral.</p> <p>Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de educación primaria utilizando aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo, flipped classroom y robótica educativa.</p> <p><a href="http://hdl.handle.net/10637/8739">http://hdl.handle.net/10637/8739</a></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisiones de las leyes, decretos y normativas que regulan la enseñanza para incluir nuevos enfoques relativos al aprendizaje STEAM que facilitarán el desarrollo de proyectos de aprendizaje al integrarlos al currículum.</li> <li>2. Modificar los Kit de robótica de la educación básica primaria para apuntar al aprendizaje desde proyectos similares.</li> <li>3. Diseño de nuevos proyectos siguiendo las metodologías mencionadas en esta investigación, pero aplicadas a otras áreas, mejorando las actividades y la evaluación.</li> <li>4. Experimentación con nuevos kits de robótica utilizando metodologías que se amolden a las necesidades didácticas.</li> <li>5. La interdisciplinariedad de este tipo de proyectos.</li> </ol>
<p>Artículo de revista</p> <p>Ferrada-Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, J., Díaz-Levicoy, D., &amp; Silva-Díaz, F. (2020). Robótica de áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ampliar la búsqueda a otras bases de carácter nacional como internacional (IEEE Xplore, Scielo y Dialnet).</li> <li>2. Establecer una relación entre el panorama de Educación Primaria considerado en este estudio, y lo trabajado en Secundaria.</li> </ol>

<p>Educación en la sociedad del conocimiento, 21, 22. doi:10.14201/eks.22036 <a href="http://repositorio.grial.eu/handle/grial/2114">http://repositorio.grial.eu/handle/grial/2114</a></p>	
<p>Artículo de revista</p> <p>«Investigación curricular K-12: El huevo y la gallina de la enseñanza de las TIC asistida por matemáticas». Revista Internacional de Educación Moderna y Ciencias de la Computación 9(1):1-14.</p> <p><a href="https://www.researchgate.net/publication/312519200_K-12_Curriculum_Research_The_Chicken_and_the_Egg_of_Math-aided_ICT_Teaching">https://www.researchgate.net/publication/312519200_K-12_Curriculum_Research_The_Chicken_and_the_Egg_of_Math-aided_ICT_Teaching</a></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Queda pendiente si las TIC deben enseñarse junto con las matemáticas, como una materia separada o como una combinación.</li> <li>2. Mejorar la preparación deficiente para el uso pedagógico y significativo de las TIC.</li> <li>3. Desarrollar pedagogías innovadoras que apoyen las habilidades del siglo XXI.</li> <li>4. Implementar lenguajes de programación como Scratch, Python o Java.</li> </ol>
<p>Artículo de revista</p> <p>El efecto de las actividades de programación basadas en Scratch y Lego Mindstorms Ev3 sobre el rendimiento académico, las habilidades para resolver</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se recomienda el trabajo con los Legos y software como Scratch para la resolución de problemas y el desarrollo de pensamiento lógico y matemático, en los estudiantes, en especial en los estudiantes de ingeniería.</li> </ol>

<p>problemas y las habilidades de pensamiento lógico-matemático de los estudiantes</p> <p><a href="https://eric.ed.gov/?id=EJ110644">https://eric.ed.gov/?id=EJ110644</a></p> <p><a href="#">4</a></p>	
<p>Artículo de revista</p> <p>Kim, M. K., Lee, J. Y., Yang, H., Lee, J., Jang, J. N., &amp; Kim, S. J. (2019). Análisis de las percepciones de los profesores de escuela primaria sobre la educación STEAM centrada en las matemáticas en Corea. <i>Eurasia Revista de Matemáticas, Ciencia y Educación de Tecnología</i>, 15(9), em1746.</p> <p><a href="https://doi.org/10.29333/ejmste/108482ç">https://doi.org/10.29333/ejmste/108482ç</a></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reorganizar y ampliar el sistema de formación STEAM que actualmente se lleva a cabo principalmente en el departamento de educación científica. Es necesario reorganizar los contenidos de la formación para transversalizarlos, o tener una formación práctica que permita conectar las áreas de interés de los docentes.</li> <li>2. Investigación sobre el significado de 'creatividad-convergencia' en matemáticas y cómo implementarla.</li> </ol>

## 2.2 Marco Conceptual

Buscando fundamentos en tesis doctorales sobre fuentes primarias, se realizó una búsqueda y revisión en tesis doctorales y se encontró que quien fundamente esta categoría de las STEAM como fuente teórica se encontró diversos autores, pero para es trabajo de grado en particular, utilizaré la definición de Georgette Yakman, pero primero se hablara de las STEM. De acuerdo a la postura de los anteriores autores, es lo que para este trabajo de grado se entiende por STEAM.

### **2.2.1 STEM**

Las STEAM no son nuevas, sino que estas provienen de las STEM, y con el propósito de involucrar a las mujeres en la producción de ciencia en los procesos latinoamericanos, que somos los que utilizamos tecnología pero no la diseñamos. Por lo que el componente de las artes en el uso de la tecnología es importante, pues este genera innovación, involucra historicidad en la sociedad, promoviendo el desarrollo por medio de las ciencias desde todos los posibles ángulos e independiente a las diversas posiciones políticas, económicas o raciales, logrando de esta manera, motivar el pensamiento científico.

Con el propósito de ver el conocimiento de manera holística, es dejar de ver o enseñar los aprendizajes de manera independiente o fragmentado y comenzar a hacerlo de manera interdisciplinaria, pues es de esta manera como se da soluciones a los problemas de la vida cotidiana o científicas; y es justo de esta manera como funcionan las ciencias, las industrias, los proyectos sociales, por lo que se hace necesario que estos procesos interdisciplinarios se inicien desde la escuela y no después de esta.

Por todo lo anterior, es que este trabajo se desarrolla desde las STEAM.

### **2.2.2 Qué se entiende por STEAM**

Para Georgette Yakman, considerada como la pionera en el modelo STEAM, da conocer este modelo como, “STEAM es un nuevo marco de asignaturas que ha ido evolucionando una nueva teoría educativa. STEAM se basa en la educación STEM” (Yakman, G., 2010, p.1), en el que se interrelacionan desde sus siglas en inglés, las áreas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería Artes y Matemáticas. Esto con el fin de promover la curiosidad en los estudiantes para que puedan desarrollar competencias y habilidades, generando en ellos, que estén “lo suficientemente

alfabetizados en la disciplina para poder continuar adaptándose y aprendiendo sobre los desarrollos básicos que toma el campo” (Yakman, G., 2010, p.2).

G. Yakman, muestra lo anterior como **Alfabetización funcional** (*Functional Literacy*), la cual plantea cómo “los estudiantes necesitan una alfabetización de una amplia gama de disciplinas primarias que incluirían la capacidad de transferir conocimientos con un pensamiento de orden superior entre disciplinas, o para usar mi término, los estudiantes deben obtener un alfabetización funcional” (Yakman, G., 2010, p.2), con la que se espera alcanzar ciertas habilidades en los estudiantes como lo es la alfabetización científica y tecnológica, desde la misma alfabetización matemática y lingüística que poseen los estudiantes.

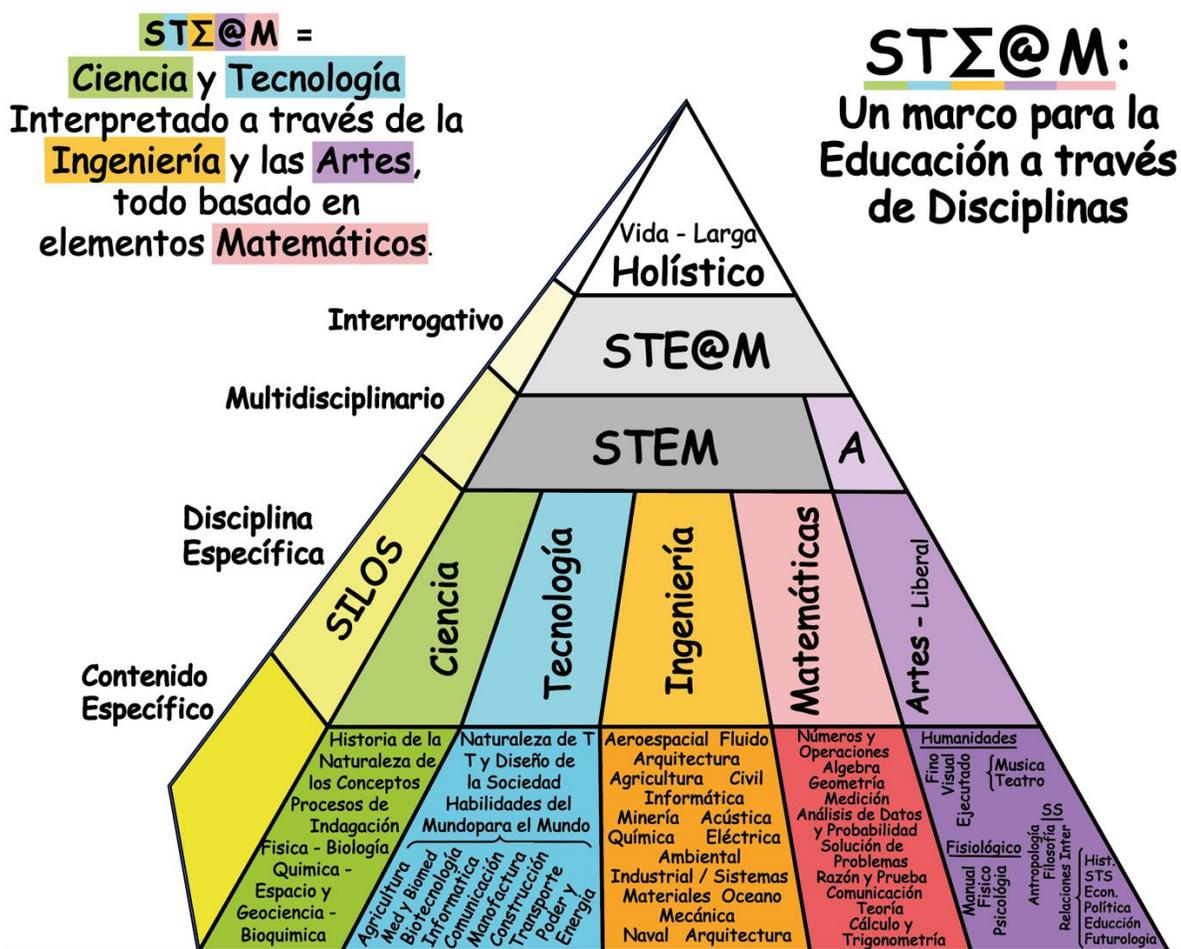
### 2.2.3 Características de las STEAM

Para lo anterior, G. Yakman se basa en la teoría del **Constructivismo**, que como muchos sabemos, es la construcción propia que cada individuo va desarrollando a medida que interactúa con el medio que nos rodea, y como lo plantea Georgette:

Bajo el término general de constructivismo caen las prácticas de; aprendizaje basado en problemas y proyectos, aprendizaje por indagación, aprendizaje auténtico, contextual y basado en la experiencia, razonamiento y discurso deductivo, interacciones en grupos pequeños, aprendizaje colaborativo y comunitario, modelado, pensamiento crítico y de orden superior y otros aspectos del aprendizaje centrado en el alumno. (Yakman, G., 2010, p.2)

G. Yakman estructura las STEAM a partir de una pirámide, la cual la describa a partir de cinco niveles, comenzando desde el vértice mayor al que llama “*universal level*” hasta llegar a la base en la cual se encuentran todas las prácticas profesionales y al que llama “*content specific*”. Pero para poder llegar a esto, Georgette comprendió que no puede haber ciencia sin tecnología, investigación sin ingeniería y que no se puede crear sin las letras y las matemáticas.

Imagen 1. Pirámide STEAM



Fuente: What is the point of Steam – A Brief Overview, Georgette Yakman, 2008.

## 2.2.4 La educación con las STEAM

G. Yakman describe de la siguiente manera cada nivel de la anterior pirámide, iniciando desde el más alto como el Primer nivel o “Nivel universal. Esto se

correlaciona con el concepto de educación holística” (Yakman, G., 2010, p.6), que es la interpretación que cada persona le da a lo que lo rodea, logrando que constantemente se genere aprendizaje, es decir, nunca se deja de aprender y como lo menciona la autora, “Por estas razones, he asociado este primer nivel de la pirámide con para toda la vida educativa” (Yakman, G., 2010, p.6).

El segundo nivel, la autora lo llama “Nivel integrado. Es en este nivel donde los estudiantes pueden obtener una amplia gama de todos los campos y una visión general básica de cómo se interrelacionan en la realidad enseñándoles con una interdependencia planificada a propósito y basada en la realidad” (Yakman, G., 2010, p.6). En este nivel se espera la explicación más profunda de las áreas de interés, de tal manera que los estudiantes logren observar desde un panorama más amplio que lo aprendido es aplicable a su cotidianidad.

Para el tercer nivel, el cual la autora lo llama nivel multidisciplinar, es en donde se pone en práctica la interdisciplinariedad de las áreas desde las situaciones reales. Es el nivel en el cual los estudiantes pueden pasar por diversas áreas bajo una misma temática, siendo el más oportuno para involucrar las artes en la enseñanza de las disciplinas y como lo menciona: “Es en este nivel donde los estudiantes pueden obtener un alcance de campos elegidos específicamente y una visión general concentrada de cómo se interrelacionan en la realidad” (Yakman, G., 2010, p.7).

Para el cuarto nivel, el llamado “*discipline specific*”, va enfocado a al nivel de la media secundaria, en la cual los estudiantes ya comienzan a tener ciertas prioridades u orientaciones hacia qué carrera profesional desean estudiar, y en este nivel se enfatiza en estas prioridades, generando en los estudiantes mayor interés y motivación para el aprendizaje, y como lo menciona: “Nivel de disciplina específica. Es en este nivel donde se enseñan las divisiones individuales de campos o disciplinas en los niveles de enfoque” (Yakman, G., 2010, p.7).

Para el quinto y último nivel, corresponde a la base de la pirámide, el cual es llamado “*content specific*”, los estudiantes profundizan sus aprendizajes. En algunas instituciones públicas en Colombia se conoce como “ciclos de énfasis o profundización” en el que se le da mayor intensidad de carga académica a esas áreas de interés y es donde los estudiantes pueden hacer “pasantías o semilleros” en las carreras profesionales de su interés, “Nivel de contenidos específicos. Es en este nivel que se estudian en detalle áreas de contenido específicas” (Yakman, G., 2010, p.8).

### **2.2.5 Uso de la tecnología en el aula. TIC /TAC / TEP**

Cuando se habla de STEAM, de las TIC, el cómo involucrarlas en la enseñanza de las matemáticas, y el uso de diversas tecnologías como lo puede ser la computación o la robótica, estas se convierten en grandes herramientas que pueden llegar a generar gran interés en los estudiantes por su innovación, la cual permite que ellos accedan al conocimiento desde la forma como evoluciona el mundo en estos tiempos mediante el uso de la tecnología.

Cada vez se hace más necesario la incorporación de las TIC en la enseñanza de las ciencias, pues cada vez es más demandante en las empresas que sus empleados tengan un dominio en las diversas herramientas tecnológicas. Aquí se hace necesario que tecnología y ciencia vayan de la mano en la educación, logrando que los estudiantes por medio de la indagación o exploración de sus saberes, lleguen a diversas conclusiones que pueden dar origen a sus futuras investigaciones en el ámbito académico, dado que “Las herramientas computacionales han modificado profundamente la naturaleza de las exploraciones y la relación de dichas exploraciones con la sistematicidad del pensamiento matemático” (Moreno, L., 2002, p. 82).

Cuando se desea incorporar las herramientas tecnológicas en la educación, existe el temor de que estas pueden sustituir el análisis o el razonamiento que el estudiante

realiza en un determinado proceso matemático, “creemos que hay que entender la instrumentación de las tecnologías informáticas en la enseñanza de las matemáticas, como un proceso de enriquecimiento, no como sustitución, tratando de mejorar capacidades cognitivas, no de sustituirlas” (Moreno, L. et al, 2001, p. 293), y con la enseñanza desde las STEAM, se debe perder el temor que al involucrar otras áreas en el aprendizaje de las ciencias ya no se fortalecerá las competencias propias de estas, cuando realmente ocurre lo contrario, ya que la motivación de los estudiantes por esta forma de aprender, genera en ellos la curiosidad de ir más allá de lo aprendido en el aula.

Con el uso constante de la tecnología en la educación, aparecen nuevos entornos para el aprendizaje como lo son las Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento (TAC), la cual se enfoca en lo formativo, no solo para el estudiante, sino también para el docente, él tiene como objetivo aprender más y mejor. También se encuentran las Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación (TEP), las cuales buscan que las personas sean más partícipes en lo político y lo social, haciendo más consciente a las personas de su posición en la sociedad (protesta y/o acción pública).

Por lo anterior es importante que el docente sea consciente que los tiempos van cambiando y cada vez serán más las nuevas ideas que surjan en torno a la tecnología para que estas sean aplicadas o estén al alcance de todos. Es por esto, la importancia de enfocarse cada vez más en las realidades por las que están atravesando los estudiantes:

Los contenidos curriculares se enfocan más en satisfacer unas metas impuestas que no tienen nada que ver con la realidad del entorno del estudiante. Además, los docentes debemos aprender que la enseñanza no debe encajarse en un aula, el aprendizaje debe ir más allá o sea fuera de ella. (Granados, J., et al 2014, p. 290)

Pero no todo se debe dar inicialmente desde el micro currículo, debe iniciar desde las propuestas de aula, ir las escalando hasta volverlas institucional:

Desde metodologías docentes innovadoras hasta herramientas para poner en práctica algún contenido en concreto, pasando por métodos para facilitar la comunicación entre los distintos agentes de la educación... todas ellas permiten –si se usan adecuadamente- que la Educación sea cada vez más personalizada. Compartir las experiencias de éxito utilizando TAC o TIC resulta enriquecedor para la docencia y el aprendizaje (Perochena, P., 2014, p. 243).

### **2.2.6. Algunas experiencias pedagógicas**

Como experiencias pedagógicas desde la incorporación de las diversas herramientas tecnológicas y las STEAM en el aula, se pueden mencionar unas entre tantas que el docente puede incorporar en sus clases con los estudiantes, teniendo presente las capacidades en el uso de la tecnología. Entre estas experiencias pedagógicas se tiene el uso e implementación de los QR en la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes. Cabe recordar que los QR son imágenes que se conocen como matrices de puntos, en las cuales se almacena información.

A continuación se podrán observar algunas experiencias en la utilización de los códigos QR, y cómo estas pueden ayudar al desarrollo de competencias tales como: la comunicación, la innovación, la creatividad, la transversalización, favoreciendo en los estudiantes un aprendizaje más activo, dando un mejor significado a uso a los que se conoce como los teléfonos inteligentes. Estas son algunas experiencias:

El Árbol de navidad; el cual consistió en crear un árbol de navidad en el que los códigos QR, que simulaban los regalos, guardan los deseos de sus alumnos. Con esta experiencia el docente ponía en juego las competencias de leer y escribir (Hernández, J., et al, 2012, p. 202).

Ciencias y códigos QR; por medio de códigos QR, se pueda conocer mejor las piezas que forman la colección de minerales como de fósiles del Departamento de Biología y Geología del IES La Rosaleda. Con esta actividad se puso en juego las competencias de búsqueda, tratamiento y comunicación de la información, comunicación social, aprendizaje colaborativo, escuchar, hablar, conversar, leer, escribir y ser creativos (Hernández, J., et al, 2012, p. 205).

Tabla periódica; para esta actividad, un código QR llevaba a los estudiantes a una tabla periódica, la cual, en lugar de los diferentes elementos químicos, aparece un código QR que los llevaba a un video explicativo y detallado sobre estos (Hernández, J., et al, 2012, p. 201).

Para el trabajo en el aula que involucra las TIC y que al mismo tiempo se complementa con las STEAM, es el trabajo con plataformas como Scratch, que aportan al desarrollo de habilidades informáticas por medio de la programación básica, en este caso, programación en bloques. A continuación se observan algunas experiencias pedagógicas en el uso de esta plataforma que aportan a la creatividad, al trabajo colaborativo, y al aprender jugando.

Los docentes de una institución educativa basándose en el modelo planteado por Rosenbaum, Hernandez (2012) trabajaron con los estudiantes la plataforma Scratch para diseñar emoticones, a los cuales los estudiantes le asignaban mensajes de acuerdo a su estado de ánimo durante el proceso de programación. Esta actividad, aportó a que los estudiantes expresaran lo que anteriormente no se atrevían a hacer, debido a que les daba pena, miedo o no lo consideraban importante (p. 75). Esta actividad ayudó a que los estudiantes fuesen más conscientes del sentir de sus compañeros

### **2.2.7 Las STEAM en las situaciones didácticas**

En este apartado se dará a conocer desde la postura del autor de este trabajo de grado, cómo se involucra o relaciona las STEAM en la enseñanza desde las situaciones didácticas, dando a conocer cómo estas últimas y las TIC, aunque son atemporales (desde lo propuesta de Guy Brousseau y la propuesta tecnológica del nuevo milenio), juegan un papel importante en la enseñanza y aprendizaje actual de los estudiantes, en particular, en el área de las matemáticas.

Para la enseñanza de las matemáticas desde las STEAM, este trabajo no se centrará en la enseñanza del saber específico, sino en la enseñanza desde la didáctica de este saber, y para esto, se expondrá lo planteado por Guy Brousseau desde su teoría de las situaciones didácticas, quien estudia los procesos de enseñanza y aprendizaje y el cómo contribuir para que los niños se apropien de ese aprendizaje en su proceso. Para esto, se debe tener presente cuatro factores que son indispensables, los cuales son el estudiante, el docente, el saber y el medio didáctico (desde las STEAM), teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- La situación es “un modelo de interacción entre el sujeto y un medio determinado” Brousseau, G., 2007, (p.17), y por medio de las STEAM, el estudiante está en constante interacción con su conocimiento que es el saber específico, y elementos de Ingeniería como lo es la robótica, y en las Artes, como por ejemplo con la innovación visual desde el conocimiento fractal.
- El medio en la enseñanza involucrando las STEAM se puede considerar como un método didáctico de aprendizaje de las matemáticas, el cual busca la interacción del estudiante con el aprendizaje y que este sea de manera natural y no todo lo contrario “un subsistema autónomo, antagonista del sujeto” (Brousseau, G., 2007, p.17).

#### **La situación didáctica**

Son “las situaciones que sirven para enseñar sin que se considere el rol del profesor” (Brousseau, G., 2007, p.17), es decir, crear un medio para que el sujeto

construya sus propios aprendizajes. En la enseñanza desde las STEAM, es necesario manejar un mismo conocimiento e información apropiados al nivel de los estudiantes, que los lleven a la necesidad de dialogar e interactuar entre los involucrados para llegar a las posibles soluciones y validar entre ellos mismos la opción más oportuna, sin la intervención del docente.

### **Las situaciones matemáticas**

Son “aquellas que provocan una actividad matemática en el alumno sin intervención del profesor” (Brousseau, G., 2007, p.17), y con la implementación de las STEAM, el docente no sólo plantea situaciones para la adquisición del conocimiento de los estudiantes, sino que también las plantea de tal manera que ellos discutan, formulen y propongan nuevas soluciones que generen una aprehensión del conocimiento que trascienden a otras disciplinas.

### **Situaciones adidácticas**

Se entiende que no todo debe ser desde el uso de la didáctica, y Brousseau, desde su teoría de las situaciones didácticas, propone en su teoría de las situaciones adidácticas, que:

El alumno sabe que el problema fue elegido para hacer que adquiriera un conocimiento nuevo, pero debe saber también que este conocimiento está enteramente justificado por la lógica interna de la situación y que puede construirlo sin tener presente razones didácticas. (Brousseau, G., 2007p. 31)

Es decir, se deja al alumno interactuar con la situación desde sus propios conocimientos, en la cual a partir de estos el niño deberá dar solución a una determinada situación, y el docente sólo es un observador, pero debe ser consciente que la solución de la actividad está al alcance del niño.

Lo anterior, no quiere decir que el rol del docente al interior del aula no sea importante o relevante, es todo lo contrario, es quien tiene desde sus capacidades

la creatividad o destreza de lograr que con una sencilla actividad, se desarrolle una interdisciplinariedad entre las áreas STEAM. Sin la necesidad de involucrarse de manera directa en el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes, ni en la toma de decisiones de estos para dar respuestas a determinadas situaciones problema, como se expresa en la situación de acción planteada por Brousseau, G., (2007) constituye el proceso por el cual el alumno va a "aprenderse" un método de resolución de problema (p. 21).

### **Formulación**

En la situación de formulación, al involucrar diferentes áreas del conocimiento como se propone con las STEAM, el estudiante se enfrenta al desarrollo de diferentes competencias, tanto de las matemáticas, como también de las competencias interpersonales, con las cuales los participantes aprenden desde la comunicación: a relacionarse con sus compañeros, a escuchar al otro, a tener tolerancia a la frustración porque el diálogo no fue claro, entre otras. Cada una de estas, aporta de manera individual y colectiva a los participantes, haciendo que el trabajo realizado tenga sentido; esto "correspondería a una capacidad del sujeto para retomarlo (reconocerlo, identificarlo, descomponerlo en un sistema lingüístico)" (Brousseau, G., 2007, p. 25).

### **Validación**

En la situación de validación, cada niño "puede tomar posición con respecto a un enunciado y, si hay desacuerdo, pedir una demostración o exigir que el otro aplique sus declaraciones en la acción con el medio" (Brousseau, G., 2007, p. 27). Esto se logra mediante el uso de las STEAM, pues la postura de cada estudiante al momento de dar solución a una determinada situación problema, va a estar relacionada desde su diferente área de interés, es decir, a una misma situación. Se les podrá dar diferentes posibles respuestas desde las ciencias, la tecnología, la ingeniería, las artes o las matemáticas, y su argumentación o validación, dependerá del desarrollo comunicativo que haya alcanzado el estudiante.

## **Institucionalización**

La situación de Institucionalización va encaminada a un formalismo de “eso” que el docente realizó con sus estudiantes; es esa actividad en la cual convergen las áreas STEAM, es ese producto transversal que requiere y necesita ser sistematizado para que pueda trascender a otros niveles de educación en la escuela para una mejor práctica en la escuela desde el producto creado por los mismos estudiantes.

Dar cuenta de lo que habían hecho los alumnos, describir lo que había sucedido y lo que estaba vinculado con el conocimiento en cuestión, brindarles un estado a los elementos de la clase en cuanto resultados de los alumnos y resultados de la enseñanza, asumir un objeto de enseñanza, identificarlo, acercar las producciones de los conocimientos a otras creaciones (culturales o del programa). (Brousseau, G., 2007, p. 28)

### **2.2.8 Aprendizaje Basado en Proyectos desde la tecnología (ABP-T)**

No es un secreto que la educación va cambiando a medida que las necesidades lo requieran, y con la pandemia por COVID – 19 se evidencia más la necesidad de seguir actualizando la forma de enseñar, de tal manera que el aprendizaje de los estudiantes sea desde sus habilidades y no desde la memoria. Para esto, este trabajo se apoya desde el enfoque del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), apoyando y fortaleciendo el trabajo colaborativo o Aprendizaje Social; fortaleciendo las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) por medio de las TIC, “así pues referirnos a la utilización de las Tecnologías de la Información y la comunicación (TIC) en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es precisamente, recalcar en la importancia y necesidad del mejoramiento de la calidad de la educación” (Marti, J., et al, 2010, p.12).

El ABP es un modelo de aprendizaje en el cual los estudiantes trabajan de manera activa, planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicaciones en el mundo real más allá del aula de clase (Blank, 1997; Herwel, 1997) citados por Marti, J., et al, 2010, p. 13.

Usualmente se tiende a confundir el aprendizaje basado en problemas con el aprendizaje basado en proyectos, pero la diferencia más marcada es que en el primero, se enfoca en una situación particular, mientras que en el segundo se ocupa no sólo del problema, sino también de otras áreas involucradas: “El proyecto no se enfoca solo en aprender acerca de algo, sino en hacer una tarea que resuelva un problema en la práctica” (Marti, J., et al, 2010, p.13).

De acuerdo a todo lo anterior, este trabajo apunta a generar en los docentes ese cambio de paradigma en la enseñanza de las matemáticas, de sólo contenidos para comenzar a proponer proyectos en los cuales los estudiantes experimenten de primera mano ese aprendizaje: “El Aprendizaje Basado en Proyectos es un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicaciones en el mundo real más allá del aula de clase” (Blair, 1997), citado por (García, A., 2012, p.128).

### **2.2.9 Razonamiento en el aprendizaje de las matemáticas**

En este espacio, se plantea desde la mirada de Godino, J., los componentes de los cinco pensamientos matemáticos para el razonamiento y resolución de problemas. Los cuales, independientemente del modelo que se desee implementar al interior de aula de clases (en este caso las STEAM), siempre se deben tener presente, pues esto, es el norte que todo docente debe seguir para lograr que los estudiantes tengan un mejor aprendizaje de las matemáticas.

Los estándares matemáticos en Colombia buscan la manera de que los docentes al interior de las aulas de clase fomenten en los estudiantes el razonamiento en el aprendizaje de las matemáticas y la resolución de problemas desde las diferentes áreas del saber, por tanto, se debe tratar que los estudiantes tengan la capacidad de razonar sobre las diversas situaciones planteadas.

El razonamiento matemático y la demostración son componentes esenciales del conocimiento matemático entendido éste de la manera

integral que proponemos. Mediante la exploración de fenómenos, la formulación de conjeturas matemáticas, la justificación de resultados, sobre distintos contenidos matemáticos y diferentes niveles de complejidad, los alumnos apreciaron que las matemáticas tienen sentido. (Godino. J., 2003, p. 40)

El razonamiento matemático es una habilidad que los estudiantes adquieren a medida que se van enfrentando a diversas situaciones como por ejemplo argumentar, hacer conjeturas o validar alguna solución, por lo tanto, razonar de manera matemática es un hábito, y como todos los hábitos se debe desarrollar mediante un uso consistente en muchos contextos. (Godino. J., 2003, p. 41)

Cuando el docente enseña, busca generar en los estudiantes un determinado aprendizaje de acuerdo a los componentes matemáticos, y estos van ligados a un determinado currículo de acuerdo a cada institución educativa, pero no sólo es importante lo que se enseña, sino también la forma como se enseña. La metodología a utilizar es importante, pues esta va a variar de acuerdo a lo que se desea enseñar, a la edad del mismo estudiante y el interés que se le genere.

Las oportunidades de los estudiantes para aprender matemáticas dependen del entorno y del tipo de tareas y discurso en que participan. Lo que los estudiantes aprenden -sobre conceptos y procedimientos particulares así como su capacidad de razonamiento - depende de cómo se implican en la actividad en clase de matemáticas. Su actitud hacia las matemáticas también queda marcada por tales experiencias. (Godino. J., 2003, p. 78)

Es bien conocido que las matemáticas no son sólo números u operaciones numéricas, las matemáticas encierran una gran variedad de destrezas y habilidades mentales que complementan el desarrollo del pensamiento humano, al mismo tiempo, se integran con otras disciplinas. Las matemáticas también son habilidades mentales y razonamiento, las cuales generan en los estudiantes la creatividad y la

capacidad de interactuar con el otro por medio de una serie de premisas y argumentos básicos, “se destaca que las matemáticas contribuyen al desarrollo de capacidades cognitivas abstractas y formales, de razonamiento, abstracción, deducción, reflexión y análisis” (Godino. J., 2003, p.93).

Una de las maneras de lograr el razonamiento matemático en los estudiantes de los grados de escolaridad más pequeños como lo es transición, es por medio de la manipulación del material concreto y el reconocimiento desde lo visual. Lo cual permite que los niños realicen deducciones que posteriormente potencializan este razonamiento “Objetos físicos tomados del entorno o específicamente preparados, así como gráficos, palabras específicas, sistemas de signos etc., que funcionan como medios de expresión, exploración y cálculo en el trabajo matemático” (Godino. J., 2003, p. 128).

#### **2.2.10 Resolución de problemas desde las matemáticas**

Para fortalecer las habilidades en la resolución de problemas, los docentes deben tener presente que no siempre las situaciones de la vida cotidiana son las apropiadas en la enseñanza de las matemáticas, pues aunque estas ubiquen al estudiante en un contexto real, es más llamativo para ellos que estas situaciones sean de la realidad, del gusto de los estudiantes. “En consecuencia, la activación del conocimiento matemático mediante la resolución de problemas reales no se consigue trasvasando de forma mecánica situaciones "reales", aunque sean muy pertinentes y significativas para el adulto, ya que éstas pueden no interesar a los alumnos” (Godino. J., 2003, p. 27).

La resolución de problemas en matemáticas, no es sólo identificar unos códigos para luego transformarlos en operaciones que darán solución a un determinado problema. La resolución de una determinada situación problema es un proceso mental que va más allá de lo mencionado anteriormente, y para esto Polya y Schoenfeld, citados por Godino. J., 2003, p. 38-39, proponen lo siguiente:

Polya: La resolución de un problema consiste, a grandes rasgos, en cuatro fases: 1) Comprender el problema, 2) Concebir un plan, 3) Ejecutar el plan y 4) Examinar la solución obtenida. Cada fase se acompaña de una serie de preguntas cuya intención clara es actuar como guía para la acción.

Schoenfeld propone un marco con cuatro componentes que sirva para el análisis de la complejidad del comportamiento en la resolución de problemas: 1) Recursos cognitivos: conjunto de hechos y procedimientos a disposición del resolutor, 2) Heurísticas: reglas para progresar en situaciones difíciles, 3) Control: aquello que permite un uso eficiente de los recursos disponibles y 4) Sistema de creencias: nuestra perspectiva con respecto a la naturaleza de la matemática y cómo trabajar en ella.

Con lo anterior se puede decir que el docente debe tener presente al momento de plantear actividades de resolución de problemas, que estas no son el fin último del aprendizaje de las matemáticas, sino que estas deben ser la oportunidad para generar en los estudiantes la curiosidad para explorar nuevos caminos para posibles soluciones de un determinado problema, la capacidad de interactuar con el otro y aceptar o refutar algún planteamiento formulado por este. Es provocar la “capacidad de formular y resolver problemas, de comunicar sus ideas matemáticas y relacionar las diferentes partes de las matemáticas entre sí y con las restantes disciplinas. Finalmente debe promover unas buenas actitudes en los alumnos hacia las matemáticas” (Godino. J., 2003, p. 91).

### **2.2.11 La Argumentación a través de las Matemáticas**

Las competencias comunicativas siempre están presentes al momento de trabajar con otras personas, y en el caso del trabajo con las STEAM, estas competencias se hacen más evidentes, pues entre las habilidades que se favorecen son las sociales y el trabajo en equipo, y con estas es muy necesario el saber comunicarse con el

otro. Teniendo presente que “las competencias comunicativas son esas formas mediante las cuales las personas pueden establecer interacciones con otras personas y con su entorno, partiendo de un previo reconocimiento de su ser” (Cisneros, C., 2009, p.45).

En este trabajo particular, las competencias comunicativas no sólo se limitaran a ese “diálogo” con el otro, este va orientado a la capacidad que tiene el estudiante de comunicar o transmitir sus ideas y pensamientos desde la argumentación, como lo menciona Perelman et al (1988), cuando se refiere a la argumentación, es “intentar convencer o persuadir, en forma razonada, a otro de la tesis que se tienen por ciertas” citado por (León, O. et al, 2001, p. 3).

Para Bustamante, la competencia en educación tiene dos definiciones planteadas.

1. La competencia es el saber hacer, el saber latente que se realiza en la actuación a modo de algo preexistente que espera ser actualizado.
2. La competencia, acciones que expresan el desempeño del hombre en su interacción con contextos socioculturales y disciplinares específicos.

Es decir, la capacidad del estudiante de desarrollar lo que sabe, y llevarlo a su contexto a su realidad (Calderon, C., et al, 2014, p. 20).

Es de conocimiento que en las matemáticas no basta con dar respuesta a un ejercicio planteado o llegar a una posible solución de cualquier situación problema. Uno de los aspectos relevantes de las matemáticas, es la capacidad que debe tener el estudiante de poder transmitir al docente y a sus compañeros el razonamiento utilizado para dar respuesta a la situación planteada que validan su comprensión o aprendizaje; “el desarrollo de una experiencia matemática en el aula estará condicionado por relaciones estructurales de este espacio social (profesor, estudiantes y conocimientos por elaborar) y, en consecuencia, por formas específicas de proceder, de significar y de comunicar los saberes matemáticos” (León, O. et al, 2001, p. 2).

Al realizar trabajos en equipo con los estudiantes, involucrando las áreas STEAM, estos generan en ellos diferentes formas de pensar, de dar respuesta a determinadas situaciones problema, y la manera de transmitir la información es muy heterogénea, también pueden haber tantas formas de transmitir una misma idea como participantes se encuentren en el grupo de trabajo, logrando el desarrollo de las competencias comunicativas para expresar su respectivo razonamiento:

La argumentación se convierte en un proceso complementario de validación, porque, por una parte, responde a la necesidad del sujeto de comunicar y de obtener la adhesión a su producción; por otra parte, surge la necesidad de asegurar la veracidad de la solución propuesta, como efecto de un análisis razonado de tipo colectivo. (León, O. et al, 2001, p. 15)

### **Capítulo 3. Metodología**

#### **3.1 Cualitativa**

El trabajo de grado de la maestría está fundamentado bajo el enfoque cualitativo, dado que está en el campo de lo social. En tanto el contexto social al que nos referimos, es un contexto educativo en el cual se aplicará una propuesta de uso de modelo STEAM a una institución educativa cuya fortaleza es la robótica. Se entiende por investigación Cualitativa según Valles, M. (1999) como:

La práctica de toda investigación cualitativa se concibe como un acto que tiene lugar en un contexto socio-histórico específico. Con ello el investigador -implícita o explícitamente- toma *decisiones* que dan cuenta de su adherencia ideológica, compromisos, etc., que permean las estrategias, técnicas metodológicas que utiliza el investigador, y el proceso de investigación que se desenvuelve en cinco fases: Definición del problema, Diseño del trabajo, Recogida de Datos, Análisis de los datos, Validación e informe.

Dado que Valles, M., explicita cinco fases, nombraremos estas fases como se vinculan con nuestro estudio a partir de unas actividades investigativas específicas.

**Tabla 3.** Fases y Actividades del trabajo de grado

Fases	Actividades	Cronograma / meses						
		1	2	3	4	5	6	7
Recogida de Datos	Normograma							
	Antecedentes							
	Estado del arte							
	Análisis de documentación y expertos							
Diseño del trabajo	Diseño de instrumento para: Percepciones y concepciones de los docentes							
	Diseño de los proyectos STEM mediados aprendizaje basado en reto o en proyecto							
	Validación de instrumentos ante expertos							
Recogida de Datos	Aplicación de entrevistas semiestructuradas							
	Aplicación de matriz para análisis documental basada en las categorías: STEAM, Aprendizaje basado en proyectos y Situaciones didácticas							
Análisis de los datos	Triangulación de la información							
Validación e informe	Lineamientos pedagógicos para la integración del modelo STEAM Colegio Canadiense							

Fuente: Autoría Propia

### **3.2 Investigación acción**

Esta propuesta se enmarca en la investigación acción en tanto se tiene en cuenta el contexto educativo, las percepciones de los docentes y las teorías existentes sobre el uso y adaptación del Aprendizaje Basado en Proyectos y las STEAM a una institución particular, desde el enfoque, Berrocal. E., et al (2011, p. 4), citando a Cohen y Manion (1990), quienes señalan como rasgos relevantes para la Investigación - Acción los siguientes:

- Es situacional: Elabora diagnósticos sobre un problema concreto y los intenta resolver en ese propio contexto.
- Es colaborativa: Investigadores y personas implicadas trabajan sobre un mismo proyecto.
- Es participativa: Los propios participantes adquieren roles de investigador.
- Es autoevaluada: Se evalúan continuamente los cambios e innovaciones con idea de mejorar la práctica.

### **3.3 Técnicas e instrumentos**

A partir de los objetivos de la investigación y teniendo en cuenta el enfoque y tipo de investigación, se diseñarán dos tipos de instrumentos: la entrevista semiestructurada y el Análisis documental.

### **3.4 Entrevista semiestructurada**

Corbetta, citado por de Toscano, G., (2009. p. 50), respecto a las entrevistas semiestructuradas menciona que:

Es un instrumento capaz de adaptarse a las diversas personalidades de cada sujeto, en la cual se trabaja con las palabras del entrevistado y con sus formas de sentir, no siendo una técnica que conduce simplemente a recabar datos acerca de una persona, sino que intenta hacer hablar a ese sujeto, para entenderlo desde dentro (Corbetta,2003, pp. 72-73).

En nuestro caso particular, nos interesa que las entrevistas semiestructuradas se diseñen de acuerdo a las STEAM, Aprendizaje Basado en Proyectos y a las Situaciones Didácticas.

### 3.4 Guión de la entrevista

**Tabla 4.** Ficha técnica de Entrevista Semiestructurada

<b>Trabajo de grado</b>	Una propuesta pedagógica para la enseñanza de las matemáticas mediadas por las STEAM para potenciar las habilidades científicas en el Colegio Canadiense.
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	Diseñar una propuesta pedagógica que conlleve a la articulación de la enseñanza de las ciencias, mediados por las STEAM para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento en los estudiantes del Colegio Canadiense.
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	<p>Identificar las percepciones y concepciones sobre el uso de las STEAM por parte de los docentes para la integración de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas.</p> <p>Diseñar proyectos interdisciplinarios basados en situaciones que conllevan a potenciar la articulación entre las ciencias, tecnología, ingeniería, matemáticas y artes para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento.</p> <p>Caracterizar una propuesta pedagógica para la enseñanza de las matemáticas mediada por las STEAM para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento en los estudiantes del Colegio Canadiense.</p>

<b>OBJETIVO DIRIGIDO A ESTE INSTRUMENTO</b>	Identificar las percepciones y concepciones sobre el uso de las STEAM por parte de los docentes para la integración de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas.	
<b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>	¿Cómo articular una propuesta pedagógica que conlleve a la articulación de la enseñanza de las ciencias, mediados por las STEAM para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento en los estudiantes del Colegio Canadiense?	
	<b>TÉCNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
	<b>Entrevista Semiestructurada</b>	Pautas o guión de la entrevista

Fuente: Autoría Propia

**Tabla 5.** Matriz de Entrevista a Docentes

<b>DOCENTES</b> Concepciones en el desempeño docente	<b>ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA</b>
	<b>PREGUNTAS SEGÚN CATEGORÍA DE ANÁLISIS</b>
	<b>STEAM</b>
	En los proyectos transversales de fin de periodo, ¿Cómo ha integrado las áreas de Ciencias, Tecnología, Artes y Matemáticas?
	De acuerdo a su experiencias en los proyectos transversales, ¿Cómo se podría involucrar de manera transversal las áreas de Ciencias, Tecnología, Artes y Matemáticas?
	<b>APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS</b>
Como docente del Colegio, ¿Que oportunidades ha tenido al momento de generar el aprendizaje del área, desde proyectos de aula?	

	En su trayectoria en la institución, ¿Qué elementos pedagógicos incorporaría en el diseño e implementación de proyectos de área involucrando Ciencias, Tecnología, Artes y Matemáticas?
	<b>SITUACIONES DIDÁCTICAS EN MATEMÁTICAS</b>
	Desde su experiencia como docente, ¿Qué aspectos tiene en cuenta al momento de situaciones didácticas al interior del aula?  Desde su experiencia, ¿Cuáles han sido las ventajas y limitantes al momento de implementar la tecnología en el diseño de situaciones didácticas, y qué se podría hacer para evitar futuros limitantes?

Fuente: Autoría Propia

### 3.5 Análisis documental

Según Chaumier, citado por García, A., (1993, p. 12) define el Análisis Documental como “la operación enfocada a representar el contenido de un documento bajo una forma distinta de la original, a fin de facilitar su consulta o referencia en fase posterior”.

El análisis documental presentado por García, A., (1993, p. 14), presenta las siguientes fases:

**Tabla 6.** Fases Análisis Documental

Análisis Documental (AD)	AD. Externo	Descripción Bibliográfica
		Catalogación
	AD. Interno	Índice
		Resumen

Fuente: Autoría Propia tomada de Chaumier, citado por García, A., (1993, p. 12).

Experiencias pedagógicas mediadas por las tecnologías, desde la adaptación a las categorías de las STEAM, Aprendizaje Basado en Proyectos y a las Situaciones didácticas en matemáticas.

**Tabla 7.** Ficha técnica de Análisis Documental

<b>Trabajo de grado</b>	Una propuesta pedagógica para la enseñanza de las matemáticas mediadas por las STEAM para potenciar las habilidades científicas en el Colegio Canadiense.
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	Diseñar una propuesta pedagógica que conlleve a la articulación de la enseñanza de las ciencias, mediados por las STEAM para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento en los estudiantes del Colegio Canadiense.
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	<p>Identificar las percepciones sobre el uso de las STEAM por parte de los docentes para la integración de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas.</p> <p>Diseñar proyectos interdisciplinarios basados en situaciones que conlleven a potenciar la articulación entre las ciencias, tecnología, ingeniería, matemáticas y artes para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento.</p> <p>Caracterizar una propuesta pedagógica para la enseñanza de las matemáticas mediada por las STEAM para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento en los estudiantes del Colegio Canadiense.</p>
<b>OBJETIVO DIRIGIDO A</b>	Diseñar proyectos interdisciplinarios basados en situaciones que conlleven a potenciar la articulación entre las ciencias,

<b>ESTE INSTRUMENTO</b>	tecnología, ingeniería, matemáticas y artes para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento.	
<b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>	¿Cómo articular una propuesta pedagógica que conlleve a la articulación de la enseñanza de las ciencias, mediados por las STEAM para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento en los estudiantes del Colegio Canadiense?	
<b>TÉCNICA</b>		<b>INSTRUMENTO</b>
<b>Análisis Documental</b>		Categorías de Análisis

**Tabla 8.** Ficha técnica de Recolección y Análisis Documental

<b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>	
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>	
Número de ficha	
Nombre del documento	
Tipo de Documento	
Autor	
Páginas	
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>	
<b>CATEGORÍA DE ANÁLISIS</b>	<b>Contenido de la categoría de análisis y relación con otras categorías de análisis</b>
<b>Componentes</b>	
STEAM	
Aprendizaje Basado en Proyectos	
Situaciones Didácticas en matemáticas	

**Tabla 9. Técnicas e Instrumentos**

Objetivos	Técnicas	Instrumentos
Identificar las percepciones y concepciones sobre el uso de las STEAM por parte de los docentes para la integración de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas.	Entrevista semiestructurada	Guión de la entrevista
Diseñar proyectos interdisciplinarios basados en situaciones que conllevan a potenciar la articulación entre las ciencias, tecnología, ingeniería, matemáticas y artes para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento.	Análisis Documental	Análisis de Contenido
Caracterizar una propuesta pedagógica para la enseñanza de las matemáticas mediados por las STEAM para potenciar las habilidades de comunicación y razonamiento en los estudiantes del Colegio Canadiense.	Triangulación de la información	Triangulación de la información

Fuente: Autoría Propia

### 3.6 Población y Muestra

La implementación del proyecto de investigación se realizará con los docentes del área de matemáticas del Colegio Canadiense, el cual se encuentra ubicado en la Carrera 51 No. 97 Sur – 137, zona rural del municipio de la Estrella, Antioquia; Sector Sierra Morena, y linda con fincas y algunas empresas.

El municipio de la Estrella está localizado en el margen occidental del río Medellín, al sur del Valle de Aburrá, sobre una explanada y tiene vecindad con los municipios de Sabaneta, Caldas e Itagüí del área metropolitana. El municipio de la Estrella tiene una extensión: 35 Km<sup>2</sup> Temperatura promedio: 20°C Altura: 1775 m.s.n.m Distancia de Medellín: 16 Km Población: 54.000 Habitantes Límites: Medellín, Itagüí, Envigado, Sabaneta, Caldas y Angelópolis Apelativo: Comarca de Tradición, Municipio Verde de Colombia - Nombre Antiguo: Anteriormente llevó el nombre de Ancón.

**Imagen 2.** Mapa de Antioquia Mapa del Municipio de la Estrella



Ubicación del municipio de la Estrella en Antioquia



Mapa del municipio de la Estrella.

El Colegio Canadiense es una institución educativa que tiene su licencia de funcionamiento desde el 22 de noviembre del 2005, es de naturaleza jurídica Privada, jornada completa y calendario B. El colegio trabaja bajo los siete pilares de *Character Counts*, tiene como lema, formar a los futuros empresarios de Colombia, es un colegio que apunta a la internacionalización de sus estudiantes, por ello ofrece una doble titulación a los estudiantes que se encuentran matriculados en el programa internacional BC (*British Columbia*) y una sola titulación a los estudiantes que se encuentran matriculados en el programa nacional.

Es un colegio que cuenta con un currículo nacional y un currículo internacional, con las siguientes escalas de grados:

**Grados:**

**Escala interna:** PK,K,1°,2°,3°,4°,5°,6°,7°,8°,9°,10°,11°,12°

**Escala nacional:** PK,J,T,1°,2°,3°,4°,5°,6°,7°,8°,9°,10°,11°

Lo epistemológico, el Colegio Canadiense busca permanentemente analizar de manera crítica y reflexiva los avances y debilidades del proceso escolar para aportar soluciones que favorezcan los métodos utilizados en la educación. Es así como la Institución Educativa busca constantemente mejorar cada uno de sus procesos a través del análisis y estudio del proceso educativo en cuanto a la transversalización de las áreas, los métodos de enseñanza aprendizaje, su enfoque, de cómo se transmite el saber a los estudiantes, de la formación docente, de conocer el contexto escolar, el sentido social de la gestión educativa; entre otros aspectos que permiten evidenciar las mejoras continuas del proceso. (Canadiense, 2018)

Lo sociológico, el Colegio Canadiense se convierte en el espacio adecuado para que los estudiantes que asisten de diferentes entornos socioculturales puedan encontrarse con otras personas y establecer relaciones de respeto y tolerancia intercultural, dentro de una Comunidad Educativa que congrega no solo educandos y educadores nacionales sino internacionales lo que hace que sea más enriquecido el aprendizaje y ayude al individuo y a la sociedad a conseguir mejores relaciones sociales proceso. (Canadiense, 2018)

Lo pedagógico, el Colegio Canadiense una Institución Educativa de carácter internacional, regida bajo los parámetros de la legislación educativa colombiana; y la legislación canadiense para el desarrollo de su proyecto de Internacionalización posibilita que los educadores compartan entre sí no solo aspectos culturales sino pedagógicos que enriquecen el aprendizaje de los estudiantes. El trabajo cooperativo entre los maestros se ve enriquecido en

la multiplicidad de herramientas pedagógicas que de este encuentro se parte; ya que las experiencias significativas de estos con su equipo de trabajo redundan en los avances de los estudiantes en su proceso de aprendizaje. (Canadiense, 2018)

### 3.7 Participantes

Para el estudio de este trabajo, se escogió a 1 (uno) docente de cada sección (Primary School, Elementary School, Middle School y High School) pertenecientes a las áreas que componen las STEAM, es decir que se trabajó con un total de 16 docentes, aplicando a estos docentes un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Este tipo de muestreo tiene como característica, “seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador” (Otzen, T., 2017, p. 230).

Con el propósito de conservar la confidencialidad de los datos de los docentes participantes, estos son codificados, tal como se muestra en la tabla que se presenta a continuación.

**Tabla 10.** Población y Muestra del trabajo de grado

<b>Población y Muestra</b>			
<b>Colegio Canadiense</b>			
<b>Nº</b>	<b>Cargo</b>	<b>Área</b>	<b>Código</b>
1	Docente	Artes	DA1
2	Docente	Ciencias	DC1
3	Docente	Ciencias	DC2
4	Docente	Matemáticas	DM1

5	Docente	Matemáticas	DM2
6	Docente	Matemáticas	DM3

Fuente: Autoría Propia

## Capítulo 4. Análisis y Resultados

### 4.1. Percepción de los docentes sobre el uso de las tecnologías involucradas en proyectos transversales

La triangulación se realiza bajo tres tipos de discurso, los cuales son: El libro verde 2030 que corresponde a los documentos de la banca multilateral, a documentos internos del colegio Canadiense como el meso currículo al que corresponde el PEI, y a los micro currículo, a los que corresponden las mallas curriculares. Por facilidad en el proceso de triangulación, estos discursos fueron subidos al *software* Atlas Ti, el cual los llama como unidades hermenéuticas.

Desde subtítulos de codificación como los son STEAM, Aprendizaje Basado en Proyectos, Situaciones Didácticas, que para este trabajo son las categorías; y unos códigos emergentes como Aplicabilidad, Innovación, Robótica, Herramientas Tecnológicas y evaluación, fueron comparadas con las percepciones que tienen los docentes del colegio Canadiense que fueron entrevistados, y respecto a los documentos mencionados anteriormente, teniendo presente lo que se tiene en común, y la interacción de estos.

**Tabla 11.** Categorías de Análisis de las entrevista a los docentes

<b>DOCENTES</b>		
<b>CATEGORÍAS DE ANÁLISIS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ALGUNAS RESPUESTAS</b>
STEAM	28	<p>DC1: Hay muchos ciclos de retroalimentación y eso se expresa de una manera muy bonita matemáticamente, y al mismo tiempo usted puede decir que las máquinas funcionan así para involucrar tecnología, y la expresión artística se puede mezclar con todo.</p> <p>DA1: Hay muchas disciplinas en la vida, pero eso no significa que eso va separado, todo va hilado con algo.</p> <p>DM2: La utilización de software de programación.</p>
Aprendizaje Basado en Proyectos	52	<p>DC2: Las clases pueden tomar muchos rumbos de acuerdo como a las inquietudes que ellos tengan, los intereses que ellos van demostrando en el transcurso</p> <p>DA1: Que ellos pueden explorar en lo que son, en lo que tienen, en sus habilidades, en su imaginación, en su creatividad.</p>

		DM1: Lo que se vaya a implementar, realmente si sea significativo al momento.
Situaciones didácticas en matemáticas	37	DC1: Lo mío es biología, la biología yo se la pinto interesante.  DA1: La posibilidad de pensarse también las clases de una manera diferente a lo que ya se venía como haciendo.  DM3: Un espacio de reflexión y oportunidad de aprendizaje para docentes y estudiantes.

Fuente: Autoría Propia

La integración que realizan los docentes de las áreas STEAM para generar proyectos transversales se generan desde las mismas prácticas de los contenidos que se están trabajando durante el periodo, logrando de esta manera que se involucren sin tener que salirse de las competencias que se quieren desarrollar en los estudiantes en ese momento. En las entrevistas, se identificaron también proyectos puntuales entre ciencias y tecnología, independiente al grado o al docente, como lo mencionado por el DC1 “Recuerdo que trabajé con tecnología y ciencias en un proyecto de crear una máquina para energía sustentables”, el DC2 “el uso o modelos para explicar la obtención de energía renovables y también se a hecho en la mayoría con tecnología el uso de plataformas tecnológicas para la creación y edición de contenidos” y software muy comunes en el desarrollo de las clases de matemáticas que no sólo aporta al mejoramiento de las competencias de esta área, sino que también aporta a las artes desde el uso de la tecnología, despertando en los estudiantes su creatividad, como lo menciona el docente DM1:

Se ha hecho uso de las diversas herramientas virtuales, como es por ejemplo de los blog, las páginas web, los diferentes elementos multimedia, editor de infografías, mapas, bueno, se trata de hacer un amplio, abarcar, digamos los componentes tecnológicos que son útiles, cierto, esto con el propósito de presentar pues de una manera más elegante y dinámica los diferentes contenidos de una investigación, y también en la parte del arte, se ha realizado con la geometría, este digamos del proceso de medición de figuras geométricas, también del análisis de áreas y volúmenes, bueno, también por otro lado se han empleado lo que las transformaciones geométricas como forma de recrear y de crear imágenes basadas en procesos por ejemplo como de teselación, de rotación, traslación estos que son pues proceso incorporados como muchas veces se ha visto en el arte algunas culturas.

Lo mencionado anteriormente por el docente DM1, se puede evidenciar en la rueda pedagógica creada por Allan Carrington, la cual es la unión entre los diferentes niveles y verbos que se plantean en la la taxonomía de bloom y una serie de diversas plataformas, herramientas digitales o apps para su mejor aprovechamiento en esta era digital

# Imagen 3. Rueda Pedagógica

## Criterio de selección de las aplicaciones

**Criterio de recuerdo:** Las aplicaciones que encajan en la categoría de «recordar» mejoran la habilidad del usuario para definir términos, identificar hechos, así como, para localizar y recordar información. Muchas aplicaciones educativas caen en la fase de aprendizaje de «recordar». Estas le piden al usuario que seleccione una respuesta de una fila, que se relacione, que de secuencia a los contenidos o introduzca las respuestas.

**Criterio de comprensión:** Las aplicaciones que encajan en la categoría de «comprensión» proveen a los estudiantes oportunidades de explicar ideas o conceptos. Las aplicaciones de comprensión se alejan de la elección de una respuesta «correcta» e introducen a los estudiantes a un formato más abierto, en el cual los alumnos podrán resumir los contenidos y entender su significado.

**Criterio de aplicación:** Las aplicaciones que encajan en la categoría de «aplicación» proveen a los estudiantes oportunidades de demostrar su habilidad para implementar los procedimientos y métodos aprendidos. A su vez, destacan la habilidad de aplicar conceptos a circunstancias poco familiares.

**Criterio de análisis:** Las aplicaciones que mejoran la habilidad del usuario para diferenciar entre lo relevante y lo irrelevante, determinar relaciones y reconocer la organización del contenido.

**Criterio de evaluación:** Las aplicaciones que encajan en la categoría de «evaluación» mejoran la habilidad del usuario para juzgar materiales o métodos basándose en sus propios criterios o en fuentes externas. A su vez, ayudan al estudiante a juzgar la confiabilidad del contenido, la exactitud, la calidad, la efectividad y con ello lograr decisiones informadas.

**Criterio de creación:** Las aplicaciones que encajan en la categoría de «creación» proveen oportunidades a los estudiantes para generar ideas, diseñar planes y producir productos.

### La rueda de la Pedagogía, primer proyecto de idiomas:

For the latest languages: [3d.ludapadagogy.com](http://3d.ludapadagogy.com)

### Standing on the Shoulders of Giants

Esta rueda de la Taxonomía sin las aplicaciones fue descubierta por primera vez en el sitio web de consultoría en educación de Pablo Hopkin en [www.3d.ludapadagogy.com](http://www.3d.ludapadagogy.com). La rueda fue producida por Sharon Arley de una adaptación que Kathoni y Anderson (2011) realizaron a la Taxonomía de Bloom (1956). La idea de adaptarla a los iPad V2.0 y V3.0, debió reconocerse a Kathy Schrock en su sitio web [Bloom's 21st Century Students](http://www.3d.ludapadagogy.com). En V4.0 los criterios de selección de las aplicaciones están basados en un excelente artículo [L. parais en el sitio](http://www.3d.ludapadagogy.com). Eduliza de Diane Darrow. El V5.0 de la Rueda Pedagógica tiene una lista exhaustiva de verbos de acción, que corresponden a la infografía de la «Taxonomía de Verbos digitales de Bloom», publicado por GlobalDigitalLearn.org, en el blog TeachThought «Bloom's Digital Taxonomy: Verbs for 21st Century Students»

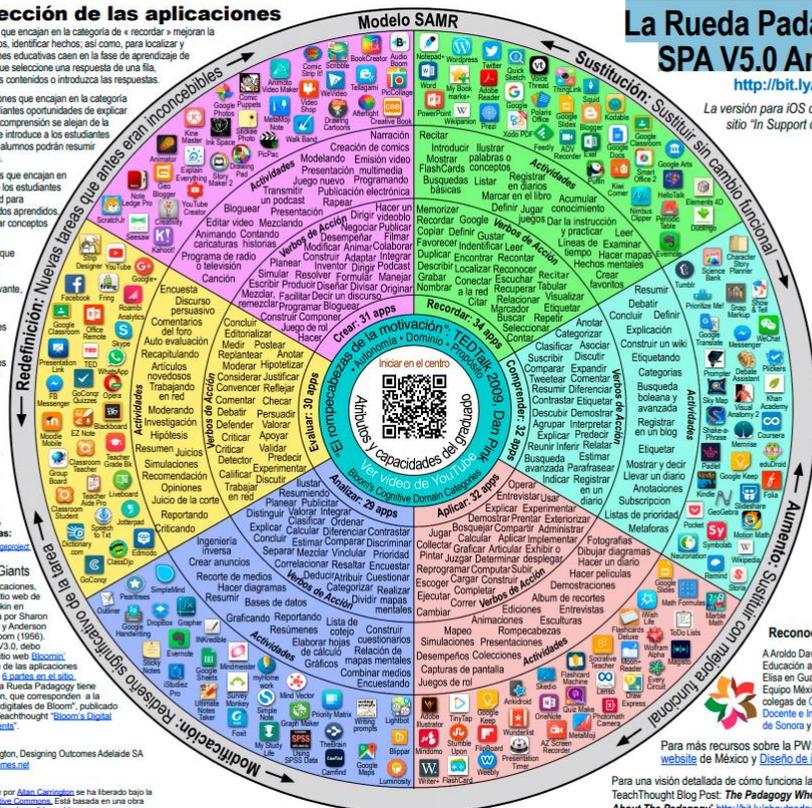
Desarrollado por Alan Carrington, Designing Outcomes Adelaide SA  
Email: [alan@designingoutcomes.net](mailto:alan@designingoutcomes.net)

La Rueda Pedagógica por Alan Carrington se ha liberado bajo la licencia 4.0 de Creative Commons. Está basada en una obra licenciada en <http://bit.ly/alanpedagogy>

**La Rueda Pedagógica SPA V5.0 Android**  
<http://bit.ly/PWSPAV5>



La versión para iOS de Apple puede ser descargada del sitio «In Support of Excellence» en el enlace anterior



**Utilizando de la mejor forma la Rueda Pedagógica**

Utilízala como una serie de sugerencias o engranajes interconectados para comprobar los procesos de enseñanza, desde la planificación hasta la implementación.

**El engranaje de los Atributos:** Esto es el centro del diseño de aprendizaje. Usted debe revisar constantemente cosas como ética, responsabilidad y ciudadanía. Hágales las preguntas: ¿Cómo se veía un graduado con esta experiencia de aprendizaje? ¿Qué es lo que hace veras exitoso? ¿Cómo lo que hago apoyas estas atributos y capacidades?

**El engranaje de la Motivación:** Pregúntese: ¿Cómo lo que construyo y enseño le da al estudiante autonomía, dominio y propósito?

**El engranaje de Bloom's:** La ayuda a diseñar objetivos de aprendizaje que logran alcanzar un orden superior de pensamiento. Trate de obtener al menos un objetivo de cada categoría. Sólo después de esto, estos listo para el realice tecnológico.

**El engranaje de la Tecnología:** Pregúntese: ¿Cómo puede servir a su pedagogía? ¿Las aplicaciones son sólo herramientas, busque los mejores y combine más de uno en la secuencia de aprendizaje.

**El engranaje del Modelo SAMR:** Esto es el más importante. ¿Cómo puede servir a su pedagogía? ¿Las aplicaciones son sólo herramientas, busque los mejores y combine más de uno en la secuencia de aprendizaje.

Me gustaría agradecer a [Tobias Roderick](http://www.3d.ludapadagogy.com) por las ideas de los engranajes.

Alan Carrington

### Reconocimiento y agradecimiento

A Arnold David Noriega del Instituto de Educación a Distancia de la Ciudad de Santa Eulalia en Guatemala por la V4 en español y al Equipo México por la V5 en Android. A los colegas de Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa del Estado de Sonora y del Instituto Tecnológico de Sonora.

Para más recursos sobre la PW, por favor visite el sitio de [CREDIES](http://www.credies.com) website de México y [Diseño de instrucción de Guatemala](http://www.diseño de instrucción de Guatemala)

Para una visión detallada de cómo funciona la rueda Pedagógica por favor visite el TeachThought Blog Post: [The Pedagogy Wheel - It's Not About The Apps, It's About The Pedagogy](http://www.teachthought.com) <http://bit.ly/aboutpedagogy>

Tomado de: <https://n9.cl/5w7e3>

Con respecto a la segunda pregunta que fue planteada a los docentes, ellos convergen en sus respuestas en que la forma de involucrar las áreas STEAM es a partir de proyectos transversales, ya sean de aula o institucionales, claro esta, teniendo presente la visión del docente de llevar al aprendizaje de los estudiantes a la aplicabilidad. Tal como lo menciona el docente DA1 “desde la misma voluntad de los profes de empezar a analizar e ir mirando qué contenidos se pueden transversalizar” o como lo plantea el docente DM3 “construir un robot, donde se trabaje el pensamiento espacial, numérico, si hacen que el robot se mueva, trabajan tecnología y ciencia, si crea un diseño innovador se trabaja el arte”. Lo anterior también se podría ver desde lo trabajado por el docente DM1 cuando menciona su experiencia involucrando las áreas STEAM:

Diseñé una situación problema que se llama “Socializando Ando”, en la cual a partir de la interacción que tienen los estudiantes con sus redes sociales, se abordan temáticas como: El sistema de numeración decimal, en Matemáticas; redes sociales en Tecnología; usuarios en Colombia y otros países, en relación con Ciencias Sociales; impacto de los teléfonos celulares con el medio ambiente, en Ciencias y la promoción de su producto utilizando las redes, en Emprendimiento.

Todo lo mencionado anteriormente por los docentes entrevistados, llevan a que la relación entre las áreas STEAM se dan de manera más sencilla desde los diferentes proyectos de área, proyectos que en el Colegio Canadiense se llaman proyectos transversales, que al implementarlos de la manera correcta aparece el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el cual se ve en uno de los trabajos realizados por el docente DC1 cuando menciona “cuando se lleva a la práctica los muchachos se dan cuenta que eso existe, que existe un compuesto químico, que ellos lo pueden mezclar y que va a dar cierta reacción, eso es algo con lo que me gusta trabajar”. Pero esto es algo que se logra cuando se tiene claro lo que se desea alcanzar como lo plantea el mismo docente DC1 “¿será que si yo mezclo el azufre con el hierro va a perder sus propiedades magnéticas?”. Para la realización de proyectos transversales que aporten al ABP, se debe tener presente algunos elementos básicos, tal como lo menciona el docente DA1:

Que ellos tengan la posibilidad de organizar sus tiempos, de definir por ejemplo qué materiales van a utilizar, qué metodología voy a utilizar, porque son mínimos, digamos que eso uno no lo plantea, cuando yo estoy haciendo un proyecto de aula con los estudiantes no les digo específicamente, vamos a hacer un proyecto, entonces saque los objetivos, saque como toda esa estructura. Yo eso no lo planteo con ellos, pero eso se va dando en el momento en que ellos van haciendo su proyecto, y ellos lo van haciendo de una manera natural, sin tenerlo que conceptualizar, pues porque el área de todos modos uno busca más es desde el hacer.

En la incorporación de elementos pedagógicos que se deben tener presente al momento de realizar actividades de aula, los docentes entrevistados apuntan a actividades que son enfocadas desde la práctica, desde el hacer, en el que los estudiantes logren visualizar o comprobar la teoría en algo puntual, específico, dejando a un lado el aprendizaje abstracto y hacerlo tangible. Como lo manifiesta el docente DM1 “digamos proyectos de laboratorio pueden resultar muy interesantes, porque pueden brindar esas posibilidades para el estudiante y pues, brindar experiencias para nosotros como docentes”.

La incorporación de los elementos pedagógicos que se deben tener en cuenta en las actividades de aula, está ligado a las situaciones didácticas, en la cual, los docentes deben plantear las actividades de tal manera que se le despierte el interés a los estudiantes. Con esto, logrando llegar al aprendizaje, tal como lo ejemplifican:

DC2, muchas de las clases son a través de preguntas mías o de los estudiantes, entonces, las clases pueden tomar muchos rumbos de acuerdo como a las inquietudes que ellos tengan, los intereses que ellos van demostrando en el transcurso.

DC1, Yo me centro muchísimo en cosas que pueden ser interesantes, como lo mío es ciencias, entonces si yo voy a explicar algún sistema del cuerpo humano, busco un hecho curioso de cualquier cosa que tenga que explicar, digamos, los neurotransmisores de las emociones en el cerebro. Si usted escucha eso y suena muy aburrido, pero si usted les dice a los pelados: las sustancias que provocan al enamoramiento; ya ahí le ponen cuidado de una.

DA1, Muchas de las clases son a través de preguntas mías o de los estudiantes, entonces, las clases pueden tomar muchos rumbos de acuerdo como a las inquietudes que ellos tengan, los intereses que ellos van demostrando en el transcurso.

DM2, Lo que debe tenerse en cuenta es familiarizar al estudiante con la situación, que éste encuentre entornos cotidianos, para que pueda encontrar la razón por la cual es importante comprender el concepto que se va a abordar, en qué lo puede aplicar o utilizar y en qué situaciones le puede o no servir.

Los docentes cada vez que plantean actividades de aula, se enfrentan a diferentes retos y desafíos, dependiendo al área del saber específico, a los contenidos a trabajar, a las competencias que desea desarrollar o fortalecer y a su entorno. Todo esto en ocasiones se convierten en ventajas o desventajas de acuerdo a su entorno, entre estas aparecen aspectos relevantes y que se deben tener en cuenta, como los que plantea el docente DC1 “insistir en que se conserve todas esas habilidades tecnológicas que ellos han adquirido, y que nosotros hemos adquirido, que es manejar digitalmente las cosas” [...] “la gente aprendió a manejar herramientas tecnológicas mucho mejor porque nos vimos obligados a hacerlo”, o como lo plantea el docente DM1 “el uso de componentes tecnológicos a nivel personal, ha permitido que se desarrollen y se dinamicen un poco mejor ciertas temáticas”, o lo mencionado por DM2 “implementar la tecnología es la optimización del tiempo (tanto para el docente como para el estudiante), ya que el desarrollo de la situación por parte del estudiante, se hace de manera más rápida y eficiente”, o como lo menciona el docente DM3:

Existe una gran cantidad de recursos TIC gratuitos para ser usados en la enseñanza de las ciencias exactas y naturales, también, se habla de comunidades académicas gratuitas donde se permite el uso de recursos de otros docentes como: GeoGebra, classroom, khan academy, scratch, Phyton, Moddle, Kahoot, quizzis, Kokitos, math game time, etc.

**Tabla 12.** Categorías Emergentes de las entrevista a los docentes

DOCENTES		
CATEGORÍAS EMERGENTES	FRECUENCIA	ALGUNAS RESPUESTAS
Aplicabilidad	15	<p>DC1: Cuando se hace un proyecto transversal es importante dedicarle a eso y darle el espacio para concretar y llegar a acuerdo con los compañeros</p> <p>DA1: La elaboración de ciertas estructuras cinéticas se ven en la aplicación de algunos elementos matemáticos.</p> <p>DM1: Desde el componente de la estadística se aportan todos los proyectos al análisis de datos y realizaciones de conclusiones en cuanto a temas relevantes.</p>
Herramientas tecnológicas	28	<p>DC2: Los estudiantes pueden hacer uso de experimentos online y también de modelajes.</p> <p>DA1: Todos los muchachos tienen hasta un dispositivo electrónico que puede ser un celular y a partir de ahí pueden crear.</p> <p>DM3: En este momento hay infinidad de softwares, programas y apps que permiten mostrar la aplicabilidad de la</p>

		Matemática en todos los entornos y ciencias.
Innovación	1	DA1: Representar de una manera diferente e innovadora la tabla periódica.
Robótica	1	DM1: Vincular la de el área de tecnología desde la parte de robótica, desde la parte electrónica.
Capacitación docente	8	DC2: Conocimiento o capacitación al respecto.  DA1: Yo no puedo decir que la limitante es un software porque finalmente hay mucho software libre.  DM3: La falta de capacitación y actualización docente con respecto a las TIC y nuevas tendencias en la enseñanza.
Evaluación	13	DC1: La rúbrica es algo fundamental para que ellos tengan claro que se les va a evaluar.  DA1: Cuando se vuelve un consenso entre los docentes en esas rubricas de evaluación, me parece que es muy significativo, porque hace que la evaluación sea algo colectivo, no que sea algo individual.

		DM3: Que sea evaluable, y no solamente cuantitativamente.
--	--	---

Fuente: Autoría Propia

En el desarrollo de la entrevista a los docentes, aparecen elementos que surgen de manera implícita a las categorías planteadas en el trabajo de grado, entre estos elementos se menciona la rúbrica, la cual está relacionada estrechamente con otra categoría emergente como lo es la evaluación. Estas son consideradas importantes en cuanto a lo pedagógico, puesto que dan estructura y orientan al estudiante en la actividad, evitando que se entreguen las actividades desde el imaginario del estudiante, tal como lo menciona el docente DC1, “Pienso que la rúbrica es algo fundamental para que ellos tengan claro qué se les va a evaluar”, o como lo plantea el docente DA1:

Vamos a definir bien cuál es el objetivo, el objetivo es tal, qué espero realizar con esto, cuáles son mis referentes, qué referentes voy a utilizar en cuanto a imagen, en cuanto a concepto, en cuanto a técnica, y ahí entra uno a acompañar ese proceso, pero también definir claramente la evaluación, ese es un aspecto muy importante, cierto, sobretodo más en un proyecto transversal [...] hay cosas que cuando se vuelve un consenso entre los docentes en esas rúbricas de evaluación, me parece que es muy significativo, porque hace que la evaluación sea algo colectivo, no que sea algo individual, y que los estudiantes lo tengan claro desde un inicio, entonces ahí es cuando uno habla de un asunto integrado, cierto, habla de que es una evaluación integrada, y que, yo creo que es el propósito finalmente de los proyectos transversales, integrar áreas para hablar de lo mismo que es la vida misma.

**Tabla 13.** Categorías de Análisis de los documentos institucionales y el libro Verde

DOCUMENTOS CATEGORIAL		
CATEGORÍAS DE ANÁLISIS	FRECUENCIA	ALGUNAS RESPUESTAS
STEAM	5	<p>PEI: Desde la tecnología y la informática los estudiantes desarrollan competencias en procesos lógico-matemáticos y habilidades de pensamiento crítico y analítico.</p> <p>Mallas: En las áreas de tecnología y matemáticas este trabajo se hace más visible desde el uso de kits de robótica.</p> <p>Libro Verde: Necesidad de incorporar la ciencia y la tecnología en el desarrollo económico y social.</p>
Aprendizaje Basado en Proyectos	6	<p>PEI: Fomentar el trabajo en equipo y llevar a cabo sus ideas de un mundo innovador y cada día mejor.</p> <p>Mallas: El "Aprender haciendo" (Enfoque de Enseñanza para la Comprensión (EPC) y las Inteligencias Múltiples son elementos que ayudan a formar personas autónomas en sus criterios intelectuales y morales, capaces de producir soluciones innovadoras a los problemas difíciles" (Canadiense, PEI, 2018, p.9).</p>

		Libro Verde: Mentoría y generación de proyectos, estos orientados al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que buscan generar grandes transformaciones a nivel social, económico y ambiental.
Situaciones didácticas en matemáticas	3	PEI: Resolver problemas de manera flexible y crear productos nuevos y significativos.  Malla: Al ser áreas diferentes a las matemáticas, estas competencias siempre se presentan desde las situaciones didácticas involucradas en los proyectos transversales.

Fuente: Autoría Propia

**Tabla 14.** Categorías Emergentes de los documentos institucionales y el libro Verde 2030

<b>DOCUMENTOS CATEGORIAL</b>		
<b>CATEGORIAS EMERGENTES</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ALGUNAS RESPUESTAS</b>
Innovación	5	PEI: Se busca fortalecer el perfil de los estudiantes en lo académico, lo innovador, lo científico y lo profesional.

		Libro Verde: Buscar nuevas formas de pensar la política, la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTel).
Robótica	1	PEI: Oportunidad de aplicar estos conocimientos por medio del uso correcto y la apropiación de las nuevas tecnologías (la robótica).

Fuente: Autoría Propia

En las respuestas dadas por los docentes en cada una de las preguntas planteadas en la entrevista, se logra observar que ellos tienen una postura o mirada similar a lo planteado en los documentos analizados, puesto que en los macro y micro proyectos institucionales se plantea el trabajo en equipo, la transversalización de las áreas y la tecnología. Todo esto, desde un aprendizaje innovador para los estudiantes, evidenciando la linealidad entre lo planteado en los documentos y lo que se está desarrollando en las aulas por los docentes. Cabe aclarar, que esta linealidad se ha dado con mayor fuerza, desde la evidente necesidad del uso de las herramientas digitales a causa de la pandemia por COVID-19, llevando al colegio a la implementación de las STEAM sin ser consciente de ello.

Lo anterior, da un alivio y parte de confianza en lo que el colegio Canadiense está implementado y desea generar en el aprendizaje de las nuevas generaciones que ingresan al colegio, y es el fortalecimiento en la incorporación de la robótica en sus clases. Para llegar a ello, se debe iniciar con la implementación consciente de la transversalización entre las áreas STEAM por parte de los docentes en sus mallas curriculares, y para esto, desde el mismo PEI se deben generar los espacios tanto físicos como académicos, de tal manera que los docentes se sientan en libertad de diseñar nuevas propuestas innovadoras que den solución a problemáticas de una sociedad, o propuestas que fortalezcan la creatividad y animan el espíritu científico

de los estudiantes, y no tanto, propuestas de cumplimiento de un mandato ministerial.

El colegio Canadiense al ser una institución del sector privado, cuenta con los espacios y con algunas herramientas tecnológicas innovadoras que favorecen el aprendizaje de los estudiantes. Esto, al mismo tiempo es una desventaja, pues muchas de las propuestas y oportunidades de grupos de innovación a nivel de tecnología, están para la comunidad educativa del sector oficial, por lo que se hace necesario que el colegio Canadiense comience a generar proyectos que sean atractivos para la comunidad educativa, con el fin que puedan ser apoyados por la secretaría de educación local para que estos sean replicados en las instituciones oficiales, de esta manera, se podrá aprovechar las oportunidades de crecimiento que ofrece no sólo las Secretarías de Educación locales, sino también, el mismo Ministerio de las TIC.

## 4.2. Proyectos

### 4.2.1. DISEÑO DE UNA POSTAL E IMPRESIÓN DE UN ESCUDO DE ARMAS EN 3D, EN DONDE SE INVOLUCRAN LAS ÁREAS STEAM

**Imagen 4.** Imagen representativa del trabajo con STEAM por medio de una postal



#### **PROPÓSITO:**

A menudo, cuando los estudiantes trabajan con las figuras geométricas, con frecuencia se observan algunas dificultades no sólo en el manejo de las fórmulas de área y perímetro, sino también en la capacidad de dimensionar lo que se puede crear o diseñar a partir de estas figuras, en otras palabras, se les dificulta la “creatividad” de generar nuevas formas geométricas a partir de las figuras geométricas básicas como triángulos, cuadriláteros círculos, etc.

Por lo anterior, se busca no sólo un buen aprendizaje de los conceptos del área, también aportar en las habilidades creativas de los estudiantes desde la implementación de las otras áreas STEAM como las Ciencias, la Tecnología y las Artes. Ciencias desde el aprendizaje Botánico, Artes; con el diseño de una postal,

Matemáticas; diseño de un escudo de armas a partir de figuras geométricas y Tecnología; con el diseño e impresión 3D del escudo de armas.

**OBJETIVO:** Reconocer la importancia y aplicación de las unidades de medida de área y perímetro en el diseño de una postal e impresión de un escudo de armas en 3D, donde se involucran las áreas STEAM.

**COMPETENCIAS INVOLUCRADAS EN MATEMÁTICAS:**

- Identificar relaciones entre distintas unidades utilizadas para medir cantidades de la misma magnitud y determinar su pertinencia.
- Resolver problemas de medición utilizando de manera pertinente instrumentos y unidades de medida.
- Resolver y formular problemas geométricos o métricos que requieran seleccionar técnicas adecuadas de estimación y aproximación.

**DESCRIPCIÓN:**

Para el desarrollo de la propuesta, se realizará en cuatro momentos, los cuales estarán distribuidos de la siguiente manera:

**Ciencias:** Se plasmará la flor correspondiente que adornará la postal bajo las indicaciones del área de artes.

**Tecnología:** Con la ayuda del software Tinkercad, los estudiantes realizarán el diseño del escudo para luego imprimirlo en 3D.

**Artes:** La postal será realizada a partir del diseño creativo en donde se evidencie lo solicitado en ciencias, matemáticas y una buena caligrafía en el mensaje que en esta se plasmará.

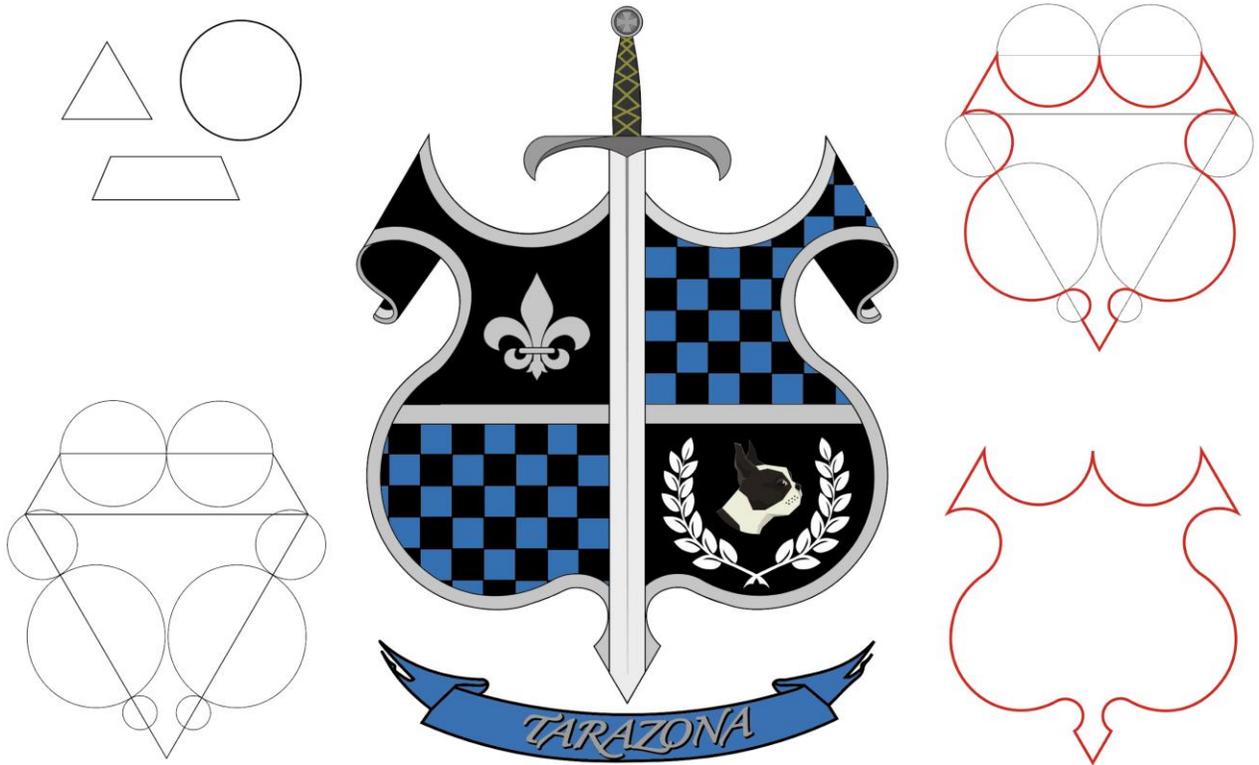
**Matemáticas:** Los estudiantes diseñarán un escudo, en el cual se debe evidenciar la utilización de al menos 3 (tres) figuras geométricas bajo el tema de áreas sombreadas. Al escudo diseñado, se le debe encontrar el área y el perímetro; a partir de las fórmulas ya consultadas anteriormente.

### **NIVELES DE COMPLEJIDAD**

La propuesta que se describió anteriormente y se presenta a continuación, es una actividad base, que se puede complementar de acuerdo a los diversos niveles de escolaridad, y de acuerdo a las necesidades que se desean desarrollar en las instituciones y a las habilidades de los estudiantes. Teniendo presente los contenidos temáticos, las competencias a desarrollar y el grado de escolaridad del nivel correspondiente.

- **Nivel de Primaria:** La propuesta es apropiada para este nivel de escolaridad, pero se puede complementar, solicitando a los estudiantes haciendo tablas comparativas entre el área y perímetro del escudo, con el volumen del material necesario para la impresión 3D.
- **Nivel de Secundaria:** La propuesta se complementa desde la rotación, traslación y las homotecias, desde la plataforma GeoGebra, al igual que las diversas operaciones para conocer el costo de material en la impresión del escudo en 3D y el uso de las variables cualitativas en estadística.
- **Nivel de la Media:** La propuesta se complementa desde la obtención de los costos de material en la impresión del escudo en 3D, a partir de máximos y mínimos, derivadas, límites, integrales de áreas bajo la curva

**Imagen 5.** Imagen representativa para el diseño del escudo de armas



**PROCEDIMIENTO:**

**Ciencias:**

1. Cada estudiante recibirá un tipo de flor, la cual será asignada por el docente de ciencias.

**Espacio para ubicar la foto de la flor asignada.**

2. A la flor asignada, se le deberá indicar cada una de sus partes por separada y la función que cumplen en esta.

**Espacio para ubicar las partes de la flor.**

## Matemáticas:

3. Antes de comenzar a diseñar el escudo, cada estudiante deberá tener claro las figuras geométricas a trabajar (trabajadas o conocidas por el estudiante).

Espacio para agregar las figuras geométricas que se utilizarán.

4. Luego de escoger las figuras geométricas a trabajar, estas se deberán unir o trasponer de forma creativa, de tal manera que, a partir de esta, se genere una nueva figura que dará origen al boceto del escudo.

Espacio para agregar el boceto del escudo.

5. Luego de tener el boceto del escudo, en este se deberá evidenciar las medidas de cada figura geométrica utilizada.

Espacio para agregar el boceto del escudo con las respectivas medidas.

6. Luego de tener todas las medidas de las figuras geométricas que conforman el diseño del escudo, se deberá encontrar el área y el perímetro de este. Recordar dejar evidenciado cada procedimiento realizado, tanto para el área como para el perímetro.

Espacio para agregar los procedimientos del área del escudo.

Espacio para agregar los procedimientos del perímetro del escudo.

7. Después de tener el boceto del escudo con todas las medidas y el cálculo del área y perímetro con los procedimientos respectivos, deben agregar al boceto todos los accesorios que se requiere en un escudo de armas (Simétrico, al menos 1 (un) animal o parte de este, flor o parte de una flor, 1 (un) arma de ataque o defensa.

Espacio para agregar el escudo de armas ya culminado con todos los ornamentos.

### **Artes:**

8. Cada estudiante en papel acuarela o canson, con medidas de 25cm x 20cm, deberán realizar la postal. Teniendo presente que se debe respetar una margen alrededor de la postal de 1cm.
9. En la parte frontal de la postal, deberá estar dibujada en acuarela, la flor asignada en el área de ciencias.
10. En la parte posterior izquierda, deberá aparecer el escudo de armas diseñado en el área de matemáticas. El escudo debe ser realizado en alguna herramienta digital para dibujar, impreso y pintado con alguna técnica de dibujo trabajada en clase.
11. En la parte posterior derecha, deberá aparecer un texto en inglés de al menos 30 palabras. Este texto deberá ser escrito con alguna técnica de caligrafía trabajada en clase, con plumilla y tinta china.

### **Tecnología:**

12. Luego de tener la postal realizada y el escudo diseñado con alguna herramienta digital, cada estudiante lo llevará al software Tinkercad para ser impreso en 3D.

## **CRITERIOS DE CALIFICACIÓN:**

### **Transversalización:**

- Elementos de la postal: Flor, Escudo y Técnicas.
- Ornamentación del escudo: Simétrico, al menos 1 (un) animal o parte de este, flor o parte de una flor, 1 (un) arma de ataque o defensa.
- Texto: En inglés y debe tener entre 30 a 50 palabras. Tener presente la gramática.
- Seguimiento de instrucciones: Tamaño, margen y papel.

### **Trabajo propio del área:**

- Orden y pulcritud en los procedimientos e imágenes.
- Trabaja con al menos 3 (tres) figuras geométricas.
- Procedimientos de área.
- Procedimientos de perímetro.

### **Avance del trabajo:**

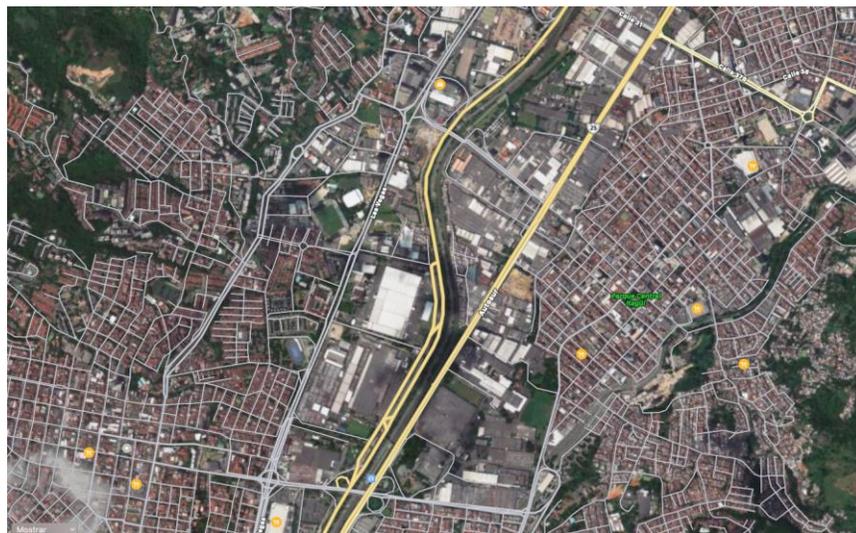
- Presenta los 4 momentos solicitados.
- Entrega puntual del avance.

### **Impresión 3D:**

- Manejo del software Tinkercad.
- Impresión del escudo en 3D.

## **4.2.2. DISEÑO DE UN BLOG EN EL QUE SE INVOLUCREN LAS ÁREAS STEAM PARA GENERAR INFORMACIÓN DE ELEMENTOS QUÍMICOS POR MEDIO DE CÓDIGOS QR.**

**Imagen 6.** Imagen representativa del trabajo con STEAM para generar vías de transporte en una ciudad



**PROPÓSITO:**

Con la llegada de la pandemia por COVID-19, las instituciones educativas se vieron en la necesidad de involucrar de manera constante el uso de la tecnología en las diversas actividades académicas para darle sentido a lo que los estudiantes estaban aprendiendo. Debido a lo anterior, esta propuesta tiene como propósito involucrar de manera consciente las diversas habilidades que tienen los docentes y las áreas de tecnología y las artes para el desarrollo de nuevos aprendizajes en los estudiantes, ya que, aunque estas han estado involucradas en el trabajo virtual, no se les han dado la participación correspondiente para un trabajo interdisciplinar de manera más activo.

Para esto, el área central de las STEAM, sería las Ciencias, que a partir de una serie de elementos químicos en el que los estudiantes deberán aprender de sus propiedades, se transversalizará con el área de tecnología con la creación de un blog y una serie de códigos QR; involucrando las artes desde el diseño artístico y creativo del blog y con matemáticas, generando rectas que serían las vías de transporte desde su lugar de explotación.

**OBJETIVO:** Diseño de un Blog en el que se involucren las áreas STEAM para generar información de elementos químicos por medio de códigos QR.

**COMPETENCIAS INVOLUCRADAS EN MATEMÁTICAS:**

- Identificar características de las gráficas cartesianas en relación con las situaciones que representan.
- Establecer relaciones entre propiedades de las gráficas y propiedades de las ecuaciones algebraicas.
- Resolver problemas en situaciones de variación polinómicas y exponenciales en contextos aritméticos y geométricos

**DESCRIPCIÓN:**

Cada grupo del grado a trabajar, deberá diseñar un blog diseñado y ambientado en relación al área de ciencias en particular, desde los elementos químicos correspondientes. En este blog, cada grupo colaborativo deberá insertar un código QR, en el cual, al escanearlo, se desplegará la información solicitada por cada área participante de la actividad.

**Ciencias:** Los grupos colaborativos buscarán toda la información (lugares de explotación y sus diferentes usos), relacionada al elemento químico que le corresponde.

**Tecnología:** Todo el grupo creará un blog, en el cual deberán aparecer una serie de códigos QR, en el cual se albergará toda la información solicitada tanto en Ciencias como en Matemáticas.

**Artes:** Los estudiantes deberán realizarle un diseño atractivo y creativo al blog, en el cual, el tema principal serán los elementos químicos solicitados por el área de Ciencias.

**Matemáticas:** Al interior del código QR, aparecerá la imagen del mapa (ciudad o país) en la que se explote el mineral asignado. En dicho mapa, se debe “marcar” tres lugares (o puntos) de explotación del mineral y las tres rectas generadas a partir de estos puntos. Estas rectas indican las rutas (carreteras o férreas) para el transporte de dicho material explotado.

### **NIVELES DE COMPLEJIDAD**

La propuesta que se describió anteriormente y se presenta a continuación, es una actividad base, que se puede complementar de acuerdo a los diversos niveles de escolaridad, a las necesidades que se desean desarrollar en las instituciones y a las habilidades de los estudiantes, teniendo presente los contenidos temáticos, las competencias a desarrollar y el grado de escolaridad del nivel correspondiente.

- **Nivel de Primaria:** La propuesta es apropiada para este nivel de escolaridad, los elementos químicos se pueden cambiar por plantas o animales que son propios de un determinado país, con esto, la propuesta se enfoca en el trabajo estadístico con las tablas de frecuencia cualitativas.
  
- **Nivel de Secundaria:** La propuesta se complementa desde la plataforma GeoGebra, al graficar las pendientes y los puntos de corte. También se puede orientar desde el trabajo estadístico por medio del análisis de datos con las tablas de frecuencia para datos cuantitativos (valores de las explotaciones del mineral).
  
- **Nivel de la Media:** La propuesta se complementa desde el trabajo con las pendientes, máximos y mínimos, derivadas, límites. También se puede orientar desde el trabajo estadístico por medio del análisis de datos con las tablas de frecuencia para datos cuantitativos (valores de las explotaciones del mineral), Binomial, Normal o Poisson.

### **PROCEDIMIENTO:**

El docente del área de Ciencias, le asignará a cada grupo colaborativo su respectivo elemento químico para que logren buscar la información correspondiente a este. La información que cada grupo colaborativo debe consultar será:

### **Ciencias:**

1. Identificar las ciudades (mínimo 3) en donde se explota el elemento químico asignado.

Espacio para dar respuesta a esta indicación.

2. Propiedades químicas del elemento asignado.

Espacio para dar respuesta a esta indicación.

3. Aspectos negativos o consecuencias al medio ambiente, fauna, flora y humanidad por la explotación del elemento químico asignado.

Espacio para dar respuesta a esta indicación.

4. Usos y aplicaciones tecnológicas del elemento químico asignado.

Espacio para dar respuesta a esta indicación.

### **Matemáticas:**

5. Teniendo identificada la ciudad/es en el mapa, lleve este a un plano cartesiano (o a forma de cuadrícula), e identifique los puntos desde los cuales podrían pasar las 3 vías de transporte. Estos puntos deben estar señalados en el mapa. Ten presente que por estos puntos pasan 2 vías perpendiculares y una secante.

Espacio para dar respuesta a esta indicación.

6. Luego de tener identificado los puntos por donde pasarán las 3 vías de transporte, comience a generar las ecuaciones de estas vías. Recuerde que estas vías son rectas y las ecuaciones deben ser dadas como ecuación general.

Espacio para dar respuesta a esta indicación.

7. Luego de tener las 3 ecuaciones en forma general, encuentre los puntos de corte de estas vías. Para esto, encuentre estos puntos desde el desarrollo de sistemas de ecuaciones lineales. Ten presente, se debe evidenciar los métodos trabajados en clase.

**Espacio para dar respuesta a esta indicación.**

8. Luego de tener las tres vías de transporte y los puntos en los cuales se interceptan estas vías, debe darlos a conocer de cómo quedarían en el mapa.

**Espacio para dar respuesta a esta indicación.**

9. La imagen del punto anterior, es la imagen que debe aparecer cuando se abra el código QR. No olvide agregar en este espacio el link del blog.

#### **Tecnología:**

10. El grupo deberá crear un blog en cual se almacenará toda la información de cada grupo colaborativo

**Espacio para el link del blog.**

11. Al interior del blog, deberá aparecer el código QR que cada grupo colaborativo creó de su elemento químico, en el cual se almacenará toda la información solicitada en las áreas de ciencias y matemáticas, y al escanearlo se desplegará dicha información.

**Espacio para dar respuesta a esta indicación.**

#### **Artes:**

12. Un integrante de cada grupo colaborativo se reunirá con sus compañeros para generar el diseño “creativo y original” del blog. En este se debe tener en cuenta la estética, el uso de colores, imágenes y la caligrafía utilizada.

### **CRITERIOS DE CALIFICACIÓN:**

#### **Transversalización:**

- Diseño organizado y legible del blog.
- Código QR del equipo base.
- Contiene lo solicitado por las áreas de Ciencias, Ingles, BC, Sociales y Matemáticas.

#### **Imágenes y gráficas del mapa.**

#### **Planteamiento y solución de las rectas.**

### **4.2.3. IMPLEMENTACIÓN DE LAS ÁREAS STEAM A PARTIR DE UN MOSAICO CINÉTICO O FRACTALES**

**Imagen 7.** Imagen representativa de un diseño cinético



### **PROPÓSITO:**

A menudo, en las instituciones educativas en la enseñanza del área de las matemáticas, se ven las tres asignaturas que la componen (Matemáticas,

Geometría y Estadística) de manera independiente, aisladas o desvinculada una de la otra; en muchos casos perdiendo de vista que estas se complementan entre sí, para lograr fortalecer en los estudiantes los cinco pensamientos matemáticos de manera integral, y una manera de lograr hacerlo es por medio de las artes, que aporta desde el la creatividad, el desarrollo del pensamiento espacial.

El arte cinético es una forma de expresar o potenciar la creatividad de los estudiantes. Este arte se encuentra en la naturaleza, y se puede observar en la forma en que las plantas florecen, en los rasgos o características de las manchas de la piel de los animales o los colores de las plantas; generando así, una relación natural entre las ciencias, las artes y las matemáticas. Si a esta relación natural se logra replicar desde las diferentes herramientas digitales, se tiene un trabajo desde el enfoque STEAM, generando en los estudiantes un aprendizaje integral.

**OBJETIVO:** Generar arte cinético o fractales, desde la observación de diferentes elementos de la fauna o flora para representarlos digitalmente involucrando las áreas STEAM.

**COMPETENCIAS INVOLUCRADAS:**

- Identificar expresiones numéricas y algebraicas equivalentes.
- Interpretar y usar expresiones algebraicas equivalentes.
- Resolver problemas en situaciones aditivas y multiplicativas en el conjunto de los números reales.

**DESCRIPCIÓN:**

Para el desarrollo de la propuesta, esta se realizará en cuatro momentos, los cuales estarán distribuidos de la siguiente manera:

**Ciencias:** Los estudiantes saldrán a la quebrada y tomarán diversas fotografías de arte cinético o fractales, generados por la misma naturaleza desde la fauna o flora presentes en el colegio.

**Tecnología:** Con la ayuda del software Tinkercad, los estudiantes realizarán el diseño del arte cinético o fractal, para luego imprimirlo en 3D.

**Artes:** En la bitácora de artes, los estudiantes plasmaron el arte cinético o fractales que encontraron en la salida del campo de ciencias.

**Matemáticas:** Los estudiantes utilizaran el álgebra geométrica para desarrollar ejercicios matemáticos a partir del pensamiento geométrico.

### **NIVELES DE COMPLEJIDAD**

La propuesta que se describió anteriormente y se presenta a continuación, es una actividad base, que se puede complementar de acuerdo a los diversos niveles de escolaridad, a las necesidades que se desean desarrollar en las instituciones y a las habilidades de los estudiantes, teniendo presente los contenidos temáticos, las competencias a desarrollar y el grado de escolaridad del nivel correspondiente.

- **Nivel de Primaria:** La propuesta es apropiada para este nivel de escolaridad, pero sólo realizarán la primera parte de matemáticas. La factorización se cambiará por área y perímetro de los diferentes cuadriláteros que se pueden formar a partir del cuadrilátero principal. Con esto, la propuesta se enfoca en el trabajo geométrico y algebraico.
- **Nivel de Secundaria:** La propuesta es apropiada para este nivel involucrando también las funciones y ecuaciones cuadráticas. En caso que los estudiantes aún no hayan trabajado los casos de factorización, esta indicación se cambiaría por las competencias de los productos notables.
- **Nivel de la Media:** La propuesta se complementa desde el trabajo con las pendientes, límites, optimización, máximos y mínimos, derivadas e integrales de áreas bajo la curva.

## **PROCEDIMIENTO:**

### **Ciencias:**

1. El docente del área de Ciencias, dará una breve explicación de lo que significa el arte cinético y los fractales por medio de un video suministrado por el docente de artes.
2. Luego de ver el/los videos explicativos, los estudiantes realizarán una salida de campo a la quebrada del colegio, en donde tomarán fotografías de fauna o flora en donde se evidencie el arte cinético o fractales en la naturaleza.

**Nota:** En el caso del nivel de primaria, los estudiantes no tomarán fotografías, sino que recogerán elementos de la naturaleza de diferentes tamaños, colores y textura, para crear un arte cinético o fractal.

**Espacio para ubicar las imágenes o fotografías tomadas.**

### **Artes:**

3. Los estudiantes realizarán y recortarán la plantilla para armar un cubo de dimensiones 10cm X 10cm X 10cm.

**Nota:** Para el nivel de primaria, los estudiantes a partir de los elementos recogidos en ciencias, realizarán el arte cinético con estos elementos.

4. A partir de las fotografías tomadas, los estudiantes realizarán 5 diferentes artes cinéticas o fractales, en 5 de las 6 caras de la plantilla del cubo.

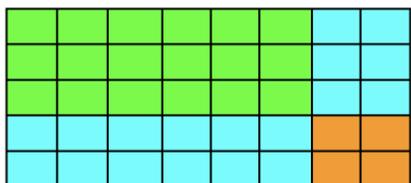
**Nota:** La figura que los estudiantes del nivel de primaria realizaron, será plasmada por cada uno de ellos, en una hoja de la bitácora de artes.

**Espacio para ubicar las imágenes.**

### **Matemáticas:**

## 5. Construcción del mosaico

Cada grupo base diseñará su propio mosaico de dibujos cinéticos o fractales. Este mosaico consta de 40 imágenes (8 imágenes x 5 imágenes) que fueron diseñadas por sus propios compañeros de grado.

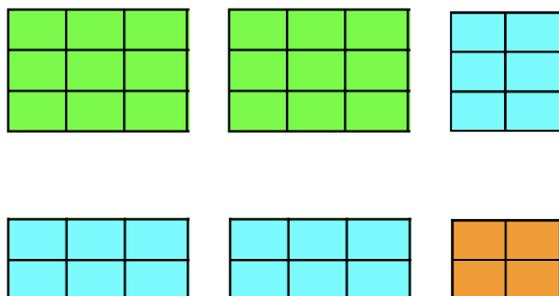


(ejemplo de cuadrilátero original)

Espacio para agregar la imagen del mosaico.

## 6. División del cuadrilátero original.

Después de tener el diseño del mosaico de las imágenes cinéticas o fractales, el grupo base, deberá dividir de una manera ingeniosa el área del mosaico diseñado en pequeñas áreas; de tal manera que dicha división dé paso a la factorización desde el álgebra geométrica.



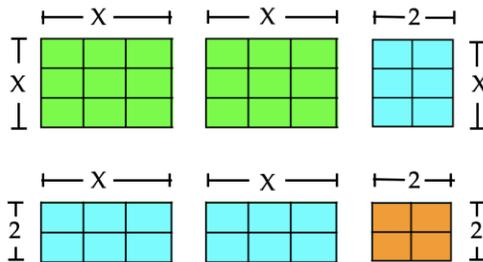
(ejemplo de una de las diferentes maneras de dividir el cuadrilátero original en pequeñas áreas)

Cada grupo base deberá realizar la misma cantidad de diferentes divisiones del cuadrilátero original (el cuadrilátero original se divide en pequeñas áreas), como estudiantes pertenezcan al grupo base. Para esto se sugiere revisar el siguiente link : <https://www.youtube.com/watch?v=JmaFxD8gr5M>

**Espacio para agregar las imágenes de los diversos cuadriláteros formados.**

7. Factorización, a partir del álgebra geométrica.

Luego de tener las diferentes formas de dividir el área del cuadrilátero original, se debe realizar la respectiva factorización desde el álgebra geométrica. Cada factorización a partir del álgebra geométrica es de acuerdo a las diferentes formas como se realizaron las divisiones del área del cuadrilátero original.



(ejemplo para obtener el trinomio a factorizar de acuerdo a las divisiones del cuadrilátero en pequeñas áreas)

$$2x^2 + 6x + 4$$

**Espacio para agregar las operaciones.**

**Tecnología:**

8. Luego de tener las diferentes imágenes de arte cinético o fractales, los estudiantes escogerán una de ellas para luego llevarla a alguna herramienta digital, para finalmente utilizar el software Tinkercad para ser impreso en 3D.

## **CRITERIOS DE CALIFICACIÓN:**

### **Transversalización**

- Originalidad para crear el cuadrilátero principal
- No repetir imágenes en el cuadrilátero original.
- Diseño de la figura cinética desde herramientas digitales.

### **Impresión 3D:**

- Manejo del software Tinkercad.
- Impresión del escudo en 3D.

### **Entrega del cuadrilátero original**

- Diferentes formas de dividir el cuadrilátero original

### **Procedimientos de cada factorización del área del cuadrilátero original**

## **Conclusiones**

El trabajo de grado tuvo como propósito principal conocer las percepciones de los docentes sobre el uso de las STEAM que llevaron a diseñar algunos proyectos interdisciplinarios, el cual aportará al mejoramiento en la enseñanza de las matemáticas, el trabajo en equipo de estudiantes y docentes de las áreas involucradas.

En relación al primer objetivo, la entrevista semiestructurada permitió identificar las percepciones que tienen los docentes en el uso de la tecnología en su labor diaria y cómo integran las STEAM para un mejor aprendizaje de las áreas, teniendo presente las fortalezas que tienen los docentes no solo en su saber específico, sino también en sus habilidades personales que tienen para mejorar e incentivar el pensamiento científico, la participación, la convivencia y la creatividad de los estudiantes en las diversas actividades en el Colegio Canadiense; al tiempo que se vuelven conscientes en el uso de la tecnología e invitarlos a usarlas, aprovechando las herramientas que el colegio ofrece, como lo son los kits de robótica, y los clubs de electrónica, artes, robótica, etc.

Con respecto al segundo objetivo, las tres propuestas pedagógicas interdisciplinarias que se plantean para los diversos ciclos de escolaridad y grados de aprendizaje en la institución, involucran en cada una de ellas las áreas STEAM, haciendo posible no sólo su implementación al ser actividades prácticas, que logran sacar al estudiante del aula de clases de tal manera que pueda percibir el aprendizaje en otros espacios, que deban recurrir a su creatividad y razonamiento para el desarrollo de estas, que puedan interactuar con sus compañeros, intercambiar opiniones e ideas en el desarrollo de la actividad, generando una convivencia y aprendizaje colectivo, logrando involucran las competencias que se desean desarrollar en las áreas de ciencias, tecnología, matemáticas y artes en los estudiantes.

En cuanto al tercer objetivo, se concluye que con las propuestas pedagógicas mencionadas anteriormente no sólo se logra integrar las áreas STEAM en el proceso de conexión entre los cuatro ciclos académicos en el área de matemáticas. También fueron diseñadas de tal manera que fuera necesario llevar a que en un primer plano, los estudiantes expresaran su aprendizaje desde la creatividad, resaltando sus habilidades para llegar al aprendizaje, teniendo presente que este debe ser el fin, pero dando importancia y gran relevancia al proceso que los estudiantes deben emplear para expresar lo aprendido, no sólo al docente, también a sus compañeros, pues al ser propuestas pedagógicas que aportan a la comunicación y al trabajo en equipo, los estudiantes deben exponer y argumentar su postura, no sólo desde el contenido académico; también desde el razonamiento para llegar a la respuesta más adecuada.

Al conocer las percepciones de algunos docentes de las áreas de ciencias, tecnología, artes y matemáticas a partir de una entrevista semiestructurada intencionada sobre las STEAM, y cómo se puede mejorar la intervención de estas áreas de una manera conjunta para un fin común, con el diseño de las propuestas pedagógicas que se encuentran al interior de este trabajo de grado, y con las herramientas teóricas que en este se encuentran, se puede decir que el Colegio Canadiense ya tiene un punto de partida para comenzar a trabajar las STEAM e ir alimentando esta de una manera consciente, y desde la iniciativa de los club, el aprendizaje no sólo será holístico, también favorecerá el interés científico de los estudiantes.

En mi formación como magister, este trabajo aportó con un gran contenido teórico sobre las STEAM, las diversas formas y etapas en las cuales se pueden trabajar con los estudiantes, y lo más importante es que a partir de las diversas lecturas he visto que las matemáticas no llegan sólo hasta las diversas situaciones problema que se pueden plantear en el aula de clases, sino que se puede trascender compartiendo, el “protagonismo” con otras áreas de tal manera que el aprendizaje se involucre con las necesidades del entorno, y cómo dar posibles soluciones a

estas, generando en los estudiantes el interés por las ciencias, las artes o las diversas herramientas tecnológicas.

Lo anterior no sólo es para el trabajo con los estudiantes, esto me genera la curiosidad de seguir consultando o indagando diversas formas de generar aprendizaje a partir de lo que el entorno necesita, y para esto es necesario conocer diversos proyectos de investigación desde las diversas secretarías de educación local, las que se presentan a nivel nacional como Colciencias, MinTIC o internacional como la OCDE. Pues la educación y el uso de la tecnología está cambiando constantemente y la sociedad está ávida de personas que generen proyectos que aporten al cambio personas y sociedades y esta maestría generó en mí, la necesidad de generar proyectos, los cuales pueden iniciar desde las mismas aulas de clases.

A medida que se fue desarrollando este trabajo de investigación, tuve la oportunidad de visitar diversas plataformas virtuales, software y app, algunas de estas las propone Allan Carrington en su rueda pedagogía, esto con el fin de encontrar las herramientas más acordes a un determinado aprendizaje que necesitaba desarrollar no sólo para este trabajo de grado, también para trabajarlo con los estudiantes en el aula, y de esta manera encontrar la mejor propuesta de un contenido particular para luego llevarlo a la aplicabilidad con otras áreas. Este proceso ha sido interesante y un poco desalentador, pues emociona al saber que hay mucho de donde escoger y al mismo tiempo saber que se ha desaprovechado oportunidades de mejora a nivel personal en el manejo de las TIC por desconocimiento.

Pero lo más importante de este trabajo, es que no sólo es el uso de las TIC, también de las TAC, pues con estas últimas me vi en la necesidad de profundizar en herramientas como IMovie y Genialy en la edición de videos y exposiciones para presentarles clases más interactivas y asertivas desde la virtualidad, Tinkercad para la modelación de sólidos geométricos para un mejor aprendizaje de la geometría entre otras. Pero no sólo es lo que se ha implementado, también lo que se ha estado

practicando para llevarlo al aula como por ejemplo Scratch, para realizar el enlace con el club de robótica al interior de aula. Esta es la gran oportunidad que me ha presentado este trabajo de grado para mejorar en mi formación y llevarlo al aula.

Este trabajo de grado abre las puertas al Colegio Canadiense para iniciar desde el meso currículo, el camino de una transversalización consciente entre las áreas, iniciando con las ciencias, tecnología, artes y matemáticas (STEAM), y desde el microcurrículo, particularmente en matemáticas, con la modificación de la percepción del aprendizaje basado en proyectos (ABP) que llevarán al estudiante a desarrollar mejor su razonamiento desde la creatividad, el trabajo en equipo por medio de las habilidades externas de los docentes en su saber específico, es decir, que los docentes logren incorporar sus habilidades (artes, robótica, electrónica) para motivar a los estudiantes al aprendizaje de las matemáticas desde otros puntos de vista para llevar a los estudiantes a un aprendizaje más general (necesidades de una sociedad) y no tanto el aprendizaje particular (el solicitado por el un currículo magisterial).



## Referencias

Armella, L. M. (2002). Instrumentos matemáticos computacionales. Memorias del Seminario Nacional, 81.

Avendaño, Y., (Abril 2021). Los Clubes en el Colegio Canadiense, Una estrategia metodológica que genera nuevas prácticas educativas, Revista Why?, (144), 32-35.

Berrocal, E., & López, J. E. (2011). El proceso de investigación educativa II: investigación-acción. In Innovación docente e investigación educativa: Máster Universitario de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (pp. 35-50). Grupo Editorial Universitario (GEU Editorial).

Boice, K. L., Jackson, J. R., Alemdar, M., Rao, A. E., Grossman, S., & Usselman, M. (2021). Supporting Teachers on Their STEAM Journey: A Collaborative STEAM Teacher Training Program. *Education Sciences*, 11(3), 105.

Brousseau, Guy (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. Buenos Aires: Editorial Zorzal. Traducción de: FREGONA, Dilma.

Cabrales, A. C., Casadiego, K. A., Cuervo, L. C., Casadiego, G. A., & Rodríguez, A. A. (2021). Logros de niños y niñas de educación inicial mediante el juego con bloques de Lego. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (40), 5.

Calderón, C., & Sarmiento, J. (2014). Estrategias pedagógicas para el desarrollo de las competencias interpretativas y argumentativas en la lectura y escritura en español de los estudiantes de educación básica del Colegio de la Universidad Libre.

Carmona Mesa, J. A., Arias Suárez, J., & Villa Ochoa, J. A. (2019). Formación inicial de profesores basada en proyectos para el diseño de lecciones STEAM.

Canadiense, C. (2018). *PEI*. La Estrella

Castro Fonseca, W. K. (2020). Propuesta para la evaluación de estudiantes formados bajo la metodología STEAM [Tesis de Maestría, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC.

Cisneros, C., & Comunitario, C. S. (2009). Competencias comunicativas. Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades.

COLCIENCIAS (2018). Libro verde 2030. Editorial Panamericana.

COLCIENCIAS (2015). Programa Ondas. Recuperado de [https://www.apccolombia.gov.co/sites/default/files/archivos\\_usuario/2016/programa-ondas.pdf](https://www.apccolombia.gov.co/sites/default/files/archivos_usuario/2016/programa-ondas.pdf)

Córdoba Díaz, A. (2015). Ambientes de aprendizaje mediados por tic en la propuesta de monitorias del Colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana en el área de matemáticas.

Cuartas Zapata, D. C., Osorio Rojo, C. M., & Villegas Roldán, L. Y. (2015). Uso de las tic para mejorar el rendimiento en matemática en la escuela nueva.

Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, J., Díaz-Levicoy, D. A., & Silva-Díaz, F. (2020). La robótica desde las áreas STEM en Educación Primaria: una revisión sistemática.

García, A. E. (2012). El aprendizaje por proyectos y el trabajo colaborativo, como herramientas de aprendizaje, en la construcción del proceso educativo, de la Unidad de aprendizaje TIC´ S./Learning through projects and collaborative work, as learning tools in the construction. RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 3(5), 123-138.

García, A. C. (1993). Análisis documental: el análisis formal. *Revista general de información y documentación*, 3(1), 11.

García Agudelo, M. (2020). Estrategia metodológica para la enseñanza del concepto de energía en ciencias naturales del grado quinto integrando la plataforma Arduino como medio didáctico.

García-Mejía, R. O., & García-Vera, C. E. (2020). Metodología STEAM y su uso en Matemáticas para estudiantes de bachillerato en tiempos de pandemia Covid-19. *Dominio de las Ciencias*, 6(2), 163-180.

Godino, J. D., Batanero, C., & Vicenç, F. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros*. Universidad de Granada.

Gonzalez-Fernández, M. O., González-Flores, Y. A., & Muñoz-López, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM.

Granados Romero, John, & López Fernández, Raúl, & Avello Martínez, Raidell, & Luna Álvarez, Diego, & Luna Álvarez, Enrique, & Luna Álvarez, Walter (2014). Las tecnologías de la información y las comunicaciones, las del aprendizaje y del conocimiento y las tecnologías para el empoderamiento y la participación como instrumentos de apoyo al docente de la universidad del siglo XXI. *MediSur*, 12(1), 289-294. [fecha de Consulta 11 de Junio de 2021]. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180032233017>

Guaña Moya, Edison Javier, Juan Carlos Valencia Altamirano, Diego Rafael Topón Gualotuña, y María Augusta Pérez Fabar. 2016. «El analfabetismo digital en docentes limita la utilización de los EVEA». *Revista Publicando* 3(8):24-36

Hernández, J., Fruscio, M. P., & López, D. S. (2012). Tendencias emergentes en Educación con TIC. Editorial Espiral.

Kim, M. K., Lee, J. Y., Yang, H., Lee, J., Jang, J. N., & Kim, S. J. (2019). Analysis of elementary school teachers' perceptions of mathematics-focused STEAM education in Korea. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(9), em1746.

Korkmaz, Ö., (2018). The effect of scratch-and lego mindstorms Ev3-Based programming activities on academic achievement, problem-solving skills and logical-mathematical thinking skills of students. *MOJES: Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 4(3), 73-88.

Lavicza, Z., Fenyvesi, K., Lieban, D., Park, H., Hohenwarter, M., Mantecon, J. D., & Prodromou, T. (2018). Mathematics Learning Through Arts, Technology and Robotics : Multi-and Transdisciplinary Steam Approaches. In *EARCOME 8 : 8th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education. Volume 2* (pp. 28-29). Taipei: National Taiwan Normal University.

León, O. L., & Calderón, D. I. (2001). Validación y argumentación de lo matemático en el aula. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa RELIME*, 4(1), 5-21.

Lupiáñez, José Luis; Moreno, Luis (2001). Tecnología y representaciones semióticas en el aprendizaje de las matemáticas. En Gómez, P.; Rico, L. (Eds.), *Iniciación a la investigación en didáctica de la matemática. Homenaje al profesor Mauricio Castro* (pp. 291-300). Granada: Editorial Universidad de Granada

Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21.

MEN. (1996) Lineamientos Curriculares. Bogotá: Magisterio.

MEN. (2006) Estándares Básicos de Competencia Matemática. Bogotá: MEN.

MEN. (2006) Matriz de Referencia Matemáticas. Bogotá.

MINICIENCIAS (2020). Programa Ondas. Recuperado de <https://cta.org.co/ondas-antioquia/>

MINICIENCIAS (2019). Apéndice: Principales propuestas de la Misión Internacional de Sabios 2019, Misión de Sabios. *Ingeniería e Investigación*, 282-291.

Moreno, L., 2002, Instrumentos matemáticos computacionales.

Moreno, L., & Lupiáñez, J. L. (2001). Tecnología y Representaciones Semióticas en el Aprendizaje de las Matemáticas.

Murcia-Londoño, E., Henao-López, J. C., & Arenas-González, J. P. (2017). Uso de dispositivos robóticos en la enseñanza de las matemáticas. *Ventana Informática*, (36).

Niemelä, Pia S., y Martti Helevirta. 2017. «K-12 Curriculum Research: The Chicken and the Egg of Math-Aided ICT Teaching». *International Journal of Modern Education and Computer Science* 9(1):1-14.

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International journal of morphology*, 35(1), 227-232.

Parra Murcia, N. M., & Toro Mendoza, E. A. (2019). Uso de bloques lego para el fortalecimiento gradual de componentes matemáticos en los grados de tercero y quinto del Colegio IED. Alfredo Iriarte.

Pérez-Acosta, G. X., & Mendoza-Moreno, M. Ángel. (2021). Robótica educativa: propuesta curricular para Colombia. *Educación Y Educadores*, 23(4), 577–595.

Perochena, P., (2014) Línea 5. TIC, TAC y Educación Personalizada, en la Era, G. E. P. (2015). Libro de actas Primer Encuentro Internacional EPEDIG de Educación Personalizada, 242-243.

Quiceno Arias, J. F. (2017). Condiciones para la implementación de ambientes de aprendizaje STEM, en instituciones oficiales de la ciudad de Medellín, Caso IE Monseñor Gerardo Valencia Cano (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).

Posada, A., (Abril 2021). Desarrollo E innovación. Nueva dirección en el Colegio Canadiense, *Revista Why?*, (144), 12-15.

Rivadeneira Ojeda, P. A. (2017). La robótica como una herramienta para facilitar el aprendizaje y desarrollo de las competencias STEM en los integrantes del equipo de robótica Pólux de la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid (Itagüí-Antioquia) (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).

Román-Graván, P., Hervás-Gómez, C., Martín-Padilla, A. H., & Fernández-Márquez, E. (2020). Perceptions about the use of educational robotics in the initial training of future teachers: A study on steam sustainability among female teachers. *Sustainability*, 12(10), 4154.

Ruiz Vicente, F.A. (2017). Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa. *Alfara del Patriarca*

(Valencia) : Universidad CEU Cardenal Herrera, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Comunicación, Departamento de Ciencias de la Educación.

Santillán-Aguirre, J. P., Jaramillo-Moyano, E. M., Santos-Poveda, R. D., & Cadena-Vaca, V. D. C. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo del Conocimiento*, 5(8), 467-492.

Salgado, M., Alsina, Á., & Filgueira, S. (2020). Argumentación matemática a través de actividades STEAM en educación infantil. *Épsilon*, (104), 45-57.

Sánchez I., Pitkänen, K., Laru, J., Iwata, M., Orduña, M. C., & Riekk, J. (2020). STEAM in Oulu: Scaffolding the development of a Community of Practice for local educators around STEAM and digital fabrication. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 26, 100197.

Tonon, G. (2009). Reflexiones latinoamericanas sobre investigación cualitativa. Universidad Nacional de La Matanza-Prometeo. Buenos Aires.

Valles, M. (1999). Guía de Apoyo para la construcción y Presentación del Proyecto de Investigación.

Yakman, G. (2010). What is the point of STE@ M?—A Brief Overview. *Steam: A Framework for Teaching Across the Disciplines*. STEAM Education, 7.

Zambrano, K., (2017). Fortalecimiento de las matemáticas a través de las STEAM en la Tecnoacademia de Neiva. *Revista Ciencias Humanas*, 14(1), 39-52.

## Anexos

### Ficha recolección y análisis documental

Las fichas de recolección y análisis documental, se encuentran desarrolladas para dar claridad del trabajo desarrollado por el Colegio Canadiense y lo propuesto en documentos legales para la implementación de las STEAM.

**Tabla 15.** Ficha técnica de Recolección y Análisis Documental

<b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>	
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>	
Número de ficha	1
Nombre del documento	Proyecto Educativo Institucional - PEI
Tipo de Documento	Institucional
Autor	Colegio Canadiense
Páginas	48
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>	
<b>CATEGORÍA DE ANÁLISIS</b>	<b>Contenido de la categoría de análisis y relación con otras categorías de análisis</b>
<b>Componentes</b>	
STEAM	<p>El Colegio Canadiense va en un continuo fortalecimiento de las diversas habilidades en los estudiantes de Elementary School, Middle School y High School, desde diferentes proyectos, entre ellos, el de robótica, el cual es liderado desde el área de Tecnología e Informática.</p> <p>Para afrontar este reto, el colegio formó su propio equipo de rebotica el cual tiene como nombre “Canadian Falcons”.</p> <p>El área de tecnología con el apoyo de la empresa Edubótica (en los extracurriculares), busca afianzar y potenciar en los estudiantes participantes del equipo, todo</p>

lo que conlleva el proceso de aprendizaje y creatividad del mundo de la robótica como lo es: el desarrollo de pensamiento a través de lógica de programación y la construcción de prototipos tecnológicos, al tiempo que los estudiantes participan en las diferentes competencias a nivel local, nacional e internacional.

Todo esto busca no solo que los estudiantes despierten su interés por las nuevas tecnologías, también se busca fortalecer el perfil de los estudiantes en lo académico, lo innovador, lo científico y lo profesional.

El área de tecnología e informática en la escuela busca motivar al ser humano a entender y apropiarse de la tecnología para que sea capaz de enfrentar sus problemas cotidianos y pueda resolverlos por medio de la invención, la innovación y la creatividad, lo cual la constituye como un área fundamental en el proceso de formación integral de los estudiantes. Desde la tecnología y la informática los estudiantes desarrollan competencias en procesos lógico-matemáticos y habilidades de pensamiento crítico y analítico, lo que le permite buscar soluciones a los problemas que le plantea el medio y así satisfacer sus necesidades y la de su comunidad. De acuerdo con esto, el área de Tecnología e Informática del Colegio Canadiense, busca crear espacios donde se muestren el conocimiento y las habilidades que poseen los estudiantes y se tenga la oportunidad de aplicar estos conocimientos por medio del uso correcto y la

	<p>apropiación de las nuevas tecnologías (la robótica), fomentar el trabajo en equipo y llevar a cabo sus ideas de un mundo innovador y cada día mejor. (Canadiense, PPT, 2018, p.2).</p>
<p>Aprendizaje Basado en Proyectos</p>	<p>El Aprendizaje Basado en Proyectos, es un aspecto clave para el colegio, y sigue ocho momentos, los cuales son: ¿en qué consiste?, fundamentos pedagógicos, las etapas, el docente, el estudiante, los principios, la evaluación y el proyecto. Este último debe seguir una secuencia la cual consta de los siguientes pasos: Punto de partida (pregunta inicial), Formación de equipos colaboradores, Definición del reto final (producto a desarrollar) – <i>transversalización</i> – Organización y planificación (asignación de roles), – <i>intercambio de ideas</i> – Búsqueda y recopilación de la información, Análisis y síntesis – <i>creatividad</i> – Taller/Producción (aplicación de nuevos conocimientos), Presentación del proyecto – <i>colaboración</i> – Respuesta colectiva a la pregunta inicial, Evaluación y autoevaluación – <i>aprendizaje significativo</i>.</p>
<p>Situaciones Didácticas en matemáticas</p>	<p>Las situaciones didácticas están enmarcadas bajo el enfoque de la Enseñanza Para la Comprensión (EPC), el cual apoya el desarrollo de las inteligencias múltiples para un aprendizaje significativo apoyando a la formación de personas autónomas en sus criterios intelectuales y morales, capaces de producir soluciones innovadoras a los problemas difíciles. El enfoque EPC, “tiene sus bases en el constructivismo, el cual brinda herramientas a los docentes para construir comprensiones profundas en los educandos, que les permita resolver problemas de</p>

	manera flexible y crear productos nuevos y significativos” (Canadiense, PEI, 2018, p.9).
--	---

Fuente: Autoría Propia

**Tabla 16.** Ficha técnica de Recolección y Análisis Documental

<b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>	
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>	
Número de ficha	2
Nombre del documento	Malla Curricular Ciencias, Tecnología, Artes y Matemáticas
Tipo de Documento	Institucional
Autor	Colegio Canadiense
Páginas	
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>	
<b>CATEGORÍA DE ANÁLISIS</b>	<b>Contenido de la categoría de análisis y relación con otras categorías de análisis</b>
<b>Componentes</b>	
STEAM	En las áreas de ciencia y artes, el trabajo con las STEAM, no es muy evidente, pero en las áreas de tecnología y matemáticas este trabajo se hace más visible desde el uso de kits de robótica para algunas experiencias de aula. En el club de robótica que comenzó a implementar el colegio en el 2020, se hace más evidente el trabajo con estas áreas.
Aprendizaje Basado en Proyectos	El Colegio Canadiense no trabaja exactamente con Aprendizaje Basado en proyectos (ABP), sino que el enfoque del Colegio es Enseñanza Para la Comprensión (EPC). “El "Aprender haciendo" ( <i>Enfoque de Enseñanza</i>

*para la Comprensión (EPC)* y las Inteligencias Múltiples son elementos que ayudan a formar personas autónomas en sus criterios intelectuales y morales, capaces de producir soluciones innovadoras a los problemas difíciles” (Canadiense, PEI, 2018, p.9).

La cual se cimienta a partir del ABP. Esto se puede evidenciar desde el documento institucional PEI, por lo que las mallas curriculares no hablan de ABP desde las actividades a realizar, pero si se hablan de los proyectos transversales, los cuales se conectan con el ABP. “Es necesario que los estudiantes entiendan el conocimiento como resultado de la actividad humana de enfrentar problemas de la vida y resolverlos, y no como una actividad de memorización sin sentido de contenidos y conceptos sin uso” (Canadiense, PEI, 2018, p.9).

Las áreas que más trabajan con los ABP, son artes-matemáticas y tecnología-matemáticas. Para el área de ciencias, este trabajo no es muy notorio, aunque se puede ver desde el proyecto institucional PRAE, que otras áreas pueden aportar a este proyecto institucional para llevarlo a cabo de manera conjunta.

El Colegio Canadiense, dentro de su política y objetivos de calidad, tiene como compromiso satisfacer las necesidades identificadas en el contexto actual y la legislación aplicable, lográndolo por medio de la permanente prevención y gestión de los riesgos y el desarrollo y optimización de los recursos, esto ha permitido lograr la reducción de los impactos ambientales por medio de la prevención de la contaminación, manejo adecuado de residuos, apoyados en el mejoramiento continuo

	de sus procesos y en el compromiso de sus estudiantes, empleados, familias, proveedores, contratistas y terceros “Canadiense, PRAE, 2018”.
Situaciones Didácticas en matemáticas	El Colegio Canadiense, en su búsqueda para alcanzar una educación holística en los estudiantes, cada área debe aportar en su malla curricular a las competencias Comunicativas, Matemáticas, Científicas, Ciudadanas y Laborales. Esto ha logrado que cada área involucre en su estructura o diseño académico, las competencias matemáticas. Pero al ser áreas diferentes a las matemáticas, estas competencias siempre se presentan desde las situaciones didácticas involucradas en los proyectos transversales, generando conciencia en los estudiantes al hacerles visible la importancia de dicha área en cualquier campo a desempeñar.

Fuente: Autoría Propia

**Tabla 17.** Ficha técnica de Recolección y Análisis Documental

<b>FICHA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>	
<b>IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO</b>	
Número de ficha	3
Nombre del documento	Libro Verde 2030
Tipo de Documento	Colciencias
Autor	Colciencias
Páginas	56
<b>ANÁLISIS DEL DOCUMENTO</b>	
<b>CATEGORÍA DE ANÁLISIS</b>	<b>Contenido de la categoría de análisis y relación con otras categorías de análisis</b>

Componentes	
STEAM	<p>Se habla de la necesidad de incorporar la ciencia y la tecnología en el desarrollo económico y social, al igual que incrementar la capacidad científica y de innovación.</p> <p>La creación del Consorcio de Política de Innovación Transformativa (TIPC) por parte de COLCIENCIAS con el fin de buscar nuevas formas de pensar la política, la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTel). Este último Con el objetivo de orientar la ciencia e innovación para que contribuyan en la solución de grandes desafíos que han sido expresados en la agenda 2030 del Desarrollo Sostenible.</p>
Aprendizaje Basado en Proyectos	<p>Aunque el Libro Verde 2030 no habla directamente del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), si habla de la mentaría y generación de proyectos, estos orientados al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que buscan generar grandes transformaciones a nivel social, económico y ambiental, donde pueden surgir alianzas entre diferentes proyectos y actores comprometidos con el cambio.</p>
Situaciones Didácticas en matemáticas	NO APLICA

Fuente: Autoría Propia