



**La indagación: una estrategia para las áreas de ciencias naturales y matemáticas en el marco de la educación STEM.**

Alejandra Mazo Castañeda

Jessica Cano Villa

Juan José Parra Cardona

Trabajo de grado presentado para optar al título de  
Licenciado en educación básica con énfasis en Matemáticas  
Licenciado en educación básica con énfasis en Ciencia Naturales y Educación Ambiental

Tutores

Alejandra Marín Ríos, Máster en Investigación Educativa para el Desarrollo Profesional Docente  
y Gilberto de Jesús Obando Zapata, Doctor en educación.

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Licenciatura básica con énfasis en matemáticas

Licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental

Medellín, Antioquia, Colombia

2021

<b>Cita</b>	(Mazo Castañeda, Cano Villa & Parra Cardona, 2021)
<b>Referencia</b>	Mazo Castañeda, A., Cano Villa, J., & Parra Cardona, J (2021). <i>La indagación: una estrategia para las áreas de ciencias naturales y matemáticas en el marco de la educación STEM</i> . [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	



## Dedicatoria

*“Si para recobrar lo recobrado  
debí perder primero lo perdido,  
si para conseguir lo conseguido  
tuve que soportar lo soportado,*

*si para estar ahora enamorado  
fue menester haber estado herido,  
tengo por bien sufrido lo sufrido,  
tengo por bien llorado lo llorado.*

*Porque después de todo he comprobado  
que no se goza bien de lo gozado  
sino después de haberlo padecido.*

*Porque después de todo he comprendido  
que lo que tiene el árbol de florido  
vive de lo que tiene sepultado”*

*Francisco Bernárdez*

## Agradecimientos

*Ando por mi camino, pasajero,  
y a veces creo que voy sin compañía,  
hasta que siento el paso que me guía,  
al compás de mi andar, de otro  
viajero.*

En el atardecer de esta jornada agradecemos a quien ha sido nuestro consolador incomparable -el sabedor de todas las batallas- que no nos ha dejado perecer sin Su compañía en el andar por los lóbregos desiertos de esta vida. A Él que en su providencia nos ha dado alegrías en dolores y gozos en lágrimas. A Él -bondad y eterna sabiduría- que nos ha permitido gustar el fruto de la paciencia “que todo lo alcanza”.

-Ando por mi camino, pasajero, y me doy cuenta de que es Dios mi eterna compañía, el paso que me guía-.

De manera conjunta agradecemos a nuestros seres incondicionales -con quienes hemos decidido compartir nuestras vidas-, también a nuestras madres, nuestros padres, nuestras hermanas y a todas nuestras amistades, quienes han sido báculo del extenuado y aliento del vacilante.

Nuestro sentimiento de gratitud se extiende a cada maestra y sobre todo a cada niño que cruzó su mirada y su vida con nosotros. Gratitud por las preguntas, los desánimos, las alegrías, las sonrisas, los aprendizajes y los momentos que vivimos en los soplos del viento.

Finalmente agradecemos a nuestros asesores quienes nos precedieron el peregrinar en esta ráfaga de sabiduría y de luz.

Al amor de nuestros amores, al alma de nuestras almas, a la alegría de nuestras alegrías, a la vida  
de nuestras vidas...

A todos los que están sufriendo en su cuerpo o en su alma a causa de la enfermedad... ¡Que  
nuestro cansancio a otros descansen!

## Tabla de contenido

<b>Dedicatoria</b>	
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>4</b>
<b>Lista de anexos</b> .....	<b>10</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>12</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>13</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>14</b>
<b>1 Planteamiento del problema</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1 Contextualización</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1.1 Contexto Institucional</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1.3 Contexto estudiantil</b> .....	<b>19</b>
<b>1.1.4 Contexto de profesores</b> .....	<b>20</b>
<b>1.2 Antecedentes</b> .....	<b>21</b>
<b>1.2.2 Educación STEM y estrategia didáctica de Indagación</b> .....	<b>22</b>
<b>1.2.3 Estrategia didáctica de indagación e interdisciplinariedad</b> .....	<b>25</b>
<b>1.2.4 Educación STEM y enfoque cognitivo constructivista</b> .....	<b>26</b>
<b>2 Justificación</b> .....	<b>27</b>
<b>3 Objetivos</b> .....	<b>32</b>
3.1 Objetivo general .....	32
3.2 Objetivos específicos.....	32
<b>4 Problema de investigación</b> .....	<b>33</b>
<b>5 Marco teórico</b> .....	<b>34</b>
<b>5.1 Educación STEM</b> .....	<b>34</b>
<b>5.2 Constructivismo</b> .....	<b>35</b>

<b>5.3 La integración interdisciplinar .....</b>	<b>37</b>
<b>5.4 Estrategia didáctica de indagación .....</b>	<b>40</b>
<b>5.5 Unidades didácticas.....</b>	<b>42</b>
<b>6 Metodología.....</b>	<b>45</b>
6.1 Enfoque .....	45
<b>6.2 Tipo de investigación.....</b>	<b>45</b>
<b>7 Resultados .....</b>	<b>50</b>
<b>7.1 Relaciones entre contenidos curriculares y fenómenos: una exploración.....</b>	<b>50</b>
<b>7.2 Relaciones existentes entre constructivismo, indagación y educación STEM .....</b>	<b>73</b>
<b>9 Conclusiones .....</b>	<b>83</b>
<b>10 Recomendaciones .....</b>	<b>86</b>
<b>11 Referencias .....</b>	<b>87</b>

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Estrategias didácticas para la educación STEM/STEAM. ....	29
<b>Tabla 2</b> Interrogantes que guían la construcción de unidades didácticas. ....	44
<b>Tabla 3</b> Conexión de los contenidos de las mallas curriculares .....	58
<b>Tabla 4</b> Competencias científicas y matemáticas .....	61
<b>Tabla 5</b> Cuadro propositivo para la formulación y explicación de preguntas y fenómenos.....	62
<b>Tabla 6</b> Selección de documentos .....	74
<b>Tabla 7</b> Cuadro sintético de lineamientos.....	78
<b>Tabla 8</b> Integración de las secuencias propuestas para el diseño de unidades didácticas .....	79

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Elementos clave para la construcción del cuadro sistematizador .....	51
<b>Figura 2</b> Entornos sobre los cuales se inscriben cada uno de los subtemas del cuadro sistematizador .....	52
<b>Figura 3</b> Síntesis de la malla curricular de ciencias naturales de la Institución .....	53
<b>Figura 4</b> Síntesis de malla curricular de matemáticas de la Institución .....	53

**Lista de anexos**

Anexo 1. Relaciones de las categorías a partir de los hallazgos en la literatura.....109  
Anexo 2. Unidad didáctica presentada en la Institución Educativa.....110  
Anexo 3. Unidad didáctica .....110

### **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>IBD</b>	Investigación basada en diseño
<b>UD</b>	Unidades didácticas
<b>PEI</b>	Proyecto Educativo Institucional
<b>ZDP</b>	Zona de desarrollo próximo
<b>NRC</b>	National Research Council
<b>EBC</b>	Estándares Básicos de Competencias
<b>DBA</b>	Derechos Básicos de Aprendizaje
<b>MEN</b>	Ministerio de educación

## Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar los elementos de una estrategia didáctica de indagación que promuevan la interdisciplinar de las áreas de matemáticas y ciencias naturales con estudiantes de segundo grado de primaria de una institución educativa de la ciudad de Medellín, donde realizamos conjuntamente las prácticas pedagógicas un equipo de tres futuros profesores: dos de la licenciatura en matemáticas y uno de licenciatura en ciencias naturales.

Este trabajo se realiza bajo un enfoque de investigación cualitativa partiendo de una Investigación basada en diseño, debido a que este enfoque permite centrarse en las experiencias y significados que los investigadores dieron a las actividades llevadas a cabo durante la práctica pedagógica, durante la cual se realizaron guías basadas en contenidos específicos para integrar las áreas de matemáticas y ciencias naturales teniendo en cuenta la estrategia didáctica de indagación.

Teniendo presente esta experiencia en la Institución y apoyados en el análisis documental, se plantea el rediseño de una unidad didáctica STEM interdisciplinar. El enfoque cognitivo que sustenta la propuesta es el constructivismo social, el cual a lo largo de toda la investigación tendrá una relación con los conceptos de indagación e interdisciplinariedad, de manera que exista un sustento cognitivo, didáctico y de integración para la educación STEM. Previo al diseño y presentación de la unidad didáctica, se plantean otras propuestas que podrían ser implementadas bajo la misma línea de indagación interdisciplinar y también se presentan algunos lineamientos que pueden guiar la propuesta de diseño e implementación de la misma.

*Palabras clave:* Educación STEM, educación primaria, estrategia didáctica de indagación, enseñanza de las matemáticas, educación en ciencias, constructivismo social.

## Abstract

The objective of this research is to characterize the elements of a didactic strategy of inquiry that promotes the interdisciplinary integration of mathematics and natural sciences with second grade students of an institution in Medellín city, where pedagogical practices were carried out for a team of three future teachers: two from the bachelor's degree in mathematics and one from the bachelor's degree in natural sciences.

This study is carried out under a qualitative research approach based on Design-Based Research (DBR) since this approach allows us to focus on the experiences and meanings that the researchers gave to the activities developed during the pedagogical practice. Furthermore, in the course of the practices, were made some guides based on specific contents to integrate the areas of mathematics and natural sciences, taking into account the didactic strategy of inquiry.

Taking into account this experience at the Institution and through documentary analysis, it is proposed the redesign of a didactic unit to implement the STEM education approach with elementary school children. The cognitive approach that supports the proposal is social constructivism, which will have a relationship with the concepts of inquiry and interdisciplinary so that there will be cognitive, didactic, and integration supports for STEM education in this school grade. Preceding the didactic unit, other proposals were raised in the same line of inquiry, as well as some guidelines that could orient the elaboration of the proposal.

*Keywords:* STEM education, elementary education, didactic inquiry strategy, mathematics education, science education, social constructivism.

## Introducción

Generar en los estudiantes cambios de actitud y de pensamiento relacionado con las áreas STEM (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas) es un reto que implica transformar las actividades y procesos que se llevan a cabo en el aula, de manera que los conocimientos no se enseñen de manera aislada y descontextualizada. Por este motivo se dilucida la necesidad de promover estrategias educativas que generen interés y motivación en el aprendizaje de estas áreas, específicamente ciencias y matemáticas.

La indagación es una estrategia didáctica que tiene gran importancia para que el estudiante construya su conocimiento, en la medida que explica fenómenos y resuelve preguntas- problema. Esta estrategia propicia espacios donde se conectan conocimientos para la resolución de problemas, la promoción de la investigación, y el reconocimiento del otro dentro de un ejercicio de colaboración y trabajo en equipo.

Esta investigación se realiza a partir de la intervención en dos áreas: ciencias naturales y matemáticas, con el propósito de plantear preguntas relacionadas con fenómenos de las ciencias naturales y encontrar soluciones desde la integración de conocimientos y procesos derivados de cada área, con una construcción participativa de conocimientos entre estudiantes, familiares y docentes.

En este orden de ideas los estudiantes lograrán desarrollar competencias científicas y matemáticas orientadas a la movilización integrada de conocimientos en diferentes situaciones.

En este sentido, la presente propuesta tiene como uno de sus objetivos caracterizar algunos elementos de la estrategia didáctica de indagación con el fin de promover la interdisciplinariedad de las áreas mencionadas anteriormente. Y para esto, se identificaron algunos fenómenos y preguntas problema que permiten la interdisciplinariedad de las ciencias naturales y las matemáticas; así mismo, se dispone de la búsqueda de relaciones entre la interdisciplinariedad, la estrategia didáctica de indagación y el constructivismo como enfoque cognitivo seleccionado para el trabajo.

Con base en los resultados arrojados en la búsqueda y la identificación de preguntas problema y fenómenos, se diseñó una unidad didáctica conectada con las reflexiones

obtenidas en la práctica pedagógica que se realizó con estudiantes de segundo grado de una Institución Educativa de Medellín.<sup>1</sup>

En el desarrollo de la investigación se hizo una breve contextualización de la práctica realizada en la Institución; también se presentaron los antecedentes de algunos trabajos que ya se han realizado bajo esta misma línea de educación STEM y que sirvieron para la consolidación de la propuesta presentada como producto final; también se abordaron los apartados de la justificación y el planteamiento del problema en los cuales se dio a conocer una necesidad específica que acreditó la importancia del desarrollo de esta investigación. Posteriormente se desarrolló el marco teórico en el que se expusieron los principales conceptos clave que fueron los cimientos para la ejecución de la propuesta; así mismo, se presentó el marco metodológico en el que se dio cuenta de los mecanismos utilizados para el análisis de la problemática de investigación y finalmente se presentaron el desarrollo y el análisis de los resultados y las conclusiones a las que se llegaron a partir del ejercicio reflexivo que se logró realizar a lo largo de todo el trabajo.

---

<sup>1</sup> Las citas de los documentos rectores no estarán en las referencias con el propósito de salvaguardar la identidad de los participantes.

## **1 Planteamiento del problema**

### **1.1 Contextualización**

#### **1.1.1 Contexto Institucional**

La institución en la que se realizó la práctica es un establecimiento de carácter oficial del Municipio de Medellín. El territorio en el cual está ubicado el colegio actualmente se encuentra en riesgo por los conflictos de violencia en los que está inmersa la ciudad. En este sector existen los denominados “combos barriales” que controlan el tránsito de las personas que suelen concurrir el territorio y están al tanto de las actividades y demás acontecimientos que surgen en los espacios de convivencia.

Según los coordinadores académicos y los profesores, la Institución ha logrado tener el respeto y la acogida por parte de la comunidad y no se ha tenido dificultad alguna con los combos barriales. Este aspecto se hace evidente con el hecho de que los estudiantes puedan hacer uso de una cancha que está contigua a la infraestructura de la Institución y es perteneciente al barrio. Además, mientras se desarrollan las actividades académicas en ambas jornadas, no se encuentra a personas ajenas al colegio que estén ocupando este espacio de las canchas; en este mismo sentido, tanto el colegio como la vecindad tienen respeto y cuidado por cada uno de los espacios que los constituyen como barrio.

En Infraestructura, además de los salones, el colegio cuenta con una biblioteca, un aula taller, un aula destinada a los asuntos de mediación escolar y apoyo psicológico, dos baños (uno para cada sexo), un patio que no excede los 20  $m^2$  (destinado principalmente para los niños de preescolar y primero), un auditorio que destinan a encuentros de toda la comunidad, reuniones de padres y cuando no cuentan con salones suficientes, es destinado para tener clases (teniendo en consideración principalmente a los estudiantes de media técnica), una sala de profesores, una cafetería y un restaurante (de uso exclusivo para los estudiantes).

La jornada escolar se ha configurado de manera que los grados de básica primaria asistan en las horas de la tarde al colegio y los grados de secundaria y de la media técnica

asistan en horas de la mañana. Esta distribución de las jornadas es un factor dependiente de la variable físico-espacial, pues no se cuentan con los salones suficientes para todos los grupos y por esto, las aulas se comparten en horas diferentes.

Para el año 2020 la Institución tuvo aproximadamente 910 estudiantes; cada grado tuvo dos grupos, cada uno con un promedio 45 estudiantes de ambos sexos. Menos del 10% de los estudiantes presentaron dificultades (como TDHA, dislexia, Asperger, etc.) o capacidades excepcionales en el aprendizaje. El resto de los estudiantes -en una mirada global-, fueron receptivos frente a las actividades y propuestas académicas y formativas que se les presentaron y no se observó que tuvieran dificultad en las relaciones sociales que se generaron en el aula y fuera de ella.

Entre los documentos más representativos con los que cuenta la Institución están: el proyecto educativo institucional (PEI), principios pedagógicos, perfil del estudiante, planes de área, política de calidad y manual de convivencia.

El PEI ha sido adoptado mediante el Acuerdo N°8 del 2018 del consejo directivo de la I.E. Este proyecto está conformado por una misión, visión, políticas y objetivos orientados principalmente a promover en los estudiantes las dimensiones de la persona: corporal, espiritual, cognitiva, ética, afectiva, comunicativa y estética. Además, el PEI se concibe como un elemento compatible con el sistema de gestión de calidad, ya que ambos documentos coinciden en el mejoramiento continuo de su proyecto educativo y el del modelo pedagógico.

La Institución se inscribe bajo una corriente pedagógica del modelo social liderado por varios estudiosos como Makarenko, Vigotsky, Kant, Ausbel y Paulo Freire. Se asume ese modelo pedagógico debido a que la Institución tiene como objetivo responder a la realidad actual de la comunidad en la que se ubica; es decir, que su modelo educativo es visto como proceso social, donde el individuo se apropia de su cultura, la transforma y encuentra las vías para la satisfacción de sus necesidades. Así mismo, el docente se asume como un facilitador de procesos motivacionales y generador de actitudes favorables en el estudiante para aprender significativamente en contexto.

Desde el enfoque Freireano, se busca la formación de un sujeto crítico, que piensa en el bienestar tanto individual como colectivo, el cual contribuya a la formación y conformación de una sociedad más justa y equitativa. Desde la perspectiva de Ausbel se asume un aprendizaje significativo partiendo de los saberes previos del alumno. Se toma

también como referente a Kant en el sentido de disponer al individuo para que transforme el mundo, evitando que se limite a su simple contemplación.

El modelo Enseñanza-Aprendizaje se basa en la construcción social del saber y del saber hacer, donde el proceso de enseñanza es responsabilidad básica de los docentes y el de aprendizaje de los alumnos.

Lo anterior se relaciona con el perfil del estudiante que se menciona en el PEI, el cual se caracteriza por su participación en la familia y la sociedad en la que se desarrolla. También, se perfila un estudiante con un pensamiento crítico, reflexivo y analítico que le permita interpretar su realidad y los aprendizajes adquiridos, posibilitándole participar activamente mediante la argumentación y proposición de soluciones a los distintos problemas que se le presenten.

El colegio propone un currículo acorde con las exigencias del Ministerio de Educación Nacional. Se seleccionan los contenidos teniendo en cuenta las áreas básicas estipuladas a nivel Nacional y se organizan de forma secuencial, por grados y áreas del conocimiento. Esto se evidencia al observar documentos institucionales, como el plan de estudios y la malla curricular de Ciencias Naturales y de Matemáticas. En el análisis de las relaciones existentes entre los Derechos Básicos de Aprendizaje del MEN y los documentos institucionales antes mencionados, se encontró cierta correspondencia en los temas del saber ser y saber conocer, mas no se evidenció la misma correspondencia en las actividades que se proponen para abordar tales temas (saber hacer).

La metodología propuesta para orientar los procesos de enseñanza de las Ciencias Naturales y las Matemáticas se fundamenta en que los estudiantes desarrollen competencias basadas en identificar, indagar, explicar, comunicar y trabajar en equipo diferentes situaciones problemáticas de la vida cotidiana. También se propone una metodología orientada a partir de prácticas investigativas que estén estrechamente relacionadas con el entorno social y el adecuado uso de las TIC.

### **1.1.2 Aclaraciones generales sobre el contexto en el cual se desarrolló la práctica**

El proceso de observación y participación en las clases del grado segundo ha sido desarrollado antes y durante el periodo de confinamiento que se ha vivido a nivel mundial debido al Sars-cov-2. Las decisiones preventivas de aislamiento que el Gobierno tomó

respecto a la suspensión de las actividades presenciales en todas las instituciones del país, llevaron a que se optara por continuar y culminar las clases del año 2020 de manera virtual.

Para lograr este espacio virtual la Institución decidió utilizar la plataforma de Microsoft Teams en la cual se tenían encuentros sincrónicos con los niños todos los días. También habilitaron la plataforma de Edmodo para la recepción de guías y su devolución por parte de las estudiantes una vez realizadas las tareas propuestas.

A pesar de la pandemia, se logró hacer un ejercicio de observación a inicio de año de manera presencial de las clases, en las cuales se logró identificar la enseñanza de las áreas de Matemáticas y Ciencias naturales por separado y la aplicación de guías, talleres y actividades evaluativas diferenciadas para cada asignatura.

Con el estado de emergencia sanitaria gran parte de las prácticas educativas se vieron modificadas ya que la directriz emitida desde el Ministerio de educación fue implementar la integración de áreas para optimizar el trabajo en casa de los estudiantes. Por este motivo la Institución optó por realizar la integración de las áreas así: ciencias naturales y matemáticas, ética y religión, español y ciencias sociales, artística y Ed. Física.

### **1.1.3 Contexto estudiantil**

Para hablar del análisis que se realizó de los estudiantes tanto en la modalidad virtual como en la presencial, se observó que algunos estuvieron dispersos debido a que les costaba centrar su atención en las actividades propuestas y encontraban otras distracciones en las se centraban con más facilidad y a las que dedicaban más tiempo. En otros casos, los niños no tenían buen acompañamiento por parte de la familia o vivían en contextos críticos que no garantizaban ni favorecían el cumplimiento de los compromisos que adquirieron como estudiantes.

Respecto a las condiciones críticas que algunos niños presentaban, se resalta que en la modalidad de trabajo virtual algunos no contaban con las herramientas tecnológicas que garantizaban su participación en las clases.

Se observó una respuesta positiva frente a las indicaciones que constantemente se les hacían en relación a las actividades académicas o bien respecto a las dinámicas que se integraron en la clase como estrategias para captar la atención o ser el objeto de acción de breves pausas activas; sin embargo, se observó que algunos niños no lograron ir con el ritmo

académico que llevaba el grupo o no captaron de la misma forma las indicaciones que se daban en la clase.

#### **1.1.4 Contexto de profesores**

Reflexionar sobre la didáctica en el aula es un tema relevante en el campo de la pedagogía, pues se pretende que el proceso de enseñanza y aprendizaje sea con el paso del tiempo más adecuado a los procesos cognitivos que se desarrollan en los niños. Reflexionar no es lo mismo que poner en práctica y es aquí donde viene la dificultad, porque para un maestro es complejo la multiplicidad de tareas que debe desarrollar en un tiempo determinado, teniendo en cuenta que se debe tomar el tiempo para la planeación de las clases, en las cuales debe tener presente algunas preguntas orientadoras como el qué, el para qué, el por qué, el cómo, el para quién respecto a los contenidos a enseñar. En relación con la diversidad de encargos que deben desempeñar los maestros dentro y fuera del aula, algunos de ellos manifestaron que se les exige que cumplan con otras tareas que no son esenciales en su práctica como el estar entregando constantemente papelería actualizada, llenar formularios que incluso a veces consideran innecesarios, etc.

En relación al desarrollo de las clases presenciales las profesoras primero iniciaban con algunas palabras y preguntas introductorias que ayudaban a los niños a tener una primera relación con el tema, posteriormente se proyectaba en el video beam algún párrafo relacionado a la temática y se escribía la definición en el tablero con el fin de que los niños pudieran copiarlo en sus cuadernos. Se ponían algunos ejemplos que eran realizados conjuntamente y finalmente se entregaba alguna ficha que los niños debían resolver con base en lo abordado y que servía como instrumento para evaluar el proceso de cada uno de los niños.

Para el desarrollo de las clases virtuales que se realizaron en lo restante del año 2020 no fue posible obtener información debido a que la decisión de las profesoras fue que los practicantes se encargarían únicamente de las áreas de matemáticas y ciencias naturales. Para el acceso a las clases de otras áreas no se concedió el permiso para entrar ni como profesores ni como observadores.

Sin desmeritar la práctica docente ejercida por las profesoras del grado segundo, el ejercicio de observación ha sido muy valioso para conocer de qué forma se generan las relaciones de poder maestro – alumno y cuáles son las actitudes, comportamientos y acciones que están presentes todo el tiempo en el aula de clase de cada uno de los sujetos que comparten estos espacios.

Participar de estos escenarios ha permitido reflexionar sobre la práctica docente teniendo en cuenta factores positivos y negativos que se lograron analizar y que harán parte de la formación como maestros.

## **1.2 Antecedentes**

Con el objetivo de dar nuevas propuestas a la Institución para potencializar las competencias científicas en los niños del grado segundo de acuerdo con las exigencias del siglo XXI, se presenta un rastreo bibliográfico de algunos trabajos que serán la base de la presente investigación para dar insumos en la implementación de la educación STEM específicamente a partir de la propuesta de integración interdisciplinar de las áreas de Ciencias naturales y Matemáticas, la cual podrá beneficiar las prácticas de enseñanza y aprendizaje que se vienen implementando en las aulas de clase.

En la realización de esta propuesta de investigación se hizo un rastreo en las bases de datos Google académico, Dialnet, repositorio de la Universidad de Antioquia, repositorio de la Universidad de Burgos y Researchgate.

Se tuvieron en cuenta investigaciones internacionales, nacionales y locales comprendidas entre las tres últimas décadas y que además respondieron a los siguientes descriptores: Educación STEM, Aprendizaje basado en indagación, Interdisciplinariedad curricular y estudios realizados bajo un enfoque constructivista.

### **1.2.1 Educación STEM**

Hablar de educación STEM es pensar en nuevas estrategias educativas conforme a las dinámicas de la globalización de la producción y la innovación en ciencia y tecnología, de manera que se logre responder a las nuevas dinámicas sociales que involucran explícitamente la educación de las generaciones futuras. Precisamente a partir de este tipo de necesidades es que surge la Educación STEM, la cual, según Escalona, et al. (2018) combina ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas con el objetivo de fomentar en los estudiantes

el desarrollo de habilidades y conocimientos en red, necesarios para la sociedad del siglo XXI.

Otros autores como Pastor y Pelejero de Juan (2018, citados por Yepes, 2020) mencionan que el STEM “está fundamentado en el aprendizaje interdisciplinario y contextualizado entre las áreas de matemáticas, ciencias, ingeniería y tecnología” (p.12) Dicho enfoque se relaciona con diversas estrategias didácticas (ver Tabla 1), de las cuales se retoman trabajos centrados en la estrategia específica de la indagación.

Esta estrategia de indagación para el desarrollo de la educación STEM en las aulas escolares tiene la bondad de buscar que los alumnos sean los responsables de su propio conocimiento, mediante la exploración, la experimentación, la búsqueda de información y la elaboración de preguntas para la solución o explicación de problemas relacionados con la vida real.

### **1.2.2 Educación STEM y estrategia didáctica de Indagación**

El trabajo de Toma y Greca (2017), presenta un modelo didáctico donde se introduce el STEM utilizando la metodología de Indagación escolar. Este modelo comprende cinco fases, donde cada una de ellas engloba una disciplina (tecnología, ciencias, matemáticas e ingeniería) para facilitar la construcción del aprendizaje de los estudiantes.

Las fases que sustentan el modelo didáctico interdisciplinar propuesto por estos autores son las siguientes: la primera es la invitación a la indagación donde el docente introduce un problema base (en este primer momento se aborda la asignatura de ingeniería); la segunda fase corresponde a la indagación guiada en la cual el estudiante experimenta, manipula artefactos e interpreta datos para la solución de dicho problema (basado en las asignaturas de ciencias, tecnología y matemáticas); en la tercera fase se refleja la indagación abierta ya que el estudiante plantea preguntas y luego expone sus resultados y (esta fase aborda las mismas asignaturas de la fase anterior: ciencias, tecnología y matemáticas); en la cuarta se soluciona el planteamiento indicado en la primera fase (basándose en las asignaturas de tecnología e ingeniería) y por último se evalúa el proceso llevado a cabo por medio de las conclusiones a las que llegaron.

Gallego y Márquez (2015), presentan la indagación como enfoque necesario para que los estudiantes lleguen a las metas de la enseñanza y aprendizaje en la educación STEM. Se presentan seis habilidades científicas esenciales para el desarrollo de procesos de indagación

las cuales son: i) identificar preguntas y conceptos que guían las investigaciones científicas; ii) diseñar e implementar investigaciones científicas; iii) el uso de tecnología y matemáticas para mejorar investigaciones científicas; iv) formular y elaborar explicaciones y modelos científicos usando la lógica y la evidencia; v) reconocer y analizar explicaciones y modelos alternativos y vi) comunicar y defender un argumento científico. Dichas habilidades científicas, requieren del uso de los conocimientos de otras disciplinas como lo son la tecnología y las matemáticas para el desarrollo de las mismas.

Ferrada, et al. (2018) relacionan la estrategia didáctica de indagación y la educación STEM debido a que pretenden descubrir la presencia de actividades con estructura STEM en libros de texto según el modelo de Toma y Greca (2017). En sus conclusiones, los autores mencionan la presencia de actividades bajo esta estructura STEM, pero indican que los trabajos realizados aún son escasos. También resaltan en una de sus conclusiones la necesidad de integrar contenidos con el propósito de fundar aprendizajes de calidad y transversalidad. Por último, plantean que si el modelo presentado por Toma y Greca (2017) se logra implementar, se lograría romper el bloqueo existente respecto al aprendizaje de las áreas en estudio y haría posible desde el punto de vista curricular introducir una visión de ciencias integradas.

Por otro lado, Izquierdo (2016) presenta una propuesta didáctica por indagación dentro de un abordaje STEM. Esta propuesta didáctica se basa en preguntas y/o situaciones problema con el fin de observar cómo los estudiantes desarrollan el aprendizaje de las ciencias por medio de la indagación. También se pretende observar si al finalizar una propuesta didáctica se logran desarrollar modelos aplicables a partir de la formulación de hipótesis, del planteamiento de la situación problema, del diseño experimental, las evidencias, análisis e interpretación de datos para formular modelos, comunicar los datos encontrados y aplicarlos en otras áreas y contextos.

Miranda (2016) resalta la importancia de las unidades didácticas trabajadas bajo la estrategia de indagación ya que esta permite “enseñar ciencia enseñando a hacer ciencia” (p.37) despertando así en el estudiante el interés y la motivación por el aprender. Por otro lado, menciona que al trabajar la enseñanza basada en la indagación se presenta una amplia posibilidad para abarcar varios contenidos, procedimientos y otros aspectos transversales en la educación.

López (2017) se enfoca en la metodología de la indagación como respuesta a la necesidad de introducir nuevos métodos y estrategias en el campo educativo ya que asegura que las tradicionales metodologías son poco exitosas. Para justificar su premisa en un primer momento realiza un análisis de la enseñanza de las ciencias por medio de la indagación y, en un segundo momento, presenta el diseño e implementación de una unidad didáctica y sus resultados. Dicha unidad es presentada bajo dos hipótesis: la indagación como metodología que favorece el desarrollo de las habilidades y destrezas científicas, y la transversalización de las áreas de sociales y ciencias naturales. En esta última premisa pretende desarrollar las competencias de matemáticas, las competencias básicas en ciencias y tecnología, la competencia digital, la competencia aprender a aprender, competencias sociales y cívicas y por último el sentido de la iniciativa y el espíritu emprendedor.

El análisis de los resultados de la unidad didáctica se engloba en dos preguntas fundamentales: ¿Pueden los niños alcanzar por medio de la experimentación, la solución a un problema planteado? y ¿Son los niños capaces de desarrollar mediante una secuencia de indagación, algunas destrezas científicas como la generación de ideas o la experimentación?

Conforme a los resultados y el análisis de los datos, se menciona la implicación directa que tiene la indagación con la experimentación y se concluye el trabajo con la importancia de esta en la educación.

Méndez (2018) analizó cómo la implementación de una actividad con base en educación STEM facilita el desarrollo de competencias. Para este fin, el estudio profundizó en las temáticas contenidas en la estructura curricular de las áreas de matemáticas, ciencias y tecnología ofrecidas por una Institución rural con aulas multigrado ubicada en el municipio de La Mesa, Cundinamarca. El propósito de Méndez (2018) fue seleccionar aquellas temáticas que ofrecen la oportunidad para la elaboración de una actividad de intervención bajo una propuesta de integración STEM, a partir del diseño de una unidad didáctica denominada “conocer las características de los objetos que existen a mí alrededor”. El estudio muestra cómo pueden ser abordadas las actividades STEM a través de la estrategia de aprendizaje por indagación. En ese sentido, dentro del diseño de la unidad didáctica, se proponen dos fases denominadas “Invitación a la indagación” e “indagación Guiada”. En la primera se busca introducir el problema a trabajar, mientras que en la segunda se crea una situación de conflicto cognoscitivo con las ideas previas de los estudiantes a partir de la

presentación e integración de diferentes áreas como son las matemáticas, ciencias naturales y tecnología.

Entre las conclusiones más importantes de este trabajo, se encuentra que el análisis de las estructuras curriculares de la institución permitió detectar las oportunidades que favorecieron la implementación de una actividad STEM como estrategia integradora de conocimientos. Además, la investigación da cuenta acerca de cómo las propuestas integradoras (como la aplicación de una actividad STEM) facilitan el desarrollo de competencias básicas en el contexto del aula rural multigrado.

### **1.2.3 Estrategia didáctica de indagación e interdisciplinariedad**

Hernández (2012) plantea la necesidad de generar un cambio en las estrategias de enseñanza y aprendizaje debido al bajo rendimiento académico en las pruebas PISA, especialmente en el área de ciencias. Para realizar el cambio en dichas estrategias el autor propone material didáctico basado en la indagación como medio para promover una actitud positiva frente a la ciencia. Con esta propuesta se tiene como finalidad estimular en los estudiantes la curiosidad hacia la educación científica.

En el transcurso de la investigación los estudiantes construyen conocimientos en otras áreas que también son abordadas desde el aprendizaje de las ciencias, como las matemáticas, el lenguaje, la música, entre otras. Un ejemplo concreto del aprendizaje de otras áreas a partir de las ciencias se presenta en el caso en el que los estudiantes identifican las características de algunos materiales sólidos existentes en el entorno y el uso de las matemáticas se hace explícito en la clasificación y el conteo de los objetos y la estimación del tamaño de algunos de ellos.

Con respecto al resultado del material didáctico utilizado, Hernández (2012) colige la indagación como metodología eficaz para la enseñanza de las ciencias en la educación, a partir del desarrollo de habilidades y conocimientos como son la identificación, la experimentación, la clasificación y el conteo de objetos recolectados en el entorno.

Quiceno (2017) identifica y analiza las condiciones actuales de las instituciones oficiales de la ciudad de Medellín, que permiten la creación de ambientes de aprendizaje en los cuales se pueda implementar el enfoque educativo STEM, tomando como caso de estudio la I.E Monseñor Gerardo Valencia Cano. En este estudio se identificaron aspectos críticos (como la carencia de recursos logísticos y tecnológicos, el uso de aulas digitales, de aulas

con materiales de bajo costo o reciclables, que tengan ayudas didácticas y espacios adecuados (la complejidad de abarcar) que dificultaron la posibilidad de aplicar el enfoque STEM en los procesos de aprendizaje. Como principal resultado obtenido de la investigación, el autor concluye que los docentes no perseveran en la utilización de estrategias de aprendizaje que motiven el interés de los estudiantes por el conocimiento, identificándose así que solo el 16% de los docentes conocen las estrategias de aprendizaje basadas en la indagación.

Además, los docentes entrevistados resaltan que la falta de acompañamiento de los acudientes en las actividades escolares tiene inferencia en el grado de interés de los estudiantes. También se resalta que un 75% de los estudiantes se sienten motivados en las clases cuando se aprende jugando y a través de actividades dinámicas.

#### **1.2.4 Educación STEM y enfoque cognitivo constructivista**

La conexión que se pretende realizar de educación STEM y la estrategia de indagación, se enmarca en un enfoque cognitivo constructivista, pues como se mencionó en un principio, la educación STEM promueve que los alumnos sean los responsables de su propio conocimiento, mediante la elaboración y desarrollo de situaciones problema de la vida real. Este enfoque cognitivo promueve la posibilidad de compartir con otros compañeros de clase y con el maestro a partir de las discusiones que se generen entre ellos.

Para relacionar la estrategia de indagación con el enfoque constructivista, Sanmartí y Márquez (2017) aseguran que:

(...) los estudiantes (y los profesores) planteen preguntas investigables depende en buena parte de cómo se promueva el proceso de indagación en el aula y de su relación con la construcción de conocimientos científicos significativos. En este sentido, plantear el trabajo en el marco de un aprendizaje basado en indagación como una investigación es una gran oportunidad para trabajar de manera interdependiente los conocimientos conceptuales, procedimentales y epistémicos necesarios para desarrollar la competencia científica (p. 11).

Es por esto que se hace énfasis en el modelo STEM desde un enfoque cognitivo constructivista, indagatorio e interdisciplinar. En particular este último enfoque interdisciplinar toma un papel relevante, pues uno de los objetivos aquí planteados, se relaciona con la identificación de situaciones y preguntas problema que permitan la interdisciplinariedad de las áreas de ciencias naturales y matemáticas.

En este sentido, tal como lo afirma Roegiers (2007) por medio de la integración se puede hacer interdependientes diferentes elementos que estaban disociados al inicio, para hacerlos funcionar de una manera articulada en función de un objetivo dado. Es así que por medio de la integración se busca que los conceptos de ciencias naturales y matemáticas sean interdependientes para el planteamiento de situaciones problemas plasmadas en unidades didácticas que serán construidas para el aporte de dichas áreas.

Por último, con la interdisciplinariedad se evidencian los nexos entre las diferentes áreas curriculares; lo cual demuestra cómo los diferentes temas a trabajar de ciencias naturales y matemáticas no existen por separado y que estos pueden ser interrelacionados con base en las mallas curriculares institucionales para el diseño y la ejecución de unidades didácticas en el aula. Es así como lo afirma Grisolia (2016) al decir que se puede hacer una combinación de enfoques de distintas Ciencias sobre un mismo objeto cuando se vinculan de diferentes formas específicas, partiendo de conocimientos y métodos seleccionados en cada una manteniendo a su vez la lógica científica y sus características propias.

## **2 Justificación**

En la actualidad se presentan problemáticas que afectan a toda la sociedad como el cambio climático, el control de enfermedades, las desigualdades económicas, el acceso y la permanencia en instituciones educativas, etc. Para afrontar dichas problemáticas que pueden ser asumidas como retos, es necesario que se promuevan ideas que según Gallego y Márquez (2015) estén cimentadas en dos pilares fundamentales: la ciencia y la tecnología.

En este sentido, todos los países necesitan recursos (económicos, tecnológicos, educativos, científicos, ideológicos) que respondan a las dinámicas sociales en las que se encuentran inmersos. Para contar con dichos recursos primero se debe garantizar la disponibilidad de un personal capacitado, idóneo y especializado en áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), de manera que se pueda generar nuevo conocimiento que permita dar soluciones a las problemáticas presentes en contextos determinados.

La desmotivación que presentan los estudiantes por las áreas ciencias, tecnología y matemáticas, y la enseñanza caracterizada por la acumulación y memorización de los conocimientos, hacen que según Moreira (2005) la educación se convierta en una

interiorización de la información de manera literal, donde el proceso de memorización se da sin comprensión alguna de los conceptos.

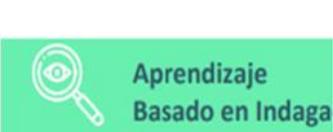
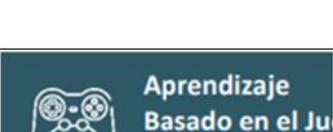
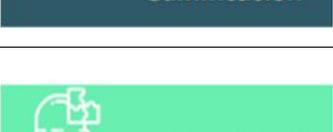
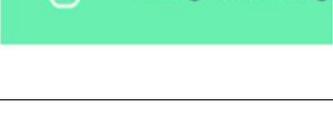
Adicional a lo anterior, según Furió, et al. (2001) la enseñanza de las ciencias sigue centrada en los aspectos más conceptuales y propedéuticos y con escasas referencias a otros aspectos que según la mayor parte de las investigaciones en didáctica de las ciencias, conseguirían una mayor motivación del alumnado y un aumento de su interés hacia el estudio de las ciencias (trabajos prácticos, relaciones CTSA, etc.). Por esto se deben impulsar estrategias que promuevan el interés por las áreas STEM desde la básica primaria como algunos autores sugieren, ya que desde los inicios de la formación escolar es donde se puede generar mayores cambios educativos, donde se logra despertar en los estudiantes la curiosidad y el interés por aprender, tal como lo menciona Toma y Greca (2017):

numerosos estudios sugieren la necesidad de un mayor énfasis en la educación científica perteneciente a la etapa de educación primaria, con estrategias didácticas renovadas a fin de mejorar las actitudes hacia la ciencia de los alumnos antes del inicio de la educación secundaria (p. 392).

Con esta necesidad de promover estrategias que impulsen en los estudiantes la motivación por aprender, Sánchez (2018) sugiere siete estrategias en la implementación de la educación STEM, entre las cuales se presenta la estrategia didáctica de indagación. Dichas estrategias se presentan a continuación:

**Tabla 1**

Estrategias Didácticas para la Educación STEM/STEAM.

Estrategia didáctica	Características
 <p>Aprendizaje Basado en Prob</p>	<p>Se centra en el estudiante, en su aplicación se desarrollan conocimientos, habilidades y actitudes a través de situaciones de la vida real.</p>
 <p>Aprendizaje Basado en Reto</p>	<p>Involucra activamente al estudiante en una situación problemática real, relevante y de vinculación con el entorno.</p>
 <p>Aprendizaje Basado en Proy</p>	<p>Centrada en el estudiante para el desarrollo de competencias del siglo XXI mediante la elaboración de proyectos que dan respuesta a problemas de la vida real.</p>
 <p>Aprendizaje Basado en Indaga</p>	<p>El aprendizaje por indagación comienza cuando se le presentan a los estudiantes las preguntas guías a ser respondidas, problemas a ser resueltos, o un conjunto de observaciones a ser explicadas.</p>
 <p>Aprendizaje Basado en el Ju Gamificación</p>	<p>Incorpora dinámicas o mecanismos de juego; utiliza las TIC para trasladar técnicas y dinámicas de juego al ámbito educativo.</p>
 <p>Design Thinking</p>	<p>Esta es una estrategia que permite que los alumnos resuelvan problemas y generen a partir de la experiencia educativa la creación y la innovación de soluciones aplicadas a sus comunidades.</p>
 <p>Diseño de Ingenie</p>	<p>Estrategia centrada en generar conocimientos científicos en la ordenación de elementos básicos, tangibles e intangibles, de un objeto o estructura con el fin de aumentar la utilidad.</p>

*Nota: Tomado de Sánchez, (2018). Estrategias didácticas para la educación STEAM/STEM.*

En el presente trabajo se abordará la enseñanza de las ciencias naturales y las matemáticas (disciplinas STEM) a partir de la estrategia didáctica de Indagación. Se considera apropiado el uso de dicha estrategia porque a partir de situaciones concretas reales en contextos determinados habrá mayor interés en los niños por aprender a través de la exploración, la formulación de preguntas, el interés por explicar fenómenos y la experimentación como parte de la investigación empírica, para lograr resolver o explicar problemáticas o fenómenos que se identifican en el entorno.

En relación a la solución de problemas, Gallego y Márquez (2015) consideran necesario el desarrollo de varias etapas o fases de trabajo, las cuales pueden estar enmarcadas en un proyecto de aula y de este puede derivar la indagación mediante la cual los niños deben explorar o buscar solución a nuevas preguntas por medio de la investigación y el desarrollo del pensamiento crítico en el análisis de situaciones particulares.

La estrategia didáctica de indagación tiene la bondad de ser adecuada para un aprendizaje integrado de áreas, pues en la solución de un problema es imprescindible adquirir la experiencia de estudiar varios conceptos involucrados en situaciones determinadas. Con esta estrategia se puede promover en los estudiantes la curiosidad y la investigación para el afianzamiento de conceptos multidisciplinarios.

El interés en investigar por la integración de las áreas de ciencias naturales y matemáticas bajo un enfoque interdisciplinario se justifica en la premisa de Torres (2006) de que nos encontramos en un sistema educativo excesivamente cerrado en sí mismo; la apuesta por la multidisciplinariedad desde la experiencia debe

facilitar una comprensión más reflexiva y crítica de la realidad, subrayando no sólo dimensiones centradas en contenidos culturales, sino también el dominio de los procesos que son necesarios para conseguir alcanzar conocimientos concretos y, al mismo tiempo, la comprensión de cómo se elabora, produce y transforma el conocimiento, así como las dimensiones éticas inherentes a dicha tarea. (Torres, 2006, p. 31)

Otra de las razones además de la comprensión del mundo en el que los estudiantes están inmersos, es la relación que existe entre la globalización y la manera en la que cada sujeto se relaciona socialmente y busca responder a las problemáticas de su entorno, pues

El mundo en el que nos toca vivir es ya un mundo global en el que todo está relacionado, tanto nacional como internacionalmente; un mundo donde las dimensiones

financieras, culturales, políticas, ambientales, científicas, etc., son interdependientes, y donde ninguno de tales aspectos puede ser adecuadamente comprendido al margen de los demás. Cualquier toma de decisiones en alguna de esas parcelas debe conllevar una reflexión acerca de las repercusiones y los efectos colaterales que cada una tendrá en los restantes ámbitos. (Torres, 2006, p. 31)

Los resultados de esta investigación pretenden brindar herramientas a la Institución donde se desarrollaron las prácticas, con el fin de que se puedan repensar los objetivos acordes a la formación que se quiera brindar a los estudiantes, la cual podría responder a lo que asegura Narváez (2014) respecto a las propuestas educativas, las cuales sirven para

interrogarse respecto a la responsabilidad social y para buscar estrategias en las que el niño pueda interactuar con el mundo exterior de manera que este sea más interesante y más cercano a sus posibilidades mediante conocimientos que le permitirán comprender su realidad y crear una conciencia ciudadana. (p.11)

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Caracterizar los elementos de una estrategia didáctica de indagación que promueva la integración interdisciplinar de las áreas de matemáticas y ciencias naturales en niños de segundo grado de primaria de una Institución educativa de Medellín.

#### **3.2 Objetivos específicos**

-Identificar algunos fenómenos y preguntas problema que permiten la interdisciplinariedad de las áreas de Ciencias Naturales y Matemáticas en relación con la malla curricular propuesta para el grado segundo.

-Reconocer las relaciones entre el constructivismo, el enfoque STEM y la estrategia de indagación a partir de la literatura, con miras a la proposición de lineamientos que promuevan el diseño de guías de aprendizaje pertinentes para los estudiantes.

-Diseñar una unidad didáctica que fomente un aprendizaje interdisciplinar mediante una estrategia didáctica de indagación, a partir de las observaciones de clase realizadas en el marco de la práctica pedagógica.

#### **4 Problema de investigación**

Con las investigaciones que se han tomado de base en el apartado de antecedentes es posible evidenciar problemáticas y oportunidades, las cuales consisten en: al trabajar la enseñanza basada en la indagación se da la posibilidad de abarcar contenidos, procedimientos, preguntas, situaciones problema y otros aspectos transversales en la educación de una forma interdisciplinar y promoviendo en los educandos el interés de las áreas STEM. También se da la posibilidad involucrar al maestro en el conocimiento de las estrategias de aprendizaje basadas en la indagación, ya que solo un porcentaje muy pequeño de docentes conocen este tipo de estrategias de aprendizaje, en parte esto puede ser atribuible como lo menciona Ferrada, et al. (2018) a la escasez de trabajos prácticos donde se implemente la educación STEM en conjunto con la indagación.

La estrategia didáctica de indagación tiene una estrecha relación con la educación STEM pues esta presenta como una de sus finalidades integrar el conocimiento de diferentes áreas, y la estrategia de indagación -que se basa en fenómenos y preguntas- tiene la posibilidad de integrar áreas para la explicación y la solución de los problemas que aborda. Según Roegiers (2007) la interdisciplinariedad (que se abarca en la educación STEM) debe partir de fenómenos y según Furman (2014) la indagación también tiene la posibilidad de partir de fenómenos; dichas relaciones facilitarán la presente propuesta de investigación debido a que presentan insumos que pueden ser utilizados en el desarrollo del objetivo propuesto.

En ese sentido, la presente investigación busca potenciar la educación STEM en la ciudad, particularmente en una Institución Educativa de Medellín por medio de la estrategia didáctica de la Indagación, la cual se tuvo en cuenta para la integración interdisciplinar de las áreas de matemáticas y ciencias naturales.

#### **Pregunta problematizadora**

¿Cómo implementar la estrategia didáctica de Indagación para la integración interdisciplinar de las áreas de matemáticas y ciencias naturales con niños de segundo grado de primaria de una Institución educativa de Medellín?

## **5 Marco teórico**

### **5.1 Educación STEM**

Desde la década de los 70, en países como EE.UU, Alemania y Japón se empezó a debatir sobre la importancia de formar ciudadanos cada vez más alfabetizados en educación científica debido a la necesidad de responder a las nuevas demandas en la globalización industrial. Respecto a esta necesidad identificada, en los años 90 la National Science Foundation (NSF, por sus siglas en inglés) A través de su reforma curricular, incluyó las prácticas de ingeniería y estableció relaciones con la tecnología (cuyos estándares también se actualizaron) y se propiciaron procesos interdisciplinarios que permitieron fortalecer el aprendizaje a partir de las áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas.

La NSF comenzó a utilizar el término “SMET” para hacer alusión a las disciplinas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, pero luego el término fue cambiado por la sigla STEM. A la cual, después de un estudio epistemológico se le anexaron otras letras como la A y la H, integrando cada vez más aspectos de las ciencias y la tecnología con áreas como las artes y las humanidades, configurándose así los acrónimos STEAM y en particular en la ciudad de Medellín, el acrónimo STEAM+H.

La educación STEM nace de la necesidad de despertar y motivar el interés de los estudiantes por las áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Uno de sus objetivos es el desarrollo de una orientación interdisciplinar del proceso de enseñanza y aprendizaje, incorporando situaciones de la vida cotidiana. Algunos autores como García, et al. (2018), refieren que la educación STEM se puede entender “en el contexto de las ciencias integradas, como una aproximación para la enseñanza de las ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas de forma interdisciplinar, donde la rigurosidad de los conceptos científicos es desarrollada mediante actividades didácticas inmersivas aplicadas al mundo real” (p.39).

En la aplicación de actividades contextualizadas se movilizan y transfieren un conjunto de saberes, conocimientos, aptitudes y otros recursos que permiten al estudiante el desarrollo de competencias y habilidades que son necesarias para el desarrollo académico, laboral y personal de los estudiantes.

Actualmente no basta con adquirir un conocimiento de saberes, sino que, ahondando en el campo conceptual se hace necesario adquirir el conocimiento pragmático para aplicar esos saberes en problemas reales. Por esta razón, la educación STEM potencia el desarrollo de competencias, llamadas habilidades del siglo XXI, las cuales según López (2020) son: pensamiento crítico, manejo de información, creatividad, colaboración, comunicación y alfabetización digital.

Tomando como punto de partida las habilidades del siglo XXI, una experiencia STEM brinda a los estudiantes la oportunidad de aplicar las competencias y los conocimientos aprendidos de las diversas disciplinas de una manera auténtica, relevante, interdisciplinaria y colaborativa, a través del desarrollo de habilidades, la promoción del pensamiento crítico y la alfabetización científica, para incentivar una formación integral cada vez más eficaz.

Para lograr el cometido respecto a los objetivos de la educación STEM es necesario recurrir a diversas estrategias didácticas que permitan hacer conexiones entre la escuela, los problemas del mundo real y el entorno. Por esto, Ochoa (s.f.) señala que

la educación STEM apunta a los procesos de enseñanza y aprendizaje interdisciplinario basado en proyectos, en indagación, en problemas, en investigación, en retos, entre otros; en donde los maestros o facilitadores deben tener las competencias necesarias para centrar la enseñanza en los intereses de los estudiantes, ya que, un estudiante con formación STEM no solo será un innovador, un pensador crítico, sino que también será capaz de hacer conexiones significativas entre la escuela, su comunidad, el trabajo y los problemas del mundo real. (p.4).

## **5.2 Constructivismo**

La educación STEM se enmarca en el enfoque constructivista del aprendizaje al promover la construcción de conocimientos de manera significativa y colectiva entre los estudiantes y docentes. A través de sus estrategias didácticas (Ver Tabla 1), se promueve la construcción del conocimiento del estudiante al momento de desarrollar trabajos y proyectos en áreas STEM.

Dentro del constructivismo existen diversos enfoques, los cuales convergen en que el conocimiento es "un proceso de construcción genuina del sujeto y no un despliegue de conocimientos innatos ni una copia de conocimientos existentes en el mundo externo" (Serrano y Pons, 2011, p.6). Sin embargo, lo que hace diferente a las diversas posturas es el carácter externo o interno en la construcción del conocimiento, el carácter social y la relación entre el sujeto y el mundo.

Con base en las características mencionadas sobre la divergencia de los diversos enfoques constructivistas, el presente trabajo se enmarca bajo un enfoque dialéctico de la construcción del conocimiento, es decir, que el conocimiento parte de un proceso biunívoco en el cual la experiencia individual está mediada por las interacciones sociales que se tengan o se hayan tenido con anterioridad en contextos determinados. Esta relación que se produce con los fenómenos y problemas de su entorno y las relaciones que teje con otros sujetos hacen posible que se dé el proceso de internalización del conocimiento. En esta línea, Vygotsky con su teoría constructivista, considera que los niños aprenden cuando están en contacto con otros y cuando tienen la oportunidad de resolver problemas que representan desafíos para ellos y postula que el conocimiento se adquiere

según la ley de doble formación, primero a nivel intermental y posteriormente a nivel intrapsicológico, de esta manera el factor social juega un papel determinante en la construcción del conocimiento, aunque este papel no es suficiente porque no refleja los mecanismos de internalización (Serrano y Pons, 2011, p.8).

Por esto, la construcción de conocimiento implica una internalización orientada por los "otros sociales" y por las situaciones que suponen desafíos para el sujeto. Así, Serrano y Pons (2011) aseguran que

los elementos implicados en el proceso de construcción del conocimiento son: el sujeto que construye el conocimiento, los instrumentos utilizados en la actividad, de manera especial los de tipo semiótico, los conocimientos que deben ser construidos, una comunidad de referencia en la que la actividad y el sujeto se insertan, un conjunto de normas de comportamiento que regulan las relaciones sociales de esa comunidad y un conjunto de reglas que establecen la división de tareas en la actividad conjunta (p.10)

Teniendo en cuenta que es precisamente el maestro el que se encarga de regular las normas sociales y establecer las tareas en las actividades conjuntas para llevar a cabo el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Otro de los aspectos centrales del constructivismo que propone Vygotsky es la zona de desarrollo próximo (ZDP), definida en palabras de García (2007) como:

una zona en la que pone en marcha un sistema interactivo, en donde hay una estructura de apoyo creada por otras personas que pueden dar las herramientas culturales apropiadas y necesarias para cada situación. Esta zona no es estática sino dinámica, en donde se da una reconstrucción interactiva específica en cada momento. (p.49)

Esta ZDP es fundamental para la acción pedagógica ya que el papel del docente es provocar en los estudiantes avances que no se dan espontáneamente, así mismo los compañeros más avanzados o más bien con mayor grado de conocimiento se convierten en una fuente directa de desarrollo y aprendizaje.

El constructivismo es una corriente cognitiva en la que según Popkewitz (1998) se concibe el conocimiento como algo provisional, en el que se aceptan múltiples concepciones de acuerdo a la diversidad de subjetividades dentro de los límites de una comunidad. Precisamente esta definición es la que se ajusta al enfoque de educación STEM bajo la estrategia didáctica de indagación, en la cual son los estudiantes los que van construyendo el conocimiento a partir de los análisis que realicen en exploraciones, hallazgos y discusiones en un contexto y una comunidad determinada, lo cual le permitirá interiorizar los instrumentos necesarios para pensar y actuar, que en última instancia no son otra cosa - según la concepción constructivista- que aprender.

### **5.3 La integración interdisciplinar**

Uno de los componentes clave de la educación STEM es la integración, esto significa que, en lugar de enseñar las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas de manera independiente, del trabajo con ellas se realiza de manera que puedan ser agrupadas para crear un marco de referencia común de construcción de conocimiento. Por este motivo, la educación STEM promueve la reducción de las barreras que a nivel del currículo se han creado en las disciplinas específicas de este enfoque educativo, integrándose a través de experiencias reales, rigurosas y relevantes para los estudiantes.

La integración desde un marco STEM pretende explorar enfoques de enseñanza y aprendizaje entre dos o más áreas temáticas STEM o lograr conectar estas áreas con otras disciplinas escolares.

La enseñanza conjunta de áreas desde una perspectiva STEM, supone una evolución que abre paso a la *integración curricular*, la cual es entendida como:

Una modalidad de diseño del currículo, fundamentado en la concurrencia/colaboración/interconexión de los contenidos de varias disciplinas, para abordar un aspecto de la cultura escolar, a través de un modelo de trabajo cooperativo de profesores que incide, a su vez, en la metodología, en la evaluación y en el clima general del centro. (Illán y Pérez, 1999, p. 20)

Existen diferentes formas de integración curricular que pueden ser aplicadas en procesos de educación STEM: se destaca la integración curricular relacionando varias disciplinas a través de tópicos, por medio de cuestiones de la vida cotidiana, de temas seleccionados por el estudiante, conceptos, bloques históricos y/o geográficos, culturas o instituciones.

En el fondo con la integración se busca que tanto estudiantes como profesores construyan en el proceso de enseñanza y aprendizaje conexiones que permitan entrelazar el mundo del aula y el mundo fuera de esta, para promover aprendizajes que tengan mayor utilidad en la resolución y comprensión de problemas de la vida cotidiana.

La noción de educación STEM integradora, además de dirigirse hacia la *integración curricular*, también brinda a los estudiantes la oportunidad de aplicar las competencias y los conocimientos aprendidos en las diversas disciplinas de una manera integrada.

Para hablar de la integración de los conocimientos se debe partir de la necesidad de articularlos y movilizarlos en situación: conocimientos particulares, conceptos, saber-hacer, reglas, procedimientos, etc. Aquí se encuentran las tres características de una acción de integración: i) la interdependencia de los diferentes conocimientos, la cual está ligada a la organización de los contenidos y de las disciplinas; ii) la movilización dinámica de estos conocimientos y iii) la polarización de esta movilización hacia la resolución de diferentes situaciones. (Roegiers, 2007, p. 29)

La integración permite al estudiante mostrar que es capaz de movilizar diferentes conocimientos de manera eficaz en diversas situaciones y circunstancias, con el fin de

desarrollar competencias aplicables en múltiples escenarios, trasplantando un nuevo saber a saberes anteriores, reestructurando el universo interior a partir de nuevas situaciones concretas.

Respecto a la interdisciplinariedad, según Carvajal (2010) se clasifica en el segundo nivel de integración disciplinar, en el cual la interconexión entre disciplinas implica una verdadera reciprocidad en los intercambios. Esto permite que todos los procedimientos y conceptos se planifiquen y organicen en unidades más incluyentes y se puedan aceptar nuevos enfoques, áreas de actuación y colaboración, en las que se hace necesario encontrar puntos de articulación.

Para determinar una acepción específica de interdisciplinariedad se ha recurrido a la definición que ha dado la Universidad Veracruzana (2002), la cual define dicho concepto como la

Comunicación entre dos o más disciplinas que tienen por objeto abordar problemas complejos... [En donde] la interacción puede ser desde la simple comunicación de ideas hasta la integración de las teorías involucradas en tal interacción, de los conceptos fundamentales, de los datos y del método de investigación. El trabajo interdisciplinario, busca traspasar las barreras disciplinarias tradicionales, incluyendo sus diferentes métodos de aprehensión de la realidad; implica un cambio en la actitud hacia el conocimiento que demanda no sólo saberes teóricos, sino, de manera privilegiada, saberes heurísticos para el razonamiento como relacionar, comparar, discriminar, clasificar, sintetizar e integrar. La actuación en red es una característica de la interdisciplinariedad. (Universidad Veracruzana, 2002, p. 19)

La implementación de interdisciplinariedad en la educación escolar requiere de la revisión e identificación de los enfoques metodológicos de cada disciplina y su interés particular en la formación del sujeto, para que de esta manera no se minimice o reduzca la importancia educativa de las disciplinas y por otro lado realmente se realice una reconfiguración curricular para establecer los vínculos necesarios para la interdisciplinariedad.

Algunos autores como García, et al. (2018), refieren que la educación STEM se puede entender “en el contexto de las ciencias integradas, como una aproximación para la enseñanza de las ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas de forma interdisciplinar, donde la rigurosidad de los conceptos científicos es desarrollada mediante actividades didácticas inmersivas aplicadas al mundo real” (p. 39). Por esto, se puede afirmar que una experiencia

STEM brinda a los estudiantes la oportunidad de aplicar las competencias y los conocimientos aprendidos de las diversas disciplinas de una manera auténtica, relevante, interdisciplinaria y colaborativa, permitiendo el desarrollo del pensamiento crítico y la creatividad para la resolución de problemas reales.

#### **5.4 Estrategia didáctica de indagación**

Se entiende por estrategia didáctica todas aquellas acciones, técnicas y métodos que se planifican con intencionalidad para el proceso de enseñanza y aprendizaje. En efecto son aquellos procedimientos adaptados que realizan y emplean los docentes para favorecer los aprendizajes significativos en los estudiantes. Además, incluyen la planeación y gestión de los espacios, materiales y tiempos, y el uso de métodos y técnicas que faciliten los objetivos de aprendizaje.

La indagación como estrategia didáctica tiene como finalidad capacitar al estudiante para que este sea protagonista en la construcción de su conocimiento, logrando que sea sujeto independiente, creador y capaz de buscar respuestas sobre fenómenos, preguntas y/o situaciones problema. En la búsqueda de dicha respuesta a los interrogantes generados, es necesario recurrir al uso de diversas herramientas que promuevan la curiosidad, la imaginación, las preguntas y respuestas; dichas herramientas según Reyes y Padilla (2012) son el laboratorio; los reportes de investigación; la recolección, interpretación y discusión de datos; el uso de la tecnología, entre otros.

Gallego y Márquez (2015) plantean seis habilidades científicas que son consideradas como esenciales para el desarrollo de procesos de indagación, las cuales son: i) identificar preguntas y conceptos que guían las investigaciones científicas; ii) diseñar e implementar investigaciones científicas; iii) promover el uso de tecnología y matemática para mejorar investigaciones y comunicaciones; iv) formular y elaborar explicaciones y modelos científicos usando la lógica y la evidencia; v) reconocer y analizar explicaciones y modelos alternativos y vi) comunicar y defender un argumento científico.

Desarrollar dichas habilidades no es un proceso que se adquiere instantáneamente, sino que es un procedimiento paulatino que da cuenta de algunos niveles en los que se ha clasificado todo el proceso de aprendizaje por medio de la indagación. Dichos niveles son:

*Indagación confirmatoria:* basada en la confirmación de leyes y teorías científicas.

*Indagación estructurada:* los estudiantes son conducidos por las instrucciones del facilitador durante la investigación.

*Indagación guiada:* el rol del facilitador se caracteriza por guiar mediante preguntas el proceso de indagación.

*Indagación abierta:* los estudiantes deben ser capaces de plantear sus propias preguntas de investigación.

Independientemente del nivel en el que se sitúe el aprendizaje por indagación es importante tener en cuenta el papel que cumple el facilitador, ya que:

El estudiante debe apoyarse en el facilitador de tal forma que vea en él a un guía más que a un experto que contiene todas las respuestas. En la fase más alta de la indagación, se podrían considerar ambos como compañeros de investigación en un mismo proceso por contestar una pregunta que haya surgido del interés del estudiante. Aún con esto, el estudiante debe estar consciente de que no existe un solo camino o un camino completamente adecuado por el cual se deba realizar una indagación. (Gallego & Márquez, 2015, p. 24)

El docente/facilitador cumple un papel importante en el desarrollo de la estrategia didáctica basada en indagación, puesto que, como lo menciona García y Furman (2014):

(...) la importancia del rol docente para diseñar situaciones de aprendizaje que motiven a los estudiantes a preguntar como parte fundamental de su trayecto formativo y que los sitúe como protagonistas de la construcción de conocimiento en la escuela, contribuyendo con la creación de hábitos que favorezcan la imaginación, la creatividad y el pensamiento colectivo. (p. 89)

Considerando que según Furman (2008) las preguntas son el punto de partida de la indagación, las cuales dependiendo del nivel pueden ser planteadas por el profesor o por el estudiante, es pertinente determinar el tipo de interrogantes que se pueden abordar específicamente en la enseñanza de las ciencias, y para ello se señala la clasificación que realizó Harlen (2004): i) preguntas que expresan sorpresa o interés; ii) preguntas que piden información; iii) preguntas filosóficas o complejas y iv) preguntas investigables. Dentro de esta categorización el autor afirma que todas las preguntas son válidas, sin embargo, las más interesantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje son las preguntas que se prestan para realizar investigaciones a través de la experiencia.

Hablar de indagación implica necesariamente recurrir a las preguntas problema; para esto, primero se hablará del concepto de pregunta para luego definir las preguntas problema.

Un problema surge de aquellas experiencias o circunstancias donde la respuesta implica una investigación más allá de la simple observación. Según Lopera (2012) un problema es una situación no resuelta, es una indeterminación que debe ser sometida a investigación.

Ahora, para definir lo que es una pregunta Becerra (2006) dice que “(...) es la expresión de un estado “a posteriori” de la persona ante una situación previa de dificultad, desconcierto, duda o desconocimiento, que de manera inicial se presenta, descubre o se propone según sea el caso” (p. 11).

En conclusión, la pregunta nace del no saber, nace a causa de los problemas que se encuentran inicialmente y para el planteamiento de preguntas existe indudablemente un problema.

## **5.5 Unidades didácticas**

La unidad didáctica (UD) es una herramienta fundamental para todo maestro que quiere impartir los conocimientos de su área y que busca lograr actuaciones significativas en contextos de relevancia y conocimientos específicos centrales que enmarcan una intencionalidad pedagógica.

Se entiende por unidad didáctica, la organización de los contenidos de enseñanza de forma contextualizada, organizada y estructurada, con el propósito de verificar el logro del aprendizaje por parte de los alumnos, en palabras de autores como Gómez y Torres (2017):

Una Unidad didáctica es un conjunto de elementos pedagógicos dispuestos organizadamente para desarrollar una clase en un tiempo, espacio y contexto determinados. Si bien tradicionalmente se ha entendido este componente educativo como la estructuración simple de un tema para implementar en el aula, en realidad la Unidad didáctica es mucho más. Esta debe tener en cuenta no solo los contenidos a trabajar, sino que también ha de considerar los objetivos procedimentales y valorativos necesarios para desenvolver la clase. (p. 43)

En consecuencia, en las unidades didácticas se expresa la intencionalidad y los objetivos de enseñanza que el maestro desea impartir, siendo estos a su vez un reflejo de los saberes que tenga el docente sobre dicha disciplina, más allá de las orientaciones curriculares que se plantean o establecen desde el mismo Estado. Ahora bien, con respecto a los aspectos metodológicos, la Federación de Enseñanza de CC.OO. de Andalucía (2010), enfatiza en que:

Esta forma de organizar conocimientos y experiencias debe considerar la diversidad de elementos que contextualizan el proceso para regular la práctica de los contenidos, seleccionar los objetivos básicos que pretende conseguir, las pautas metodológicas con las que trabajará, las experiencias de enseñanza-aprendizaje, y los mecanismos de control del proceso de enseñanza-aprendizaje necesarios para perfeccionar dicho proceso (p. 1).

Este aporte indica dos aspectos fundamentales a la hora de diseñar una unidad didáctica: en primer lugar, al mencionar que es contextualizada revela que estas no son de carácter universal, es decir, cada unidad se diseña específicamente para un grupo y estudiantes particulares, lo cual es pertinente cuando se pretende que cada estudiante construya su propio conocimiento; En segundo lugar, los aspectos de diseño y metodología se refieren a los planteamientos que debe tener presente el docente: qué enseñar, para qué enseñar y cómo hacerlo, y con base en estos criterios seleccionar las actividades más convenientes para cumplir con dicho objetivo. En la tabla 2 se exponen dos preguntas que indica la autora Couso (2013), las cuales pueden servir como guía a la hora de construir una unidad y que son encaminadas en estos dos cuestionamientos:

**Tabla 2**

Interrogantes que Pueden Guiar la Construcción de Unidades Didácticas.

<b>Preguntas orientadoras</b>	<b>Solución a las preguntas</b>
¿Qué queremos que los alumnos aprendan, teniendo en cuenta para qué queremos que lo aprendan?	Tiene que ver con el objetivo global (competencial) que persigue la UD, así como con sus objetivos de aprendizaje y contenidos concretos.
¿Qué les haremos pensar, comunicar, hacer y sentir/ser para que lo aprendan?	Se relaciona primordialmente con las actividades de enseñanza y aprendizaje, en concreto con su selección y secuenciación.

Se puede inferir que la construcción de unidades didácticas es un proceso planificado y organizado, que requiere de gran esfuerzo y dedicación por parte del profesorado.

Con base en lo anterior, es importante analizar las actuaciones que se quieren promover en contextos determinados y especificar qué conocimientos se quieren movilizar a partir de unidades didácticas por competencias. Asimismo, en cuanto al diseño de unidades didácticas no hace falta pensar en diversidad de contenidos, pues desde la perspectiva competencial lo importante no es la eficiencia cuantitativa, sino la calidad con la que se pueda profundizar en temáticas específicas.

## 6 Metodología

### 6.1 Enfoque

Teniendo presente que la investigación cualitativa parte de conceptos orientadores y no de teorías formales, la presente investigación permite enfocarse en las experiencias y significados que le dan tanto los investigadores como los sujetos participantes a las actividades que fueron llevadas a cabo en el aula, a través del acercamiento al contexto escolar para comprender las dinámicas que allí se inscribieron y pensar en propuestas transformadoras a partir de los conceptos básicos que enmarcaron la propuesta investigativa. En esta línea, Sánchez (2005) postula que

la investigación cualitativa se puede definir como la conjunción de ciertas técnicas de recolección, modelos analíticos normalmente inductivos y teorías que privilegian el significado de los actores, el investigador se involucra personalmente en el proceso de acopio, por ende, es parte del instrumento de recolección. Su objetivo no es definir la distribución de variables, sino establecer las relaciones y los significados de su objeto de estudio. (p. 4)

Se usa el método inductivo de investigación, debido a que este se basa en la observación de hechos, sucesos y evidencias, en este caso ocurridas en el contexto educativo de la Institución, los cuales se registran, se analizan y se contrastan luego con otros enfoques teóricos. Con la información obtenida, se establecieron patrones y se hicieron generalizaciones para inferir de todo lo anterior una explicación o una teoría. Este método de investigación permite obtener conclusiones que pueden someterse a consideraciones, pruebas y mecanismos de validación que, posteriormente, conduzcan conclusiones más precisas y que toman mayor fuerza.

### 6.2 Tipo de investigación

Se hizo uso de los métodos y herramientas establecidas en un tipo de investigación denominada *Investigación Basada en Diseño* (en adelante IBD), la cual se orienta en la innovación educativa que tiene como objetivo introducir nuevos elementos que permitan la transformación de situaciones concretas para responder a problemas detectados en la realidad

educativa. Para esto se diseñan paquetes didácticos, materiales, estrategias didácticas, métodos de enseñanza, planes de organización escolar, unidades didácticas, etc. Dichas herramientas a través de un proceso de validación pueden ser mejoradas para luego ser difundidas en contextos escolares.

Se usó la IBD debido a que este enfoque de investigación va dirigido hacia la generación de conocimiento que contribuya a mejorar la calidad de las prácticas de enseñanza y aprendizaje aplicados en un ámbito educativo. La IBD se enmarca en un estudio de campo en el que “un equipo de investigación interviene en un contexto de aprendizaje particular para atender, mediante un diseño instructivo, al logro de una meta pedagógica explícitamente definida” (Rinaudo & Donolo, 2010, p. 3)

Particularmente en la investigación se hizo uso de la IBD en el rediseño de las actividades que se realizaron con los niños, después del análisis y la reflexión de las prácticas y de los documentos base que justificaron la nueva propuesta de diseño de la unidad didáctica.

#### Sujetos participantes

La experiencia de la práctica pedagógica se realizó desde febrero hasta noviembre del año 2020. Durante el mes de febrero la práctica se inició de manera presencial, pero a partir del mes de marzo hubo un periodo de cese de actividades debido a la emergencia sanitaria que se presentó a nivel mundial a causa del virus Sars-cov-2. Sin embargo, a partir de abril se retomaron las clases, pero estas fueron desde la virtualidad en modalidad de trabajo en casa.

Debido a que la práctica se desarrollaría en básica primaria, los asesores hicieron la elección del grado segundo de primaria de la Institución para esta investigación particular. Este grado estuvo conformado por dos grupos en los cuales se presentó un promedio de cuarenta estudiantes por aula y de estos aproximadamente veinte de cada grupo se conectaron a los encuentros virtuales sincrónicos, mientras que a los estudiantes restantes se les dificultó la conectividad por falta de recursos económicos, porque tuvieron que emigrar a otros municipios o también debido a la falta de equipos tecnológicos en la casa cuando eran varios hermanos los que estuvieron cursando su año escolar desde la virtualidad.

Habiendo hecho esta corta contextualización de la participación de los estudiantes en las clases, se destaca que los sujetos participantes fueron particularmente los niños que

estuvieron asistiendo a las clases virtuales sincrónicas, porque a partir de la interacción que se dio con ellos se logró hacer el ejercicio de observación y análisis de las actividades que se planearon. Otros niños no se pudieron conectar de manera virtual por lo que la institución les hizo entrega de guías físicas diseñadas, para el caso de ciencias y matemáticas, bajo un enfoque integrado.

Se hace la claridad de que no hubo accesibilidad por parte de los investigadores a las guías resueltas y tampoco se tuvo la oportunidad de tener un acompañamiento a los niños para la solución de las guías en caso de que se tuviera duda alguna. Por este motivo, para la investigación no se tomaron registros de los niños, sino que se hizo uso solo de las notas de campo realizadas en las que no se reveló el nombre de niño alguno.

#### Técnicas de recolección de información

Antes de indicar las técnicas empleadas, cabe señalar la diferencia entre técnica e instrumento ya que de ello depende gran parte de los objetivos: la técnica es entendida como todos los procedimientos por los cuales se recogerá la información y/o datos necesarios para cumplir con los objetivos planteados inicialmente, mientras que los instrumentos son todas aquellas herramientas físicas que utiliza la técnica para tener la mayor exactitud posible en la obtención de la información. Teniendo en cuenta esta diferencia, a continuación, mencionamos las técnicas utilizadas en el presente trabajo: Observación participante y Análisis de documentos.

Se justifica la observación participante debido a que durante la práctica pedagógica los investigadores compartieron de forma directa con los estudiantes del grado correspondiente, mediante la asistencia en un principio al centro educativo en calidad de profesores practicantes y luego en la modalidad virtual como responsables de las clases de Ciencias naturales y matemáticas.

Como complemento a la técnica de observación participante se optó por el análisis de documentos, teniendo presente que se hizo un rastreo bibliográfico (contando con los documentos institucionales) en el cual se hizo selección del material que estaba en relación con la temática de la presente propuesta investigativa y posteriormente se examinaron los documentos para encontrar los elementos esenciales de cada uno y las relaciones existentes con otros documentos que lograron aportar contenido a este trabajo interdisciplinar.

El análisis documental, como su nombre lo indica, se basa principalmente en la información que se recoge o consulta en documentos, trabajos, artículos, etc. entendiéndose como todo material de índole permanente, al que se puede acudir como referencia o fuente de información en cualquier momento o lugar, sin que se altere su contenido y que dé cuenta de una realidad o acontecimiento (Hernández et al., 1987).

La investigación documental partió de la búsqueda y recolección de información para lograr caracterizar los elementos de una estrategia didáctica de indagación que promoviera la integración interdisciplinar de áreas como matemáticas y ciencias naturales. Lo que a su vez permitió diseñar material educativo, como una unidad didáctica para la promoción de un aprendizaje interdisciplinar en el marco de la práctica pedagógica en la Institución.

Lo anterior se logra a través de la realización de esquemas como cuadros sistematizadores y categorías que permitió manejar la información de una forma estructurada y organizada.

#### Criterios de confiabilidad y validez

La información obtenida a partir de las técnicas e instrumentos utilizados fue sometida a un proceso de triangulación de investigadores, el cual consiste en palabras de Hernández (2010) en que “varios observadores y entrevistadores recolecten el mismo conjunto de datos, con el fin [de] obtener mayor riqueza interpretativa y analítica” (p. 476). Dicho proceso facilitó la reducción de sesgos frente a la información recolectada a partir del ejercicio de observación consignado en cada una de las bitácoras, pues de esta manera se logró adquirir más objetividad en el análisis para el rediseño de las actividades. La revisión de los registros se justifica en lo que expresa Stake (1998) cuando dice que “[para] afianzar nuestra confianza en nuestra interpretación, podemos completar la observación directa con la revisión de registros anteriores que permita clarificar y anular algunas influencias externas, la triangulación nos obliga una y otra vez a la revisión” (p. 99).

El análisis de la información de la investigación se realizó a través del análisis de contenido “(...) que tiene por objeto facilitar los datos que caracterizan el contenido del documento de una forma clara y concisa” (Castillo, 2005, p.14). En el caso del primer objetivo específico, con respecto a los documentos institucionales (malla curricular) se seleccionaron los temas e indicadores de desempeño que se sustentaron con las competencias y el documento de Estándares básicos de competencias del MEN (2006); esto con el fin de

analizar e identificar preguntas problema y fenómenos que permitieron el diseño de actividades para la integración de las áreas de ciencias naturales y matemáticas.

En el segundo objetivo específico se realizó una categorización de algunos documentos que relacionaban los conceptos clave de constructivismo, indagación e interdisciplinariedad, con el fin de orientar y proponer nuevas ideas para la investigación en cuestión. Dicha categorización se realizó mediante un cuadro de síntesis que permitió clarificar de qué manera otros autores han intentado abordar propuestas de integración interdisciplinar bajo la estrategia didáctica de indagación.

Por último, en el tercer objetivo específico se diseñó una guía pedagógica partiendo de uno de los fenómenos sugeridos en el cuadro sistematizador del primer objetivo y teniendo en cuenta los lineamientos que se realizaron en el segundo objetivo.

## 7 Resultados

### 7.1 Relaciones entre contenidos curriculares y fenómenos: una exploración

Para lograr la identificación de fenómenos o preguntas problema mencionadas en el objetivo específico 1 el cual consiste en la Identificación de algunos fenómenos y preguntas problema que permiten la interdisciplinariedad de las áreas de Ciencias Naturales y Matemáticas en relación con la malla curricular, se presentara un cuadro sistematizador donde se consignan algunas propuestas de ideas que podrían ser implementadas posteriormente por maestros en el diseño de unidades didácticas.

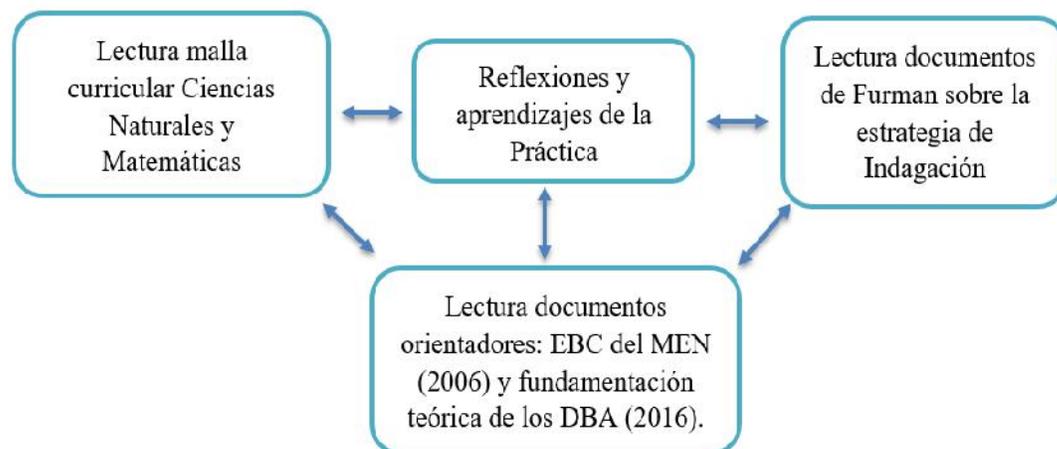
Para la constitución de la estructura de la tabla se partió de la secuencia propuesta por Gellón, et al. (2005); en dicha propuesta se consideran los elementos: fenómeno idea terminología, para la exploración de un tema específico en clase de ciencias. Esta secuencia permite al estudiante tener ideas y comprender el concepto en cuestión antes de ponerle nombre a los fenómenos; dicho esto, la secuencia constituye un aspecto relevante dentro de la estrategia didáctica de la indagación, ya que se brinda el espacio en donde el estudiante puede llegar a conclusiones y reflexiones en las que es un sujeto activo en su proceso de aprendizaje en la medida en la que interpreta o comprende las ideas implícitas en los fenómenos o preguntas para lograr la interiorización de conceptos clave de ciencias naturales y matemáticas.

En el cuadro sistematizador se presenta una división de siete columnas, las cuales fueron pensadas a través de la revisión y lectura de documentos base como: i) la malla curricular de Ciencias Naturales y Matemáticas de grado segundo de la Institución ; ii) los Estándares Básicos de competencias (en adelante EBC) del MEN (2006) para el grado 2° ; iii) la fundamentación teórica de los Derechos básicos de aprendizaje (en adelante DBA); y iv) los documentos de la investigadora en educación Melina Furman. También se tuvo en cuenta los aprendizajes y las reflexiones que se realizaron durante la práctica pedagógica en el rol de observadores participantes, los cuales representaron una fuente de información relevante a la hora de escoger y orientar los fenómenos y preguntas problema que se desarrollaron en este objetivo.

A continuación, se presentará un gráfico que ilustra los elementos clave que se utilizaron para la construcción y consolidación del cuadro sistematizador.

**Figura 1**

Elementos Clave para la Construcción del Cuadro Sistematizador



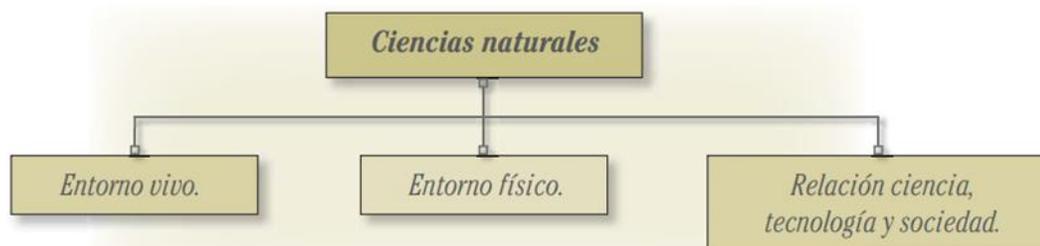
Para la exploración de los documentos que sustentan cada eje del cuadro sistematizador, inicialmente se realizó la revisión y la lectura de la malla curricular de la Institución y posteriormente se revisaron los documentos del MEN. Con esta claridad, se procede a justificar la elección de los entornos, conceptos, subtemas y demás ítems que aparecen en el cuadro sistematizador.

**-Entornos**

Para la elección de los entornos se ha tomado como base el documento de los EBC del MEN (2006), en el cual definen los entornos como las acciones de pensamiento necesarias para la promoción del conocimiento de las ciencias naturales. Las acciones que se proponen se relacionan con los fenómenos o preguntas problema en la medida en la que ambos buscan facilitar el conocimiento propio de las ciencias naturales. Por esto, se ha tomado como tema principal los entornos de manera que estos puedan abarcar subtemas que logren conectarlos con los fenómenos o preguntas problema.

**Figura 2**

Entornos sobre los Cuales se Inscriben Cada uno de los Subtemas del Cuadro  
Sistematizador



*Nota. Tomado del MEN, (2006, p.114)*

Estos entornos sugeridos por el MEN se pusieron en diálogo con los entornos que aparecen en la malla curricular de grado segundo de la Institución los cuales son: Entorno vivo; Entorno físico y Entorno químico. Aunque este último entorno no se menciona de forma directa en el MEN, dicho entorno se encuentra como subdivisión del entorno físico ya que este se divide en procesos químicos y procesos físicos.

La revisión de la malla curricular y los documentos orientadores del MEN (2006), permitieron identificar algunas diferencias que radican en la selección de los entornos, pues por un lado la Institución propone los entornos: vivos, físico y químico para la enseñanza de las ciencias en el grado segundo y desde el MEN (2006) se determinan los entornos físico, vivo y la relación ciencia tecnología y sociedad para el trabajo diferenciado según los entornos en el aula.

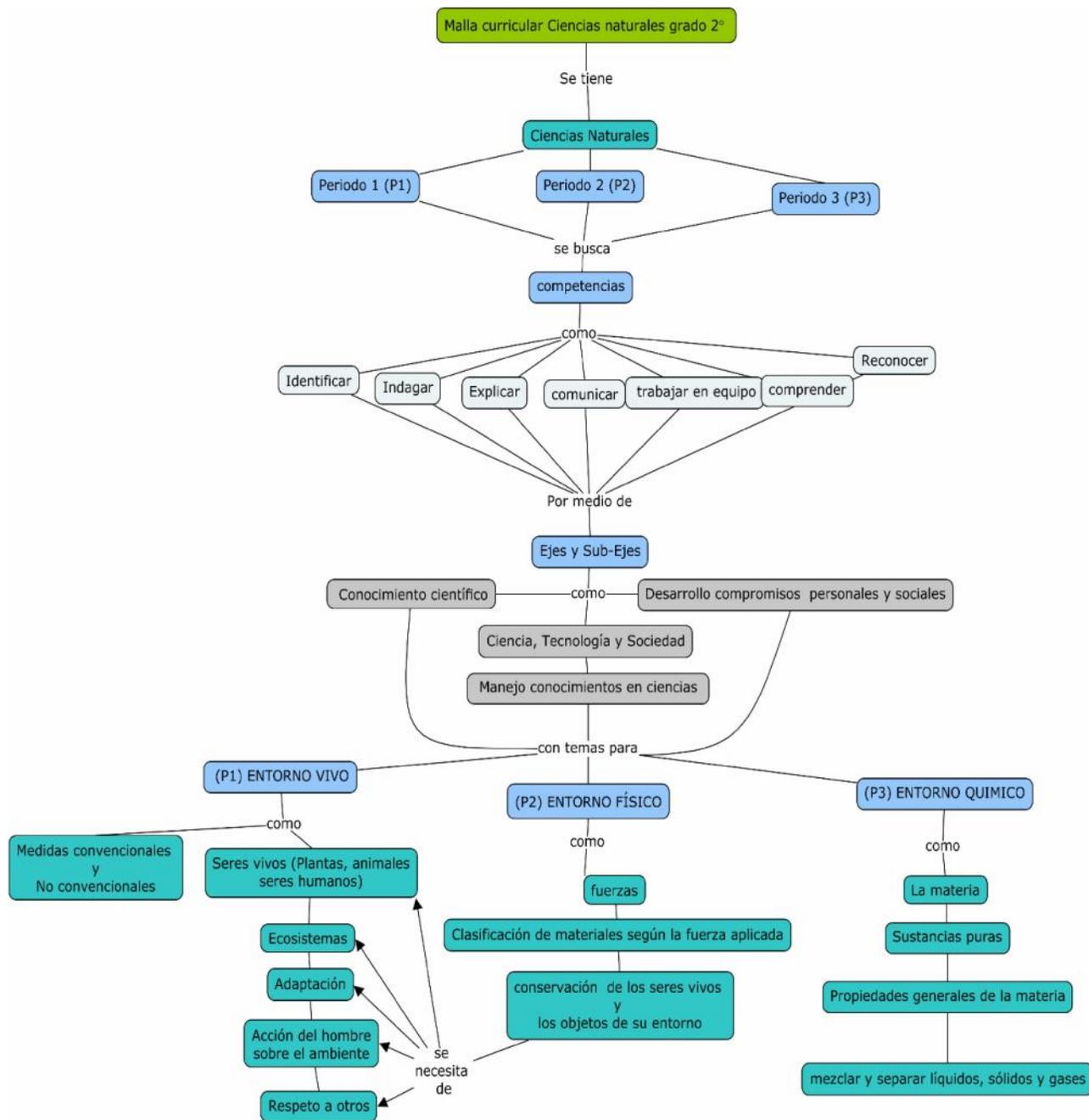
**-Subtemas**

Los subtemas presentados se han elegido teniendo en cuenta las mallas curriculares propuesta para el grado segundo en las áreas de Ciencias naturales y Matemáticas de la Institución; el contenido presentado en dichas mallas se ha puesto en relación con los entornos previamente elegidos, determinando que subtemas podrían ajustarse a cada uno de los entornos propuestos. Para esto, inicialmente se elaboraron dos mapas que condensan la

información de las mallas curriculares de cada una de las áreas (matemáticas y ciencias naturales) los cuales pueden observarse a continuación:

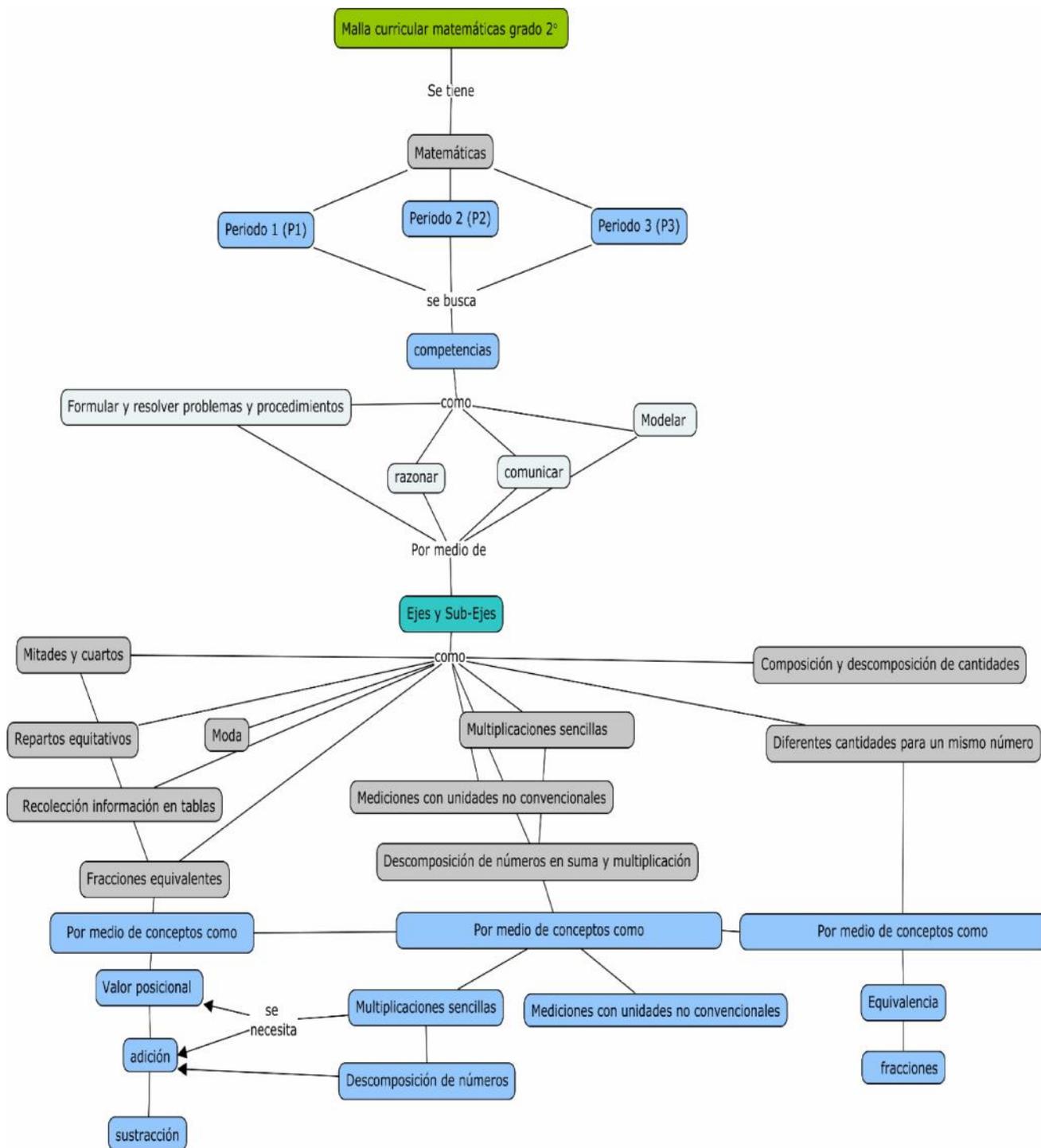
**Figura 3**

Síntesis de la Malla curricular de Ciencias Naturales de la Institución.



**Figura 4**

Síntesis de Malla Curricular de Matemáticas de la Institución

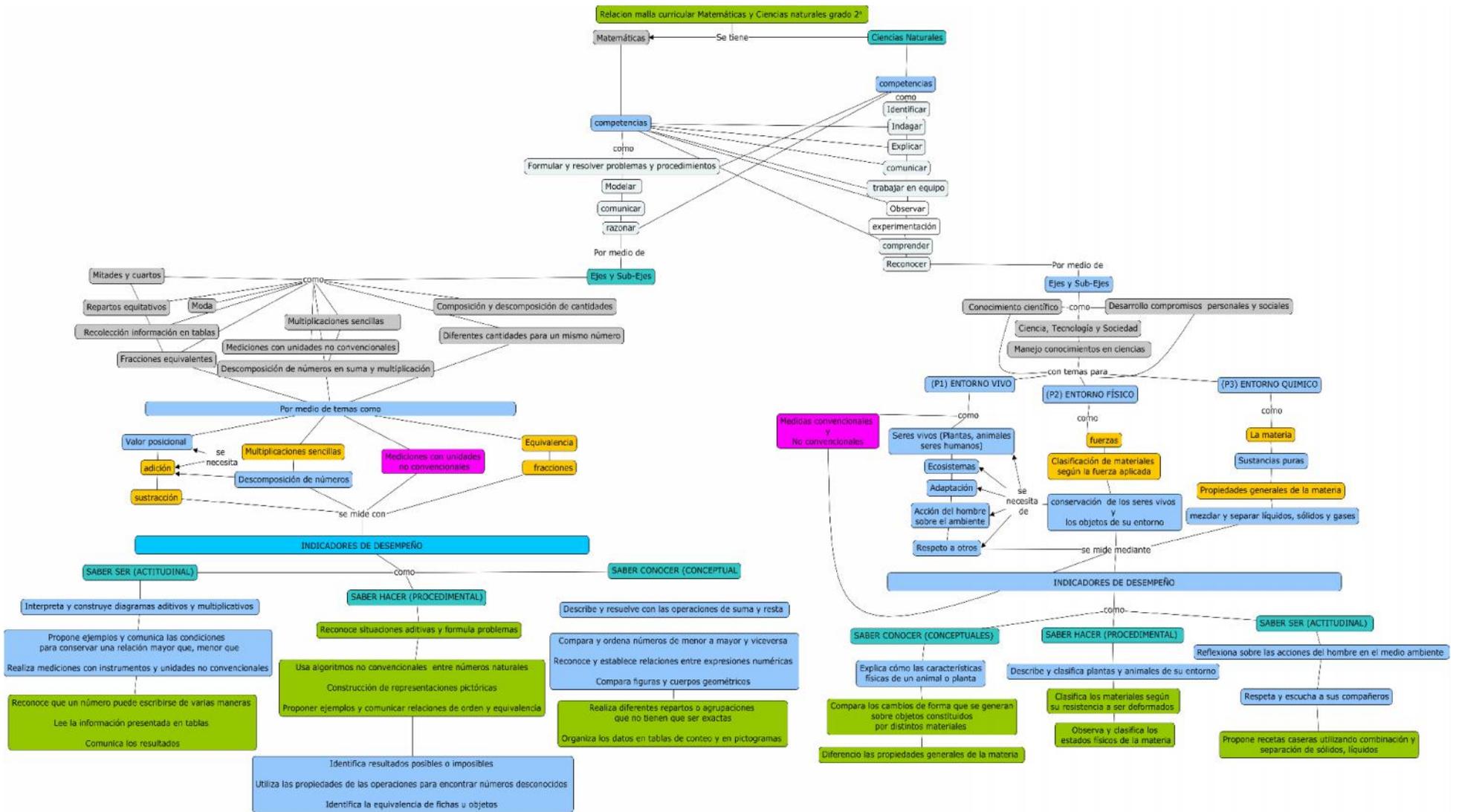


En la lectura de las mallas se identifican algunas relaciones entre las áreas de Ciencias naturales y Matemáticas que permiten la integración a partir de procesos y temas que guardan correspondencia entre sí; dicha identificación favoreció el planteamiento de algunas

preguntas problema. Estas relaciones entre las mallas de ciencias naturales y matemáticas se presentan en el siguiente gráfico:

***Gráfico 5***

Relaciones entre Matemáticas y Ciencias Naturales a Partir de la Malla Curricular para el Grado Segundo de la Institución



Conforme al mapa de relación entre las mallas curriculares de ciencias naturales y la malla curricular de matemáticas se observa que ambas presentan ciertas temáticas que pueden ser integradas como, por ejemplo: el tema de medidas convencionales y no convencionales, al igual que el tema de equivalencias, fracciones y fuerzas, adición y sustracción, y propiedades de la materia. En cuanto a las competencias se identificaron conexiones que desde el área de ciencias naturales se pueden aplicar para el área de matemáticas y viceversa, entre las que se encuentran formular y resolver problemas, razonar, indagar, explicar, comunicar, trabajar en equipo, observar y comprender.

Con respecto a los temas e indicadores se establecieron por medio del uso de colores las posibles relaciones directas e indirectas de las mallas. En ese sentido; el color fucsia representa la relación directa que se presenta en ambas mallas con el tema de medidas convencionales y no convencionales, el color amarillo representa los temas que, aunque no están con el mismo nombre, tienen potencial para ser integrados, es decir, su contenido se presta para ser aplicados de manera conjunta, ejemplo de ello están los temas de equivalencias y fracciones en matemáticas con fuerzas y propiedades de la materia en ciencias naturales. El color verde nos muestra la relación que se establecieron entre los indicadores, se eligieron esos indicadores porque estos responden a los temas que se seleccionaron con posibilidad de integración.

**Tabla 3**

Conexión de los Contenidos de las Mallas Curriculares

<b>Tipos de relación y colores asociados</b>	<b>Color</b>	<b>Descripción</b>
Relaciones directas entre temas		Indica temas que están denominados bajo el mismo nombre en ambas mallas curriculares.
Relaciones indirectas entre temas		Representa los temas que, aunque no están con el mismo nombre, tienen potencial para ser integrados, es decir, su contenido se presta para ser aplicados de manera conjunta
Relaciones entre indicadores		Permiten medir el desempeño de los temas que se seleccionaron con posibilidad de integración.

**Fenómenos-preguntas problema**

En la tercera columna dentro del cuadro se procede a definir e identificar algunos de los fenómenos y preguntas problema que están acordes a los subtemas y entornos en los cuales están inscritos. Para la elección de los fenómenos o las preguntas problema se partió de la sugerencia de Furman, et al. (2005) de que “(...) una excelente práctica para todo docente (...) es tratar de indagar cuáles son las evidencias empíricas de cada concepto que se quiere enseñar”. (p. 36), por esto se eligió el subtema que se quiere tratar con los estudiantes (previamente ya seleccionado en el cuadro) y a partir de esta elección se indagó sobre las evidencias empíricas con la cuales el estudiante puede observar, experimentar, medir, etc. Para lograr llegar a soluciones o explicaciones coherentes y afines con la indagación en cuestión. Se resalta además que, la experiencia con los niños en la práctica pedagógica permitió reflexionar sobre las actividades que se plantearon en clase para tomar decisiones en cuanto a las preguntas y los fenómenos a presentar en el aula; una de dichas reflexiones corresponde al uso de experimentos como recurso para despertar la curiosidad

en los niños e impulsar la conexión y relación de conocimientos de diferentes áreas para la resolución de preguntas problema.

### **Contenido Ciencias naturales**

En la cuarta columna aparecen los contenidos que se pretenden abarcar en cada fenómeno o pregunta, los cuales fueron seleccionados de la malla curricular del colegio para el grado segundo (ver gráfico 1).

Para la investigadora Furman (2014) aprender ciencias implica tener en cuenta dos acepciones del concepto ciencia: el primero es la ciencia como producto y el segundo es la ciencia como proceso; estos dos perfiles son inseparables ya que el primero se refiere al conjunto de conocimientos que la sociedad ha construido a lo largo de los años y el segundo al modo de conocer la realidad a través de la cual se genera el conocimiento.

La ciencia como proceso involucra no solo conceptos sino también competencias que permiten conocer los modos de hacer y pensar la ciencia. Por esto, es importante pensar en las competencias a desarrollar durante una actividad en clase, tal como lo menciona Furman (2014):

Identificar qué competencias queremos enseñar cuando realizamos una actividad con los alumnos es fundamental para que las clases prácticas dejen de ser simplemente momentos de poner “manos a la obra” para convertirse en oportunidades de poner las “mentes en acción”. En general, es más sencillo comenzar por identificar los conceptos que queremos enseñar y, a partir de ellos - y de comenzar a imaginarse maneras de enseñarlos- definir las competencias. (p.14).

### **Actividad matemática**

Para la elección de la actividad matemática que se relaciona con el fenómeno o pregunta problema establecido, se tomó como base la malla curricular del área de Matemáticas de la Institución (ver gráfico 2) donde se indican los contenidos y procesos a desarrollar en el grado segundo.

### **Competencias matemáticas y científicas**

A partir de la premisa de Furman (2014) sobre la importancia de definir las competencias de los conceptos a enseñar, se ha establecido una sexta columna en el recuadro que permite identificar qué competencias se espera trabajar con los niños en cada fenómeno descrito.

Para la identificación de las competencias de ciencias naturales y matemáticas, primero se retomó el término de competencia según el MEN y luego se hizo mención de las competencias que se tienen en cuenta para las pruebas saber, tal como aparecen en el documento de fundamentación teórica de los DBA (V2) y de las Mallas de Aprendizaje en los componentes de matemáticas y ciencias naturales (2016).

Las competencias que se presentan en la investigación tienen como finalidad garantizar que se pueda promover un desempeño eficaz y contextualizado de acuerdo a los fenómenos que son viables para el trabajo con los estudiantes del segundo grado de primaria.

En el área de matemáticas, el MEN (2016) asegura que las competencias, en conjunto con los contenidos matemáticos y los procesos “constituyen el desarrollo del pensamiento matemático en la escuela” (p. 27).

Las competencias en matemáticas incluyen: i) Razonamiento y argumentación, que se promueven por una situación problema para el desarrollo de una actitud mental que permite crear estrategias para resolver, verificar e interpretar resultados. ii) Modelación, planteamiento y resolución de problemas. Respecto a la modelación, esta permite determinar las variables a utilizar para establecer modelos matemáticos de distintos niveles de complejidad para hacer predicciones y obtener resultados que puedan ser analizados respecto a condiciones iniciales. iii) Comunicación y representación, las cuales son la base fundamental en cualquier actividad humana sobre todo en la actividad matemática, pues en la interacción con los otros y en la solución de problemas es donde la actividad matemática toma forma.

La comunicación puede ser en torno a ideas con y sobre los números, cantidades, cambio y variación, o puede darse en diversos lenguajes sobre trayectorias y objetos o incluso usando simbología y lenguaje propio de la estadística y el pensamiento lógico.

Por otro lado, en relación al área de Ciencias naturales el documento de fundamentación teórica de los DBA (v2) (2016), hace referencia a tres competencias, las cuales son: i) el uso comprensivo del conocimiento científico, el cual capacita a los estudiantes para reconocer y diferenciar fenómenos (respecto a nociones, conceptos, teorías y modelos); ii) La explicación de fenómenos, que hace alusión a la capacidad para construir y comprender argumentos,

representaciones o modelos; iii) la indagación, con la cual es posible plantear preguntas y procedimientos para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información importante que permita dar respuesta a interrogantes que se hayan generado.

A continuación, se presenta un gráfico que explicita las competencias identificadas en el documento de fundamentación de los DBA (2016) para ciencias naturales y matemáticas:

**Tabla 4**

Competencias científicas y matemáticas

<b>Competencias</b>	
<b>Científicas (C.C.)</b>	<b>Matemáticas (C.M.)</b>
<i>Uso comprensivo del conocimiento científico</i>	<i>Razonamiento y argumentación</i>
<i>Explicación de fenómenos</i>	<i>Modelación, planteamiento y resolución de problemas.</i>
<i>Indagación</i>	<i>Comunicación y representación</i>

### **Indicadores de desempeño**

En la sustentación de la séptima y última columna elaborada en el cuadro aparecen los indicadores de desempeño para cada uno de los fenómenos o preguntas problema. Dichos indicadores han sido tomados a partir de la malla curricular de la Institución (Ver gráfico 3 y 4) de acuerdo a los contenidos que se abarcan en cada una de las propuestas de los entornos.

En la séptima columna se unen tanto los indicadores de desempeño de Ciencias naturales como los de Matemáticas, para su diferenciación se inicia colocando el área a la cual pertenecen los indicadores mencionados; por otro lado, se colocan las iniciales del indicador de desempeño los cuales son: **SH-P** Saber hacer (procedimental); **SS-A** Saber ser (actitudinal) y por último **SC-C** Saber conocer (conceptual).

### **Proposición de ideas para implementar la indagación con una integración interdisciplinar en unidades didácticas**

El propósito del cuadro sugerido es hacer evidentes relaciones entre ambas áreas de conocimiento que no se han concebido en las prácticas institucionales ya que durante las prácticas se observó que las clases privilegian la memorización y mecanización de procedimientos y conceptos mediante actividades que tiene un orden en particular así: las maestras generalmente iniciaban presentando y explicando determinado concepto para posteriormente compartir algunos ejemplos afines y pedirle luego a los niños participar en preguntas relacionadas para corroborar que sí habían memorizado el concepto; finalmente modo de evaluación se les entregaba algún material que debían trabajar, en el cual se intentaba dar cuenta de que sí habían comprendido la idea que querían dar a conocer. En las clases nunca hubo integración de las áreas, de hecho, la distribución de la jornada se hacía en bloques, los cuales se destinaban a áreas particulares sin que estas se integrasen con otras áreas.

En un primer momento la directriz de la Institución para la integración disciplinar por parte de los practicantes debía ser a partir de los contenidos propuestos en la malla curricular. En este objetivo 1 se presenta otra alternativa de integrar las áreas partiendo no ya de contenidos sino de fenómenos y preguntas problema, debido a que se concluyó que partir de los contenidos para integrar áreas fue un ejercicio muy complejo que limitaba las ideas; dicho ejercicio se hizo evidente en la falta de conexión de temas en el desarrollo de las clases durante la práctica.

En este sentido, con la propuesta de integración de las áreas de matemáticas y ciencias naturales se pretende brindar nuevas ideas para lograr un diálogo de integración disciplinar por medio de la estrategia didáctica de indagación teniendo presente los documentos base bajo los cuales se rige la Institución.

El cuadro que se propone en este apartado tiene como objetivo el poder brindar algunas ideas sobre preguntas problema o fenómenos que puedan ser desarrollados en una integración interdisciplinar para el diseño de unidades didácticas.

### **Tabla 5**

Cuadro Propositivo para la Formulación y Explicación de Preguntas y Fenómenos

Entorno	Sub-tema	Fenómeno/pregunta problema	Contenido Ciencias naturales	Actividad Matemática	Competencias	Indicadores de desempeño
Entorno vivo	Plantas	<p>Crecimiento y desarrollo de una planta.</p> <p>¿Cuánto crece una planta en una semana y qué necesita para crecer?</p>	<p>Características generales de las plantas que las diferencian de otros seres vivos.</p>	<p><b>-Medir</b> el crecimiento del tallo y de la planta.</p> <p>- <b>Medir</b> la cantidad de agua que se le echa a la planta y la <b>cantidad</b> de tiempo expuesta al sol.</p> <p>- <b>Organizar datos en tabla.</b></p> <p>-Identifica qué elementos son <b>posibles</b> o <b>imposibles</b> para el desarrollo de la planta.</p>	<p>Explicación de fenómenos CC</p> <p>-Indagación CC</p> <p>-Razonamiento y argumentación CM</p> <p>-Comunicación y representación CM</p>	<p><b>Matemáticas:</b></p> <p>SH-P:</p> <p>-Identifica resultados posibles o imposibles</p> <p>SS-A:</p> <p>-Realiza mediciones con instrumentos y unidades no convencionales.</p> <p>-Lee la información presentada en tablas.</p> <p>-Comunica resultados.</p> <p><b>Ciencias naturales:</b></p> <p>SS-A:</p> <p>-Respeto y escucha a sus compañeros.</p> <p>SC-C:</p>

¿Qué sucede con el agua con la que se riega una planta?

Desarrollo de una planta

**Medir** la cantidad de agua que evapotranspira una planta.

**-Sistematizar la información en tablas.**

**-Identificar la posibilidad o imposibilidad de que las plantas evapotranspiren agua.**

-Indagación CC

-Uso comprensivo del conocimiento científico CC

-Razonamiento y argumentación CM

-Comunicación y representación CM

-Explica las características físicas de un animal o planta.

**Matemáticas:**

SH-P:

-Identifica resultados posibles o imposibles

SS-A:

-Realiza mediciones con instrumentos y unidades no convencionales.

-Comunica resultados.

**Ciencias naturales:**

SS-A:

-Respeto y escucha a sus compañeros.

SC-C:

-Explica las características físicas de una animal o planta.

<p>¿Cuánto tiempo tarda una semilla en brotar? (diferentes semillas)</p> <p>¿Todas las semillas tardan lo mismo en brotar?</p>	<p>Desarrollo de una planta</p>	<p><b>-Contar</b> los días en los que se desarrolló la semilla.</p> <p><b>-Sistematizar</b> la información <b>en Tablas o gráficos.</b></p> <p><b>-Sumar</b> los días en que demora en brotar la semilla.</p> <p><b>-Comparar</b> los días en que tarda una semilla ejemplo de frijol y otra de otro tipo.</p>	<p>-Comunicación y representación CM</p> <p>-Indagación CC</p> <p>-Explicación de fenómenos CC</p> <p>-Modelación CM</p>	<p><b>Matemáticas:</b></p> <p>SC-C:</p> <p>-Describe y resuelve con las operaciones de suma y resta.</p> <p>-Organiza los datos en tablas de conteo y en pictogramas</p> <p>SS-A:</p> <p>-Comunica resultados.</p> <p><b>Ciencias naturales:</b></p> <p>SS-A:</p> <p>-Respeto y escucha a sus compañeros.</p> <p>SH-P:</p> <p>-Describe y clasifica plantas y animales de su entorno.</p> <p>SC-C:</p> <p>-Explica las</p>
--	---------------------------------	--	--	--

<p>Entorno Físico/ Químico</p>	<p>Evaporación del agua.  ¿Se tiene la misma cantidad de agua al iniciar y al finalizar el calentamiento?</p>	<p>Estados de materia</p>	<p>de la</p>	<p><b>-Medir la cantidad</b> de agua al iniciar y al finalizar el calentamiento.  <b>- Medir la cantidad</b> de tiempo que demora en evaporarse el agua y comparar con diferentes cantidades de agua.</p>	<p>-Indagación CC -Argumentación CM -Comunicación y representación CM -Uso comprensivo del conocimiento científico CC</p>	<p>características físicas de un animal o planta.  <b>Matemáticas:</b> -SS-A: -Realiza mediciones con instrumentos y medidas no convencionales. SS-A: -Comunica resultados  <b>Ciencias naturales:</b> SH-P: - Observa y clasifica los estados físicos de la materia. SS-A: -Respeto y escucha a sus compañeros</p>
	<p><b>Lluvia</b></p>	<p>Ciclo del agua</p>		<p><b>-Sistematizar</b> en tablas la medición</p>	<p>-Explicación de fenómenos CC</p>	<p><b>Matemáticas:</b> SC-C:</p>

<p>¿siempre cae la misma cantidad de agua al llover? (<u>en un mismo espacio</u>)</p>	<p>Estados de la materia.</p>	<p>del agua que se realiza en varios días.</p>	<p>-Indagación CC -Comunicación y representación CM</p>	<p>-Organiza los datos en tablas de conteo y en pictogramas. SS-A: -Realiza mediciones con instrumentos y unidades no convencionales.</p>
<p>Forma del estado líquido. ¿Qué pasaría si deposita un líquido</p>	<p>Estados y formas que adopta la de la materia</p>	<p>-Comparar las formas que toma el agua al estar en estado líquido. -Identificar <b>figuras y cuerpos</b></p>	<p>-Razonamiento y argumentación CM -Comunicación y representación CM</p>	<p><b>Ciencias naturales:</b> -SS-A: Respeto y escucha a sus compañeros. SH-P: -Observa y clasifica los estados físicos de la materia.  <b>Matemáticas:</b> SC-C: Compara figuras y cuerpos geométricos SS-A:</p>

	<p>en un recipiente con forma geométrica definida?</p> <p>¿Qué pasaría si deposita un objeto en estado sólido en un recipiente con forma geométrica definida</p>		<p><b>geométricos</b> de los recipientes y la forma que adopta la materia.</p>	<p>-Indagación CC</p>	<p>-Comunica resultados.</p> <p><b>Ciencias naturales:</b></p> <p>SH-P:</p> <p>-Observa y clasifica los estados físicos de la materia</p> <p>SS-A:</p> <p>- Escucha a sus compañeros.</p>
<p>Entorno ciencia, tecnología y sociedad</p> <p>Huella ecológica.</p>	<p>¿Qué acciones podemos implementar en casa para reducir el consumo de agua y energía? (comparar cuenta de servicios de un mes antes y luego de la implementación de las acciones).</p>	<p>Acciones del hombre sobre el medio ambiente</p> <p>Impacto ambiental</p>	<p><b>Esquematizar (tablas o gráficos)</b> las acciones que se realiza en casa y el número de días que lo realiza o cantidad de horas.(depende de la acción a implementar)</p> <p>- <b>Medir</b> la cantidad de agua consumida en el mes anterior y el nuevo.</p> <p>-<b>Sumar</b> la cantidad de agua que se</p>	<p>-Comunicación y representación CM</p> <p>-Indagación CC</p> <p>-Uso comprensivo del conocimiento científico CC</p>	<p><b>Matemáticas:</b></p> <p>SC-C:</p> <p>- Organiza los datos en tablas de conteo y pictogramas.</p> <p>SS-A:</p> <p>- Lee la información presentada en tablas</p> <p>-Comunica los resultados</p> <p><b>Ciencias naturales:</b></p>

		consume en los 2 meses o más.		SH-P: -Reflexiona sobre las acciones del hombre sobre el medio ambiente
		- <b>Restar</b> la cantidad de agua consumida el mes nuevo y el anterior.		SS-A: - Escucha a sus compañeros.
		- <b>Medir</b> la <b>cantidad</b> de agua que gasta al cepillarse o hacer cierta actividad durante ciertos días.		
Reciclaje: ¿Cuál es el residuo que más se genera en mi clase?	Acciones del hombre sobre el medio ambiente. Impacto ambiental	-Usar <b>medidas de tendencia central (moda)</b> .	-Comunicación y representación CM -Indagación CC	<b>Matemáticas:</b> SC-C: -Organiza datos en tablas y pictogramas. SS-A: -Comunica resultados.
	Contaminación ambiental	-Analizar tablas de contingencia - <b>Sumar</b> la cantidad de residuos recolectados.		<b>Ciencias naturales:</b> SS-A: - Reflexiona sobre las acciones del hombre sobre el medio ambiente

Calcular la huella ambiental

Acciones del hombre sobre el medio ambiente

Hábitos amigables con el medio ambiente

- Usar relaciones de **mayor que - menor que** con respecto a los valores de los compañeros.

- **Sumar** el consumo de energía y agua (anual o por x meses)

-**Sumar** las personas que viven en el hogar.

-**Tabular datos en tablas**

-Indagación CC  
-Comunicación y representación

- Escucha a sus compañeros.

**Matemáticas:**

**SS-A:**

-Propone ejemplos y comunica las condiciones para conservar una relación mayor que menor que.

-Comunica los resultados.

**SC-C:**

-Describe y resuelve con las operaciones de suma y resta.

**Ciencias naturales:**

**SS-A:**

-Reflexiona sobre las acciones del hombre sobre el medio ambiente

Con la propuesta de algunos fenómenos y preguntas problema que se consolidaron en el cuadro sistematizador, se identificaron algunas diferencias entre la malla curricular de la Institución y el MEN (2006), dicha diferencia radica en la selección de los entornos, pues por un lado la Institución propone los entornos: vivos, físico y químico para la enseñanza de las ciencias en el grado segundo y desde el MEN (2006) se determinan los entornos físico, vivo y la relación ciencia tecnología y sociedad para el trabajo diferenciado según los entornos en el aula.

En el análisis comparativo de los entornos propuestos por el colegio y los entornos propuestos por el MEN (2006), se hace evidente que el entorno de relación ciencia tecnología y sociedad no está presente en el currículo de la Institución y se considera relevante la introducción de este entorno en la enseñanza de las ciencias como una manera de formar de acuerdo a las necesidades y a las nuevas demandas sociales que están surgiendo en educación, de manera que se promueva una formación que capacite a los estudiantes para la solución de problemas o propuestas relacionados con la sociedad a partir de la ciencia y la tecnología (áreas STEM). Además, este entorno sería el medio por el cual se podría promover la formación propuesta por el colegio de acuerdo a uno de los ítems del perfil para el estudiante, el cual tiene como objetivo generar conciencia ecológica para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de vida y del manejo racional de los recursos naturales.

Con la revisión de la malla curricular y el cuadro sistematizador de propuestas se logró reconocer el papel de las matemáticas y de las ciencias naturales; por un lado las ciencias naturales son la base para la formulación de las preguntas y de la identificación de los fenómenos a partir de los conceptos y de las evidencias empíricas encontradas y por otro lado para dar solución a ese planteamiento o experimentación del fenómeno, las matemáticas cumplen el papel de herramienta para dicha solución en la medida que ayuda a cuantificar magnitudes, sistematizar, comparar, clasificar y tomar decisiones con la observación y el análisis de los resultados.

Con base en el papel de cada una de las áreas tanto de ciencias naturales como de matemáticas que se mencionaron anteriormente, es posible hablar de interdisciplinariedad en la solución de problemas o explicación de fenómenos, debido a que estas dos áreas del saber se complementan mutuamente para promover el aprendizaje de los estudiantes a partir de situaciones contextualizadas.

Con las propuestas planteadas en el cuadro sistematizador, uno de los objetivos es lograr el desarrollo de algunas habilidades del siglo XXI propuestas por López, et al (2020), de las cuales se destacan la creatividad porque los estudiantes deben pensar y crear estrategias que les permitan solucionar o explicar preguntas o fenómenos. También se resalta el pensamiento crítico debido a que en la investigación se generan preguntas con las cuales se ven obligados a buscar respuestas y comprobar su veracidad, a comparar resultados para la elección de respuestas que sean contundentes para ellos y en general desarrollar un sentido crítico que les permita cuestionar su entorno para buscar respuestas verídicas que les ayude a comprender la realidad en la que se encuentran.

Respecto a la habilidad de la comunicación esta se propone principalmente como una de las competencias matemáticas, en la medida en la que los niños obtienen resultados matemáticos y deben comunicarlos y compararlos con otros compañeros y con su maestro para identificar márgenes de error, diferencias cuantificables o inconsistencias que pueden interferir en la solución y explicación de fenómenos y preguntas. Por último, con la habilidad del manejo de la información los estudiantes deben estar en la capacidad de obtener información de las investigaciones y exploraciones que realicen para luego saber hacer uso de esa información en la interpretación de resultados que logren hacer válidas sus conclusiones.

A partir de la propuesta presentada, se logró reconocer algunas relaciones entre las competencias científicas y matemáticas (ver gráfico 6). Una de ellas se encuentra entre la competencia de la explicación de fenómenos y la argumentación debido a que el estudiante a través de un argumento manifiesta el esclarecimiento y comprensión que realiza del fenómeno estudiado, con la ayuda de actividades matemáticas como lo son: la recolección e interpretación de datos, la comunicación de resultados entre pares y la representación que se realiza de los experimentos llevados a cabo. Por otro lado, la competencia matemática de resolución de problemas se logra desarrollar con la ayuda de la competencia científica de indagación, ya que procesos propios de la indagación como: la búsqueda, la experimentación, entre otros, sirven como pasos para encontrar la solución del problema planteado.

## 7.2 Relaciones existentes entre constructivismo, indagación y educación STEM

Con la lectura de tres documentos base se logró reconocer algunas relaciones entre el constructivismo, el enfoque STEM y la estrategia didáctica de indagación, como base para la proposición de lineamientos que permitan el diseño de guías de aprendizaje pertinentes para los estudiantes.

Con el fin de reconocer dichas relaciones se recurre al establecimiento de unidades analíticas descriptivas denominadas categorías. Estas constituyen una parte fundamental para el análisis e interpretación de los resultados, porque permiten la identificación de relaciones relevantes con el fin de agruparlas para establecer lineamientos para el diseño de la unidad didáctica. En este caso se seleccionaron las siguientes categorías:

- Constructivismo social
- STEM-interdisciplinariedad (*S*)
- Estrategia de indagación (*I*)

La búsqueda con las categorías seleccionadas se realizó tres de los documentos abordados en la sección de antecedentes de la presente investigación. La selección de estos trabajos de investigación se hizo teniendo presente cuáles tenían relación directa con las categorías, haciendo mención de algunas experiencias que lograban ahondar en estos conceptos de interés.

Por medio de la categorización se organizaron los documentos en un cuadro sistematizador (ver anexo 1) en el cual se privilegió la información más relevante del trabajo de cada uno de los autores. Este procedimiento ayuda a entender el significado de los datos y las posibles relaciones que pueden existir entre sí. Galeano (2004) afirma que categorizar es importante para unificar conceptos con significados similares o que permitan clasificar de manera más óptima criterios temáticos referidos a la búsqueda de significados, para lograr contrastar, interpretar, analizar y teorizar. Así, se lograron establecer relaciones entre las categorías seleccionadas de una forma más precisa, de manera que se lograran alcanzar resultados más acordes al objetivo propuesto. A continuación, se presenta una tabla con los documentos seleccionados y una breve descripción.

**Tabla 6**

Selección de documentos

	<b>Descripción-justificación de la selección del documento clave</b>
Gallego & Márquez (2015): La indagación como estrategia para la educación STEAM	Se concibe la educación STEAM basada en indagación a través de una pedagogía constructivista como un medio para mejorar la capacidad de los estudiantes de todos los grados escolares en la resolución de problemas, el desarrollo de habilidades científicas y el aumento del nivel de conocimientos en áreas STEAM con el fin de aplicar soluciones en la vida diaria.
Toma & Greca (2017): Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de educación primaria	Propone un modelo de cinco fases para el abordaje de las máquinas simples, basado en la indagación guiada y abierta y el proceso de diseño en ingeniería en el que participan las cuatro disciplinas del núcleo STEM de la siguiente manera: i) la ingeniería sirvió como contexto para la enseñanza de un concepto de ciencias y para el planteamiento del problema. ii) Las matemáticas para el registro e interpretación de datos. iii) Las ciencias para la experimentación iv) La tecnología con la manipulación de artefactos para los experimentos llevados a cabo por los estudiantes.
Izquierdo (2016): Aprendizaje por indagación en educación primaria: análisis e interpretación de datos y desarrollo de modelos	Plantea el diseño y la aplicación de una unidad didáctica tomando como base la metodología de indagación bajo un abordaje STEM. Este trabajo presenta la interdisciplinariedad de las áreas de ciencias naturales, matemáticas y tecnología de manera que se pueda construir y llegar a modelos relacionados a la densidad, teniendo presente el proceso práctico de experimentación, verificación de hipótesis y el análisis que supone un trabajo de indagación.

Los autores de las tres investigaciones hacen alusión al enfoque cognitivo del constructivismo en los cuales dicen que el estudiante es el protagonista de su aprendizaje por las exploraciones y experimentaciones que debe hacer, de manera que logre construir sus propios conocimientos para la solución de una situación problema planteada. El proceso del aprendizaje en los tres casos es concebido como un proceso dinámico, participativo e interactivo de los sujetos a partir de las múltiples experiencias que guía el maestro. Aunque en este enfoque cognitivo el estudiante es el protagonista, esto no implica que el maestro sea un agente pasivo, sino que como se argumenta en el documento de Gallego & Márquez (2015)

la principal herramienta de un facilitador son las preguntas y cuestionamientos. Es por medio de ellas que logrará que se genere un espacio de análisis en la práctica del estudiante con el fin de desarrollar en primer lugar el pensamiento crítico, que guía a un proceso constructivista del aprendizaje. (p.24)

Esta tarea del maestro facilitador se ve reflejada en la investigación de Izquierdo (2016), en la cual el trabajo con los estudiantes se enmarca bajo la indagación guiada y en esta, el papel del maestro es de proporcionar la situación problema (pregunta) pero, el desarrollo del trabajo queda bajo la responsabilidad de los estudiantes sin dejar a un lado las ayudas proporcionadas por el maestro.

Particularmente se hizo una relación con el enfoque social del constructivismo debido a que, en la práctica mencionada en los documentos, los estudiantes realizan un trabajo conjunto entre ellos y con el maestro y los objetivos a alcanzar en las actividades propuestas se consiguen en colectivo por medio de las construcciones y los consensos que se puedan realizar en equipo.

Un factor común que se rescata en los tres documentos es que los estudiantes siempre son motivados a indagar, experimentar, generar hipótesis y debatir con sus compañeros para: cuestionar los resultados o los hallazgos que puedan encontrar. También presentan la estrategia didáctica de la indagación como un proceso inseparable del enfoque cognitivo del constructivismo, en el cual es evidente que el aprendizaje no se da por mecanismo de memorización o de exposición de ideas abstractas o incomprensibles. En este sentido, se puede decir que el conocimiento es adquirido a partir de las prácticas investigativas que se generen en las aulas de clase de manera conjunta para que se puedan realizar discusiones o comparaciones a partir de las conclusiones de cada miembro del grupo.

Con respecto a la indagación, los tres documentos se basan en el NRC (National Research Council) para definir esta estrategia y mencionar las habilidades que se desprenden o que son necesarias para su desarrollo. Los autores de los documentos, consideran que la indagación es central para el aprendizaje de las ciencias debido a que los estudiantes tienen la posibilidad de realizar un trabajo similar al de los científicos; adicional a ello concuerdan en actividades o procesos en los cuales se basa la indagación. A continuación, se mencionan algunos de estos procesos: i) realizar experimentos, ii) formular y solucionar problemas y preguntas, iii) plantear hipótesis, iv) observar y explicar fenómenos y v) socializar y comunicar resultados.

En la lectura se hizo evidente el uso de niveles de indagación, los tres documentos concuerdan en el uso de los mismos niveles de indagación: indagación abierta e indagación guiada. Sin embargo, Gallego y Márquez (2015) consideran otros dos niveles los cuales son: indagación estructurada e indagación confirmatoria. De este primer nivel mencionado, dicen que es el maestro quien hace preguntas y a su vez proporciona una guía instruccional para el desarrollo de las mismas. Y con respecto al otro nivel de indagación confirmatoria el proceso estudio se basa fundamentalmente en leyes y teorías.

Finalmente, en cuanto a la educación STEM bajo una integración Interdisciplinar, los autores coinciden en que el STEM es un acrónimo que se utiliza para aludir al estudio de áreas integradas como ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Por su parte, Gallego y Márquez (2015) incorporan el acrónimo “A” para hacer referencia a la dimensión artística y de diseño como medio de impulsar la creatividad e innovación en la educación.

El STEM es concebido por los autores de los tres artículos como un enfoque educativo que promueve en los estudiantes la capacidad de tomar una postura crítica frente al trabajo propio y de otros, los alienta a trasladar sus ideas a través de múltiples disciplinas, centra el proceso de enseñanza en el estudiante quien construye conocimientos a través de su participación activa en la resolución de problemas.

También coinciden los documentos en que uno de los principales objetivos de la educación STEM es responder a los desafíos económicos, tecnológicos y medioambientales presentes en todas las naciones a través de procesos de alfabetización científica y de esta manera incrementar el número de personal capacitado en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Así mismo, los autores destacan la importancia del aprendizaje interdisciplinar dentro de un marco de

educación STEM, donde la resolución de un problema moviliza de manera conjunta conocimientos de diversas disciplinas.

En la relación entre las tres categorías utilizadas se encontró que la estrategia didáctica de indagación provee espacios para la construcción de conocimientos por parte de los estudiantes y a su vez despierta en ellos la motivación por estudiar áreas STEM, tal como menciona Gallego y Márquez (2015)

la indagación responde a la necesidad de hacer significativo para los estudiantes el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y, por lo tanto, orientarlos al estudio de las áreas STEAM con mayores expectativas. El aprendizaje de la ciencia se centra en el desarrollo de ideas científicas, así como de ideas sobre la ciencia, lo que permite una mejor comprensión del mundo que nos rodea y desarrolla las habilidades del pensamiento crítico. (p. 29)

A partir de las similitudes de los autores de los tres documentos respecto al constructivismo, se resalta la necesidad de plantear preguntas problema o fenómenos a explicar en los cuales el estudiante deba ser el protagonista, esto quiere decir que se deberán crear preguntas o pedir explicaciones a fenómenos que les lleve a explorar, a experimentar, a crear hipótesis, a debatir, a buscar en libros de texto o en la web, a hacer preguntas a adultos, a crear contradicciones entre ellos para que puedan reflexionar y decidir acertadamente de acuerdo al razonamiento que cada uno haga; de manera que deban crear estrategias que les permitan llegar a conclusiones coherentes y aprobadas por todo el grupo como verídicas.

Respecto a la indagación el documento de Toma (2015) ofrece una guía que será tomada en cuenta para la presente propuesta, la cual consiste en cuatro componentes que son comunes a todo proceso de indagación según la NRC (2000) a saber : 1) Los estudiantes son motivados con preguntas de índole científica, 2) en la propuesta de trabajo se presentan experiencias manipulativas, formulación de hipótesis y resolución de problemas reales, 3) se deben construir modelos, aclarar conceptos y ampliar conocimientos y habilidades aplicables a otras situaciones; 4) se debe finalizar con la revisión y evaluación de las aplicaciones generadas.

Por último, de la educación STEM se retoma la interdisciplinariedad, la cual se implementa en el planteamiento de la pregunta problema o en la elección de algún fenómeno a explicar, de manera que el desarrollo de la pregunta o la explicación del fenómeno implique necesariamente un trabajo a partir de varias disciplinas, en este caso de las áreas de matemáticas y ciencias naturales. En este sentido, según el modelo propuesto por Toma & Greca (2017) las ciencias naturales serán

usadas en la experimentación y en la formulación del problema o el fenómeno bajo el cual se desarrollará todo el trabajo con los estudiantes y las matemáticas en la interpretación de los datos y en otras actividades que puedan servir en el proceso de análisis, teniendo en cuenta que el diseño de la unidad didáctica estará enmarcado en la indagación guiada.

A continuación, se presenta un cuadro sintético de los lineamientos a tener en cuenta para el diseño de la unidad didáctica en relación a las tres categorías seleccionadas.

**Tabla 7**

Cuadro sintético de lineamientos

Categoría	Características a tener en cuenta
<p>Tener en cuenta las categorías según los colores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Constructivismo</li> <li> Estrategia didáctica de Indagación</li> <li> STEM-Interdisciplinariedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>) Proponer preguntas de índole científica que motive a los estudiantes a indagar (Ej. ¿Qué pasaría si...?; ¿Por qué sucede qué...?)</li> <li>) Diseñar experiencias manipulativas que impliquen formulación de hipótesis y resolución de problemas reales.</li> <li>) Basarse en los planteamientos formulados por el profesor para iniciar el proceso de explicación de un fenómeno o solución de un problema teniendo en cuenta el contexto de los estudiantes.</li> <li>) Incentivar a los estudiantes a formular conclusiones teniendo en cuenta la interpretación de datos y otras actividades matemáticas (como la estimación, comparación y modelación)</li> <li>) Tener en cuenta las ciencias naturales en la formulación del problema o en el fenómeno que se planteará.</li> <li>) Comunicar los resultados de los hallazgos o aprendizajes adquiridos con la comunidad.</li> <li>) Articular el trabajo de los estudiantes con los saberes o ayudas que puedan brindar los maestros, acudientes o los otros compañeros de clase.</li> </ul>

En la tabla 8 se han relacionado tanto las propuestas de Izquierdo (2016) y de Gellón, et al. (2005) como las orientaciones pedagógicas del MEN (2016), tratando de que en el desarrollo de la Unidad didáctica se pueda dar cumplimiento a las propuestas mencionadas por cada uno de los autores en tres momentos específicos.

**Tabla 8**

Integración de las Secuencias Propuestas para el Diseño de Unidades Didácticas

<b>Momentos de la Unidad didáctica</b>	<b>Secuencia de Gellón, et al.</b>	<b>Secuencia de Izquierdo</b>
Exploración	Fenómeno	Planteamiento de la situación problema Ideas previas y formulación de hipótesis
Estructuración	Idea- Terminología	Diseño experimental (práctica) Predicciones Análisis e interpretación de datos
Transferencia		Evidencias y conclusiones Comunicación de los datos

### **7.3 La estrategia didáctica de Indagación en una unidad didáctica: un tejido entre las áreas de ciencias naturales y matemáticas**

El trabajo realizado en la Institución educativa durante las prácticas pedagógicas implicó la realización de unidades didácticas integradas para el trabajo de las áreas de ciencias naturales y matemáticas en el grado segundo.

El diseño de las unidades didácticas fue realizado tomando como referencia la estructura que la Institución educativa adoptó según el MEN (2016), en el cual se estipulan tres momentos: i) Momento de exploración: reconocer los saberes previos de los estudiantes; ii) Momento de estructuración: se presenta la temática a desarrollar y el paso a paso de la actividad a realizar y iii) Momento de transferencia y valoración: donde se socializa y transfiere lo comprendido durante la actividad.

Además de la estructura para el diseño con base en la malla curricular del respectivo grado, las maestras proponían algunas temáticas de ciencias naturales y matemáticas de las cuales se debían elegir qué conceptos se iban a abordar para realizar el proceso de integración a partir de la estrategia didáctica de indagación.

Este proceso de ejecución de las guías fue un proceso complejo debido a que había muchos factores que obligaban limitar la propuesta (el número de páginas no debía ser superior a 2, las clases virtuales debido a la pandemia, los recursos económicos de los estudiantes, la dificultad de tener acceso a internet por parte de algunos del grupo, el no poder proponer actividades que implicaran leer o escribir de manera individual, etc.)

No obstante, se resalta que el mayor obstáculo que se presentó fue el lograr integrar contenidos establecidos de ciencias naturales y matemáticas desde la estrategia didáctica de indagación. La dificultad se evidenció en algunas actividades en las cuales se observó que la integración no se daba de manera fluida, sino que por el contrario se intentaban ajustar a los temas que se querían desarrollar.

Partiendo de que el presente trabajo está basado en la IBD, se tuvo en cuenta el ejercicio de diseño de unidades didácticas realizado en la práctica pedagógica y además se buscó información que sustentara el rediseño que se realizó de dichas unidades didácticas de manera que se lograra presentar una propuesta de integración interdisciplinar con la estrategia didáctica de indagación de

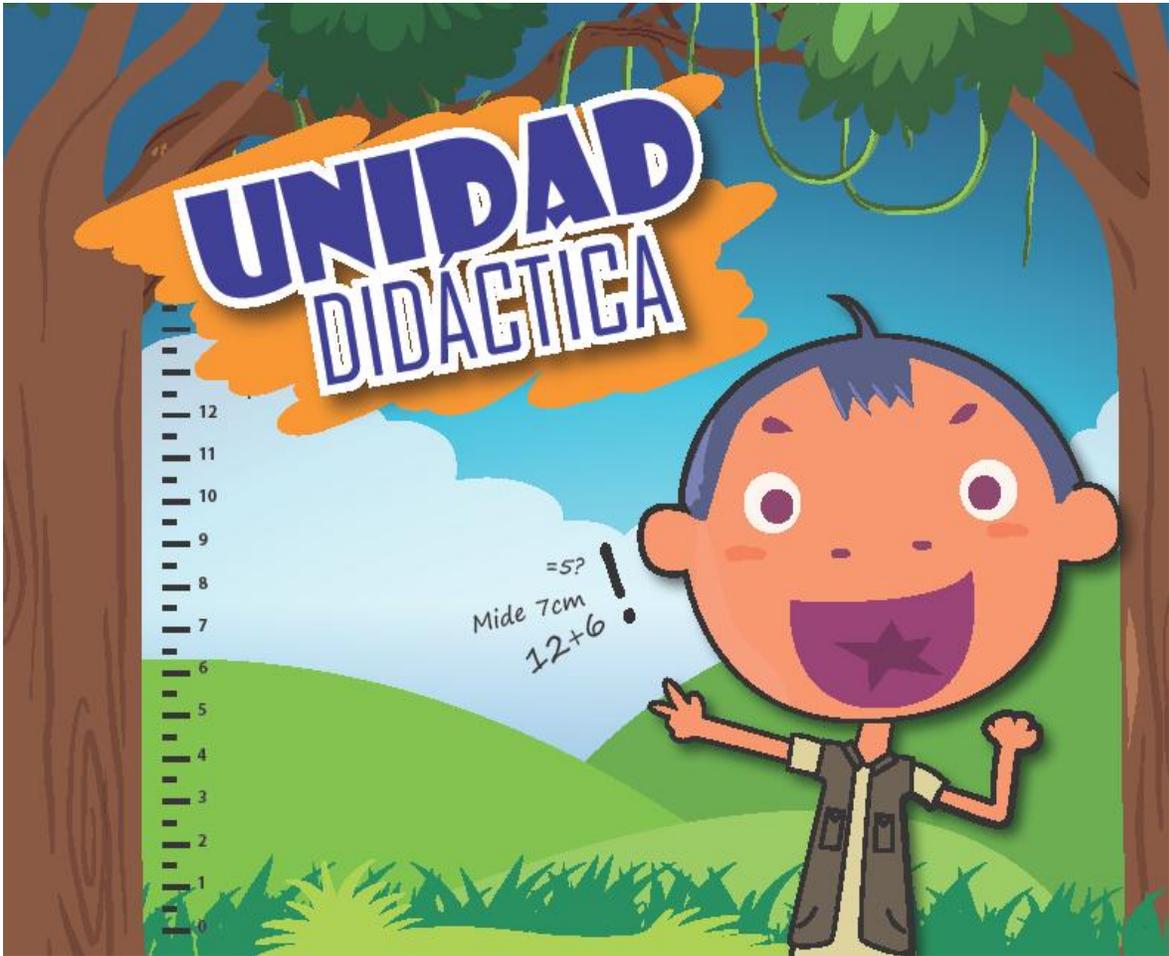
modo que el abordaje y la proposición de actividades para los estudiantes resulte más sencillo y se pueda trabajar el contenido de ambas áreas de manera conjunta.

Para el rediseño de la Unidad didáctica se tuvo en cuenta la identificación de los fenómenos y las preguntas problema que se sugirieron en el objetivo 1 y de estos se eligió un fenómeno el cual fue el eje conductor de toda la unidad didáctica. También fue imprescindible tener en cuenta la proposición de algunos lineamientos que se establecieron en el objetivo 2 respecto a las relaciones que se pueden tejer entre las categorías de STEM- interdisciplinariedad, estrategia didáctica de indagación y constructivismo, los cuales fueron los conceptos fundamentales que permitieron la construcción de las actividades.

Sin embargo, el desarrollo de los objetivos específicos que precedieron esta propuesta didáctica no fueron los únicos elementos que se tuvieron en cuenta, también se retomaron las preguntas orientadoras de Couso (2013) presentadas en el marco teórico (ver Tabla 2). A partir de estas preguntas se tuvo en cuenta el qué, el para qué, el cómo y el para quién, en la reflexión que se hizo en torno a la didáctica de las actividades propuestas.

Por último, se resalta que el diseño de esta unidad también estuvo basado en las características propias de la indagación guiada, en la cual según Márquez (2015), el profesor es el responsable de iniciar el trabajo científico a partir del planteamiento de una pregunta o la explicación de los fenómenos.

Se presenta en el anexo 2 una de las unidades didácticas que se realizaron para la Institución educativa, y a continuación, se presenta el rediseño de la unidad didáctica basándose en las guías que se realizaron durante toda la práctica en la Institución, teniendo en cuenta que hubo mayor libertad para el diseño de la misma respecto al contenido, la extensión del contenido y las preguntas que orientaron todo el desarrollo de las actividades



Nota. Archivo adjunto como PDF. Dar doble clic en la imagen o ver en anexo 3

## 9 Conclusiones

El análisis de las mallas y el currículo institucional, junto con la teoría estudiada respecto a las prácticas reporta:

-La necesidad de reorganizar el currículo de la Instrucción educativa, donde se privilegien procesos o actividades que desencadenen en el estudiante el interés y la motivación por aprender, mediante la presentación de los conocimientos de forma articulada y contextualizada, por otro lado, promover el desarrollo de competencias con el uso de la estrategia didáctica de indagación. Así mismo, la metodología de las clases debe dar un giro, de tal forma que el estudiante inicialmente comprenda lo que se le está presentando para luego introducir términos, ya que sin esta consideración carece de sentido.

-La participación del estudiante debe ser activa y para ello es necesario implementar actividades donde el estudiante sea el protagonista en el conocimiento, comparta sus aprendizajes, argumente posturas y conclusiones.

- Necesidad de construir un currículo más dinámico y adaptable a las preguntas de los estudiantes.

-Necesidad de que los docentes desarrollen habilidades para el diseño y la planificación de tareas basados en la indagación a partir de la identificación de fenómenos y preguntas que la propicien.

-Crear conciencia frente a la importancia de la indagación como estrategia para la integración de áreas y herramienta para la activación de procesos de pensamiento crítico, creativo, científico y matemático.

Este trabajo también permitió establecer relaciones entre el constructivismo, el enfoque STEM con integración interdisciplinar y la estrategia de indagación que permitió la proposición de lineamientos que sirvieron de base para el diseño de la UD. Entre las principales relaciones se encuentran:

1) la estrategia didáctica de indagación provee espacios para la construcción de conocimientos por parte de los estudiantes y a su vez despierta en ellos la motivación por estudiar áreas STEM. 2) la estrategia didáctica de la indagación es un proceso inseparable del enfoque cognitivo del constructivismo, en el cual es evidente que el aprendizaje no se da por mecanismo de

memorización o de exposición de ideas abstractas o incomprensibles. 3) Es necesario plantear preguntas problema o fenómenos a explicar en los cuales el estudiante deba ser el protagonista, es decir que los lleve a explorar, a experimentar, a crear hipótesis, etc. entre ellos para que puedan reflexionar y decidir acertadamente de acuerdo al razonamiento que cada uno haga y 4) la pregunta problema o elección del fenómeno a explicar implique el trabajo a partir de varias áreas STEM.

También se resaltan algunas de las habilidades del siglo XXI que a criterio nuestro pueden llevarse a cabo en el aula a partir los hallazgos de la investigación: creatividad, pensamiento crítico, comunicación y manejo de la información.

En la investigación se caracterizaron los elementos de una estrategia didáctica de indagación que promovieron la integración interdisciplinar de las áreas de matemáticas y ciencias naturales en estudiantes de segundo grado de primaria. En la caracterización se logró identificar:

1) Plantear preguntas que impliquen despertar en los estudiantes la capacidad de buscar respuestas a los interrogantes a través de la investigación, donde ellos mismos planteen soluciones a preguntas y situaciones problemas reales y contextualizados.

2) Iniciar con la presentación de fenómenos que implique al estudiante recolectar datos, interpretarlos y comunicar resultados para dar paso a la explicación del fenómeno.

3) Diseñar preguntas que posibiliten activar en los estudiantes el pensamiento crítico, creativo, científico y matemático.

Uno de los objetivos del cuadro sistematizador diseñado en el objetivo uno, era lograr el desarrollo de algunas habilidades del siglo XXI propuestas por López, et al (2020), de las cuales se destacan la creatividad porque los estudiantes deben pensar y crear estrategias que les permitan solucionar o explicar preguntas o fenómenos.

También se resalta el pensamiento crítico debido a que en la investigación se generan preguntas con las cuales se ven obligados a buscar respuestas y comprobar su veracidad, a comparar resultados para la elección de respuestas que sean contundentes para ellos y en general desarrollar un sentido crítico que les permita cuestionar su entorno para buscar respuestas verídicas que les ayude a comprender la realidad en la que se encuentran.

Respecto a la habilidad de la comunicación esta se propone principalmente como una de las competencias matemáticas, en la medida en la que los niños obtienen resultados matemáticos y deben comunicarlos y compararlos con otros compañeros y con su maestro para identificar márgenes de error, diferencias cuantificables o inconsistencias que pueden interferir en la solución

y explicación de fenómenos y preguntas. Por último, con la habilidad del manejo de la información los estudiantes deben estar en la capacidad de obtener información de las investigaciones y exploraciones que realicen para luego saber hacer uso de esa información en la interpretación de resultados que logren hacer válidas sus conclusiones.

## 10 Recomendaciones

Para futuras investigaciones que se realicen bajo este mismo enfoque de educación STEM, se sugiere el poder desarrollar cada uno de los objetivos propuestos en el presente trabajo teniendo en cuenta no sólo las áreas de ciencias naturales y matemáticas sino también la tecnología y la ingeniería. Dichas áreas no fueron abordadas durante el proceso de diseño de la guía pedagógica debido a que inicialmente en el centro de prácticas se presentaron algunas limitantes (contando con el estado de educación virtual provisional como forma de prevención ante el contagio del virus sars cov-2). De dichas limitantes se mencionan algunas que fueron impuestas por la Institución o que surgieron en el diseño de guías tanto para quienes tenían los recursos necesarios como para lo que no, a saber: no pedirle a los estudiantes ningún tipo de material, no ponerlos a escribir, no diseñar muchas actividades virtuales debido a que algunos estudiantes no tenían los recursos tecnológicos suficientes para participar de todas las clases, diseñar guías de actividades cortas no superiores a dos páginas, pensar actividades en las que no tuvieran que leer debido a que muchos de los estudiantes no lo habían logrado aprender, etc.).

Otra recomendación que se deja propuesta es el pensar sobre cómo debería ser la formación de maestros para la enseñanza de una educación STEM. También se resalta que durante la investigación, las ciencias naturales se utilizaron como eje de referencia para la elección de fenómenos o preguntas problema específicas, mientras que las matemáticas como un recurso del cual se podían servir los estudiantes para lograr explicar fenómenos o resolver preguntas.

Sin embargo, respecto a esta relación entre las ciencias naturales y las matemáticas surge el siguiente interrogante: ¿De qué otra manera las ciencias naturales y las matemáticas y quizá otras áreas STEM se podrían complementar en la integración interdisciplinar bajo una estrategia didáctica de indagación? Por último se propone la posibilidad de explorar bajo este mismo objetivo general, otras habilidades del siglo XXI que puedan ser desarrolladas en los estudiantes.

## 11 Referencias

Becerra, A. (2006). *Problemática diferencia entre pregunta y problema de investigación*. *Revista de investigación*, 58, 13. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2051090>

Carvajal, Y. (2010). *Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación*. *Luna Azul*, (31), 5-11. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n31/n31a11.pdf>

Castillo, L. (2015). Tema 5. Análisis documental. Recuperado de: <https://www.uv.es/macass/T5.pdf>

Couso, D. (2013). *La elaboración de unidades didácticas competenciales*. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (74), 12-24. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4198151>

Escalona, T., Cartagena, Y. G., & Reyes, D. (2017). *Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional*. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/333824724\\_Educacion\\_para\\_el\\_sujeto\\_del\\_siglo\\_XXI\\_principales\\_caracteristicas\\_del\\_enfoque\\_STEAM\\_desde\\_la\\_mirada\\_educacional](https://www.researchgate.net/publication/333824724_Educacion_para_el_sujeto_del_siglo_XXI_principales_caracteristicas_del_enfoque_STEAM_desde_la_mirada_educacional)

Federación de Enseñanza de CC.OO. de Andalucía (2010). *La unidad didáctica, un elemento de trabajo en el aula*. *Temas para la educación*, 7. <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6953.pdf>

Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D. A. N. I. L. O., & Salgado-orellana, N. O. R. M. A. (2018). *Análisis de actividades stem en libros de texto chilenos y españoles de ciencias*. *Revista de Pedagogía*, vol. 39, no 105, 2018, pp. 111-130. Tomado de: [https://www.researchgate.net/publication/334045698\\_Analisis\\_de\\_actividades\\_STEM\\_en\\_libros\\_de\\_texto\\_chilenos\\_y\\_espanoles\\_de\\_Ciencias](https://www.researchgate.net/publication/334045698_Analisis_de_actividades_STEM_en_libros_de_texto_chilenos_y_espanoles_de_Ciencias)

Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. y Romo, V. (2001). *Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica?* *Investigación didáctica-Enseñanza de las ciencias*. 19(3), 365- 376. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/38990675.pdf>

Furman, M. (2008). *Ciencias naturales en la escuela primaria: colocando las piedras fundamentales del pensamiento científico*. En *IV Foro Latinoamericano de Educación. Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias oportunidades*. Recuperado de: <https://cutt.ly/IjOGGde>

Furman, M. y De podestá, M. (2014). Las Ciencias naturales como producto y como proceso. *La aventura de enseñar ciencias naturales* (pp. 1-15). AIQUE-educación.

Furman, M., Gellon, G., Feher, E. y Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires. Paidós. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/262935330\\_La\\_ciencia\\_en\\_el\\_aula\\_Lo\\_que\\_nos\\_dice\\_la\\_ciencia\\_sobre\\_como\\_ensearla](https://www.researchgate.net/publication/262935330_La_ciencia_en_el_aula_Lo_que_nos_dice_la_ciencia_sobre_como_ensearla)

Galeano, M. (2004). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Medellín: Fondo Editorial EAFIT. <https://books.google.es/books?id=Xkb78OSRMI8C&printsec=copyright&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Gallego, D. y Márquez, F. (2015). *La indagación como estrategia para la educación STEM*. Guía práctica. Red Educa-STEM. Recuperado de: <https://recursos.educoas.org/sites/default/files/Final%20OEA%20Indagacio%CC%81n.pdf>

García, S. y Furman, M. (2014). Categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación. *Praxis & Saber*, 5 (10), 75-91 <https://www.redalyc.org/pdf/4772/477247214005.pdf>.

García, Y., González, D. S. R., & Oviedo, F. B. (2017). *Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI*. *Diálogos educativos*, (33), 35-46. Tomado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6212470>

Gómez, D. y Torres, E. (2017). *Unidades didácticas. Herramientas de la enseñanza*. Grupo de investigación Educación y Cultura Política. *Noria Investigación Educativa*, 1 (1), 41-47. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/NoriaIE/article/view/13072/13556>

Grisolia, J. (2016) interdisciplinariedad. *Revista Ideidís*. Tomado de: <http://revista-ideides.com/interdisciplinariedad/#:~:text=La%20interdisciplinariedad%20es%20una%20combinaci%C3%B3n,propias%2C%20resultan%20los%20m%C3%A1s%20adecuados%2C>

Hernández, C. (2012). *Utilización de la indagación para la enseñanza de las ciencias en la ESO* (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría, Universidad de Valladolid, Valladolid, España).

Tomado de: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/3470/TFM-G167.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México. Mc Graw Hill education .Sexta edición. Recuperado de: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

<https://es.slideshare.net/danielalopezperez2/laaventuradeensenarcienciasnaturales>

Illán, N. y Pérez, F. (1999). *La construcción del Proyecto Curricular en la Educación Secundaria Obligatoria. Opción integradora ante una sociedad intercultural*. Málaga: Aljibe

Izquierdo, M. (2016). *Aprendizaje por indagación en educación primaria: análisis e interpretación de datos y desarrollo de modelos* (trabajo fin de grado). Universidad de Burgos. Departamento de Didácticas específicas. Tomado de : [https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259/4171/Izquierdo\\_Miranda.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259/4171/Izquierdo_Miranda.pdf?sequence=6&isAllowed=y)

Lopera, M. (2012). Sobre el concepto problema. [Diapositiva de power point]. Repositorio facultad de artes – Universidad de Antioquia. Recuperado de: [http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/pluginfile.php/133288/mod\\_resource/content/0/MODULO\\_2/4.\\_SOBRE\\_EL\\_CONCEPTO\\_PROBLEMA.pdf](http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/pluginfile.php/133288/mod_resource/content/0/MODULO_2/4._SOBRE_EL_CONCEPTO_PROBLEMA.pdf).

López, A. (2017). *Los inventos: uso de la indagación en la enseñanza de ciencias en primer ciclo de educación primaria* (trabajo fin de grado). Universidad de Burgos. Departamento de Didácticas específicas. Tomado de: <http://hdl.handle.net/10259/4549>

López, M., Córdoba, C. y Soto, J. (2020). *Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI*. Costa Rica. Centro de Investigación y Gestión en Educación, Tecnología e Innovación. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/341909377\\_Educacion\\_STEMSTEAM\\_Modelos\\_de\\_implementacion\\_estrategias\\_didacticas\\_y\\_ambientes\\_de\\_aprendizaje\\_que\\_potencian\\_las\\_habilidades\\_para\\_el\\_siglo\\_XXI/link/5ed8f1ae92851c9c5e7bc059/download](https://www.researchgate.net/publication/341909377_Educacion_STEMSTEAM_Modelos_de_implementacion_estrategias_didacticas_y_ambientes_de_aprendizaje_que_potencian_las_habilidades_para_el_siglo_XXI/link/5ed8f1ae92851c9c5e7bc059/download)

Méndez H., R. (2018). *Análisis de cómo una actividad STEM, diseñada desde las oportunidades de integración que ofrece la estructura curricular de una institución rural multigrado, facilita el desarrollo de competencias en los niños de los grados preescolar, primero y segundo* (Master's thesis, Uniandes). Universidad de los Andes. Tomado de: <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/34616>

Ministerio de Educación Nacional. (2006). Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021\\_recurso\\_1.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf)

Moreira, M. (2005). *Aprendizaje significativo crítico* (Critical meaningful learning). Madrid-España. Indivisa. Boletín de estudios de investigación. núm. 6, pp. 83-102. Recuperado de : <https://www.redalyc.org/pdf/771/77100606.pdf>

Narváez Burgos, I. (2014). *La indagación como estrategia en el desarrollo de competencias científicas, mediante la aplicación de una secuencia didáctica en el área de ciencias naturales en grado tercero de básica primaria*. Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.

Ochoa, L. (s.f.) Diplomado en Educación STEM/STEAM (pp. 1-11). Medellín.

Popkewitz, T.S. (1998). Dewey, Vygotski, and the social administration of the individual: constructivist pedagogy as systems of ideas in historical spaces. *American Educational Research Journal*, Vol. 35, (pp. 535-570). STOR. Recuperado de : [https://www.researchgate.net/publication/250185074\\_Dewey\\_Vygotsky\\_and\\_the\\_Social\\_Administration\\_of\\_the\\_Individual\\_Constructivist\\_Pedagogy\\_as\\_Systems\\_of\\_Ideas\\_in\\_Historical\\_Spaces](https://www.researchgate.net/publication/250185074_Dewey_Vygotsky_and_the_Social_Administration_of_the_Individual_Constructivist_Pedagogy_as_Systems_of_Ideas_in_Historical_Spaces)

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 (Master's thesis, Universidad EAFIT). Tomado de: <https://repository.eafit.edu.co/xmlui/handle/10784/11869>

Reyes, F. y Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. Áreas temáticas emergentes de la educación química [indagación y resolución de problemas], 23 (4), 415-421 <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v23n4/v23n4a2.pdf>

Roegiers, X. (2007). Pedagogía de la integración: Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza. Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana. <http://www.ugr.es/~recfpro/rev123REC.pdf>

Sánchez, D. (2018) *Estrategias didácticas para la educación STEM/STEAM*. Portal educativo de las Américas-Organización de los Estados Americanos.

Sanmarti Puig, N., & Márquez Bargalló, C. (2017). *Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción*. Apice, 1(1), 3-16. Tomado de: <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/19971>

Serrano, J., Pons, R. (2011). *El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación*. Revista electrónica de investigación. 3(1). Recuperado de : [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1607-40412011000100001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412011000100001)

Toma, R. y Greca, I. (2017). *Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria*. Conferencia presentada en el tercer Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias SIEC. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/.../303919928\\_Modelo\\_interdisciplinar\\_de\\_educacion](https://www.researchgate.net/.../303919928_Modelo_interdisciplinar_de_educacion)

Torres, J. (2006) Las razones del currículo integrado. En Autor. *Globalización e interdisciplinariedad: el currículum integrado*. (p. 29-95) Madrid: Morata. Tomado de: [https://vidaacademicaenlinea.cenart.gob.mx/aulavirtual/archivos/13/docs/acts/ent3/biblio\\_basica/Torres\\_Jurjo\\_final.pdf](https://vidaacademicaenlinea.cenart.gob.mx/aulavirtual/archivos/13/docs/acts/ent3/biblio_basica/Torres_Jurjo_final.pdf)

Universidad Veracruzana (2002) Guía metodológica para el diseño curricular dentro del modelo educativo flexible. Xalapa, Ver. México: UV. Tomado de: <https://www.uv.mx/dgdaie/files/2012/11/Guia-metodologica.pdf>

Yepes Miranda, D. (2020). *Stem y sus oportunidades en el ámbito educativo* (Licenciatura). Universidad De Córdoba.

## **12 Anexos**

### **Anexo 1.**

Relaciones de las categorías a partir de los hallazgos en la literatura

Enlace	Autor	Titulo	Nivel de escolaridad de	Cita de indagación (teórico)	Indagación desde la experiencia	Cita de constructivismo (teórico)	Constructivismo desde la experie	Cita de STEM - Interdisciplinar	STEM-interdisciplinariedad desde experiencia	Relación entre categorías	Observaciones
<a href="https://recursos.educoas.org/sites/default/files/Final%20ICEA%20Indagacio%CC%81n.pdf">https://recursos.educoas.org/sites/default/files/Final%20ICEA%20Indagacio%CC%81n.pdf</a>	Diana Estrella Gallego Fernando Marquez	La indagación como estrategia de educación STEM	El nivel de escolaridad del documento va dirigido a estudiantes de todos los grados. Las experiencias han sido aplicadas tanto a estudiantes de preescolar como de bachillerato.	<p>"(...)La indagación es central para el aprendizaje de las ciencias. Al comprometerse en la indagación, los estudiantes describen objetos y fenómenos, elaboran preguntas, construyen explicaciones, prueban estas explicaciones contra lo que se sabe del conocimiento científico, y comunican sus ideas a otros. Los estudiantes identifican sus suposiciones, utilizan el pensamiento crítico y lógico, y consideran explicaciones alternativas. De esta forma, los estudiantes desarrollan activamente su comprensión de la ciencia al combinar el conocimiento científico con las habilidades de razonamiento y pensamiento" (p. 28)</p> <p>"(...)se considera indagación a todo el proceso que implica el trabajo profesional científico. Por otro lado, también se denomina indagación al proceso de investigación vivida por una persona, a través del cual busca soluciones a un problema en un ambiente de aprendizaje por medio del cual desarrolla aspectos propios de la práctica científica, sean estos conocimientos, actitudes o habilidades (NRC, 1996)" p.23</p>	<p>Hacer uso del aprendizaje por indagación como estrategia pedagógica implica repensar la práctica educativa y a sus involucrados. Anteriormente se mencionaron los elementos que requieren estar presentes para que una experiencia sea indagadora (p. 46).</p> <p>Según esto, el documento muestra siete aspectos prácticos para llevar a cabo el aprendizaje por indagación, los cuales son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Organizar el ambiente de aprendizaje</li> <li>II. Alentar el trabajo colaborativo</li> <li>III. Realizar preguntas problematizadoras</li> <li>IV. Usar las ideas y experiencias previas de los alumnos</li> <li>V. Ayudar a los estudiantes a desarrollar y usar habilidades científicas</li> <li>VI. Sustener discusiones</li> <li>VII. Guiar el registro de los estudiantes</li> <li>VIII. Usar la evaluación para apoyar el aprendizaje</li> </ol>	<p>"El estudiante es responsable de su propio aprendizaje y generalmente conlleva realizar ciertos actos de su parte para estar integrado en el desarrollo de la actividad" p. 25</p> <p><b>constructivismo social</b> "(...) las prácticas académicas y la divulgación científica tradicional se encaminan hacia la visibilización y el acercamiento de los ciudadanos del común para que la ciencia y el desarrollo tecnológico se entiendan como una <b>construcción humana, mediada por lo social y lo cultural</b>" p. 15</p> <p>"La principal herramienta de un facilitador son las preguntas y cuestionamientos. Es por medio de ellas que logrará que se genere un espacio de análisis en la práctica del estudiante con el fin de desarrollar en primer lugar el pensamiento crítico, que guía a un proceso constructivista del aprendizaje." p.24</p>	<p>A través del proyecto PAUTA se puede ver reflejada la aplicabilidad tanto de la estrategia didáctica de indagación como del constructivismo de manera conjunta. PAUTA es un espacio en el que un grupo interdisciplinario de especialistas trabajan para guiar y acompañar a niñas, niños y jóvenes interesados en la ciencia para que desarrollen aptitudes y habilidades científicas como investigar, experimentar, debatir y cuestionar, que les permitan reconocer aspectos esenciales para entender el entorno y materializar el conocimiento construido en proyectos de investigación en beneficio de sus comunidades (p. 59).</p> <p>En las experiencias se observa que el estudiante es protagonista en la construcción de su conocimiento por medio de habilidades como formular hipótesis, construir modelos, etc.</p>	<p>El desarrollar procesos de indagación para la enseñanza y aprendizaje de las áreas STEM conlleva a la capacidad de tomar una postura crítica frente al trabajo propio y de otros, por medio de un proceso sistematizado y una serie de pasos que guían hacia la evaluación de resultados basados en la evidencia que corresponde de forma natural al proceso realizado en el ámbito científico (p.30) STEM: Es el acrónimo de las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas</p>	<p>Las experiencias toman en consideración las áreas de ciencia, tecnología, artes, matemáticas y humanas para la aplicación de actividades y demas.</p>	<p><b>Constructivismo-indagación-STEM:</b> la indagación responde a la necesidad de hacer significativo para los estudiantes el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y, por lo tanto, orientarlos al estudio de las áreas STEM con mayores expectativas. El aprendizaje de la ciencia se centra en el desarrollo de ideas científicas, así como de ideas sobre la ciencia, lo que permite una mejor comprensión del mundo que nos rodea y desarrolla las habilidades del pensamiento crítico. La indagación es una estrategia de enseñanza que provee un espacio para que los estudiantes construyan su propio conocimiento a partir de sus saberes previos sobre diversos temas, en este caso, temas científicos" p. 29</p> <p><b>Indagación-STEM</b> "(...)Indagación como un enfoque necesario para que los estudiantes lleguen a las metas de la enseñanza y aprendizaje en la Educación STEM." p. 23</p> <p><b>Indagación-constructivismo-ciencias</b> "(...) la educación en ciencias basada en indagación forma parte de una pedagogía constructivista que provee a los estudiantes del desarrollo de herramientas, conocimientos y habilidades" p. 10.</p> <p><b>STEM-Constructivismo social</b> "(...) la falta de interés de niños y jóvenes para estudiar áreas relacionadas con las STEM, conforme aumenta la edad de los estudiantes se deterioran las actitudes relacionadas con la ciencia (Vázquez y Manassero-Mas, 2008), ya que por lo general los conocimientos científicos se enseñan aislados, atemporales y aproméuticos sin hacer notar que estos descubrimientos se hicieron en un contexto particular, como una construcción social y respondiendo a problemáticas de un momento histórico determinado" p.15</p> <p><b>Indagación-constructivismo</b> "Una estrategia que nos permite crear un ambiente en el que el estudiante construye su aprendizaje para el entendimiento de las ideas científicas y sobre la ciencia." p. 25</p> <p><b>constructivismo social - indagación</b> "los procesos de indagación se orientan desde la construcción colectiva del conocimiento, el trabajo colaborativo, la importancia de la argumentación, la atención y el respeto a las ideas y las propuestas de los compañeros; de esta manera se promueve también una visión de ciencias como una construcción social" p. 31(Gil, D. y otros, 2002)</p>	<p>-El segundo documento al que se hace referencia es al trabajo fin de grado de Toma (2015) , en el cual se presenta 15 sesiones donde se desarrolla el modelo propuesto en el trabajo de Toma y Greca (2017) - <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/61546955.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/61546955.pdf</a></p>
<a href="https://www.researchgate.net/publication/303919928_Modelo_interdisciplinar_de_educacion_STEM_para_la_etapa_de_educacion Primaria">https://www.researchgate.net/publication/303919928_Modelo_interdisciplinar_de_educacion_STEM_para_la_etapa_de_educacion Primaria</a>	Radu Bogdan Toma e Ileana M. Greca.	Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de educación primaria	4 grado de educación primaria. Tema: máquinas simple	<p><b>1 doc:</b> "El termino indagación (...) aprender ciencia y sobre ella requiere actividades de enseñanza y aprendizaje que incluyan el análisis de cuestiones científicas a través del uso y del desarrollo de numerosas habilidades (identificación de variables, propuesta, planificación y realización de experimentos, interpretación de datos), el desarrollo de explicaciones y modelos usando evidencias y la extracción, discusión y presentación de resultados (NRC, 1996) " p. 21</p> <p><b>2 doc:</b> cuatro componentes que son comunes a todo proceso de indagación a partir de la NRC (2000:35) son : 1) Los estudiantes son motivados con preguntas de índole científica: 2) presencia de experiencias manipulativas, formulación de hipótesis y resolución de problemas reales; 3)construir modelos, aclarar conceptos y ampliar conocimiento y habilidades aplicables a otras situaciones; 4)Revisión y evaluación de las aplicaciones generadas.</p>	<p>En el modelo interdisciplinar se toma en consideración estas fases o niveles de indagación <b>1ª fase: Invitación a la indagación</b> por medio del planteamiento de un problema ; <b>2ª fase: Indagación guiada:</b> experimentos guiados y pautados por el profesor ; <b>3ª fase: Indagación abierta</b> discusión de resultados y libertad al alumnado para proponer su propio diseño experimental y la construcción de una maqueta de las máquinas simples diferente a la que en un inicio se había planificado.</p>	<p>"(...)El maestro crea un conflicto cognitivo en las ideas previas del alumnado" p.22</p>	<p>El maestro crea un conflicto cognitivo en las ideas previas del alumnado por medio de preguntas y les indica cómo construir tres máquinas simples con piezas LEGOTM; poleas, planos inclinados y palancas.</p>	<p>"STEM es el acrónimo que se utiliza para aludir al estudio y la práctica profesional en diversas áreas de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas" p.20</p>	<p><b>1 doc:</b> En la experiencia inician introduciendo el siguiente problema : ¿Cómo transportaban los egipcios los bloques de piedra de las pirámides sin poseer las máquinas actuales? ingeniería que sirve como contexto para enseñar un contenido de ciencia. )Para la resolución de dicho problema haen uso de la tecnología para la construcción de maquetas , las ciencias para determinar y comprender el concepto de fuerza con la ayuda del dinamómetro ; desde la ingeniería la creación de maqueta y desde las matemáticas se dice en la propuesta que se llevara a cabo con la interpretación de datos pero esta no se ve reflejada</p>	<p><b>1 doc: Indagación - constructivismo</b> "(...)Se trata de una estrategia que procura facilitar la construcción del aprendizaje a partir de la interacción del alumnado con los objetos del medio ambiente que le estimulan, despiertan su curiosidad, y fomentan el desarrollo de pensamientos de orden superior y la resolución de problemas" p. 21</p> <p><b>2 doc:</b> <b>Indagación - constructivismo</b> "(...)La indagación siembra en el estudiante el interés por el propio aprendizaje" p.30</p>	<p>-El segundo documento al que se hace referencia es al trabajo fin de grado de Toma (2015) , en el cual se presenta 15 sesiones donde se desarrolla el modelo propuesto en el trabajo de Toma y Greca (2017) - <a href="https://core.ac.uk/download/pdf/61546955.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/61546955.pdf</a></p>

<p><a href="https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259/4171/izquierdo_Miranda.pdf?sequence=6&amp;isAllowed=y">https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259/4171/izquierdo_Miranda.pdf?sequence=6&amp;isAllowed=y</a></p>	<p>Fernando Izquierdo Miranda.</p>	<p>Aprendizaje por indagación en educación primaria: análisis e interpretación de datos y desarrollo de modelos.</p>	<p>5º curso de Educación Primaria</p>	<p>Siguiendo las pautas marcadas por el NRC (National Research Council), se define la indagación como un método de enseñanza-aprendizaje similar a la manera en la que trabajan los científicos, es decir, se hace referencia al estudio de la naturaleza y del medio (fenómenos, procesos...) basándonos en hipótesis, evidencias derivadas de los experimentos, etc. A su vez y dentro de esta misma organización, encontramos los NSES (National Science Education Standards) que consideran la indagación científica como un conjunto de actividades de aprendizaje mediante las cuales los alumnos, de forma activa, desarrollan competencias, contenidos, destrezas, conocimientos y estrategias propios de los científicos. Es muy común que veamos en varios contextos las expresiones "Inquiry Learning" (aprendizaje por indagación) como "Inquiry Teaching" (enseñanza por indagación). (p.10)</p>	<p>Los estudiantes deben formular hipótesis, hacer exploraciones e investigar sobre determinada pregunta que el maestro les haya formulado para llegar a conclusiones que sean acotadas de acuerdo al planteamiento del problema propuesto. En cada una de las situaciones planteadas, es posible ver cómo el proceso de aprendizaje se basa en una metodología de indagación en sus múltiples niveles.</p>	<p>"Cada grupo (y en particular cada alumno) cuenta con un "cuaderno de campo" donde anotar sus reflexiones, datos u otras cuestiones que sean de interés dentro de la secuencia indagatoria. De esta manera garantizamos un proceso constructivo del conocimiento de manera que todo el grupo se beneficia simultáneamente de las aportaciones de todos los integrantes" p. 19</p>	<p>Los estudiantes son los encargados de formular hipótesis o corroborar la veracidad de las mismas. Son ellos los protagonistas de su aprendizaje, el cual se desarrolla de manera conjunta a partir de investigaciones realizadas por ellos mismos.</p>	<p>El aprendizaje interdisciplinar es un elemento necesario e imprescindible dentro de todo ambiente de aprendizaje ya que juega un papel fundamental en la escuela primaria (Sierra y Arizmendiarieta, Méndez-Giménez, Mañana-Rodríguez, 2013). Centrándome en el tema que nos ocupa, es fundamental entender la innegable relación entre disciplinas como las ciencias, las matemáticas y la tecnología. Para manejar y poder asimilar muchos conceptos y procesos científicos, es preciso dominar la disciplina matemática; de igual manera, muchos conceptos matemáticos son mucho más fácilmente entendibles a partir de su aplicación dentro de un contexto de explicación científica. También hay que destacar el papel que la tecnología ha desempeñado en el desarrollo científico permitiendo muchos de los avances y comodidades (medicina, transporte, etc) de los que hoy en día disfrutamos con total normalidad (Atrio Cerezo, 2010).</p>	<p>Teniendo presente que se parte de conceptos clave: masa, densidad y volumen, se hace uso de unidades de medida, de instrumentos de medición, de cambios en la materia para lograr diferenciar y comprender dichos conceptos y así mismo lograr identificar estas características en materia específica, para luego poder hacer el análisis de algunos materiales y diferenciar cuáles pueden ser más resistentes y pueden ser usados por ejemplo en construcción. La tecnología ayuda en la digitación de la información y en el diseño de modelos que les ayude a hacer comparaciones.</p>	<p><b>La relación de la educación STEM con la estrategia didáctica de indagación se centra en que en ambos las personas deben ser capaces de trabajar de similar manera a cómo trabajan los científicos e ingenieros. De esta manera se contribuye a estimular a los alumnos en el desarrollo de destrezas y competencias tales como: capacidad comunicativa, trabajo y colaboración en equipo, ser rigurosos con el propio trabajo (reflexión y autocrítica), autonomía (propia toma de decisiones, curiosidad), manejo de nuevas tecnologías y diverso instrumental científico, resolución de problemas y búsqueda de alternativas y soluciones, selección de la información relevante y útil, extracción de conclusiones, etc.</b> En relación al trabajo con datos que realizan los alumnos durante las secuencias por indagación, y teniendo en cuenta uno de los objetivos principales de la investigación, hay que resaltar lo siguiente (Lehrer y Schauble, 2006): " Los datos se obtienen a través de un proceso constructivo (después de la fase experimental). Se hace necesaria la selección progresiva y la abstracción de la percepción, es decir, decidir qué y cómo observar y medir; en este punto es fundamental otorgar a nuestros alumnos "libertad" para que sean ellos mismos los responsables (al máximo) de su modelo" (p.11) . Por último se resalta la competencias básicas en ciencia y tecnología: "antes ya hemos hablado sobre el método STEM y su relevancia en el plano educativo. El aprendizaje de conceptos científico-matemáticos a través de experiencias/experimentos, utilizando diverso instrumental de laboratorio, etc. es un signo claro de que el trabajo conjunto de las áreas de ciencias, matemáticas y tecnología es necesario y lo más importante, útil y eficaz para el proceso de aprendizaje del alumnado" (p. 40)</p>	
--	------------------------------------	--	---------------------------------------	---	---	---	---	--	--	--	--

**Anexo 2:**

Unidad didáctica presentada en la Institución

Nombre y Apellidos de estudiante:

**Propósito (indicador de desempeño):**

- Propone recetas caseras utilizando combinación y separación de sólidos, líquidos y comparte la experiencia con sus compañeros.
- Identificar los diferentes estados físicos de la materia
- Reconoce que un número puede escribirse de varias maneras equivalentes

**Pautas para la realización del taller:**

**Elije la opción que más se le facilite**

- El trabajo lo debes realizar en el cuaderno de ciencias naturales.
- Escribir sobre los espacios ubicados en el presente taller.
- Evidencia visual (fotografía o dibujo )de su desarrollo

**Describir ítems de evaluación del taller para el estudiante:**

El trabajo enviado por el alumno de forma virtual, se le asignará una nota del 100%.

**ACTIVIDADES:**

**Exploración**

¿Sabías qué? La unión de dos o más sustancias o materiales se llama **MEZCLA**



Existen mezclas en las que los materiales se pueden distinguir unos de otros. (Mezcla Heterogénea) Por ejemplo: una mezcla de cereal con leche

En otros casos es imposible distinguir los diferentes materiales (Mezcla homogénea) Por ejemplo: una limonada



¿Sabías qué? Un mismo número puede ser representado de diferentes formas. Por ejemplo:  $15=10+5$  y  $9+6=15$ . El número 15



## Estructuración:

1. Escribe en el cuaderno las operaciones que debas hacer para responder a las preguntas.



Hola amiguito, el día de hoy quiero hacer un delicioso salpicón y para hacerlo necesitaré: frutas, frutiño de salpicón y agua, como en casa no tengo los ingredientes iré a la tienda ¡Acompáñame!



Para comprar todos los ingredientes me han cobrado \$6.300. Te voy a decir cuánto tengo en el bolsillo para que me ayudes a sumar el dinero y lograr pagar en la tienda.

**Dinero:** cinco monedas de \$50, cinco monedas de \$100, siete monedas de \$200, cinco monedas de \$500, tres billetes de \$1000, dos billetes de \$2000 y un billete de \$5000.

¿Puedes ayudarme a descubrir 3 diferentes formas que puedo tener de pagar los \$6300 a partir del dinero que tengo?

Ejemplo:  $\underline{2000} + \underline{2000} + \underline{2000} + \underline{200} + \underline{50} + \underline{50} = 6300$

Otra forma:

Otra forma:



Ahora que tengo los ingredientes listos, te explicare como hacer un delicioso salpicón, estarás pendiente de los pasos para luego responder unas preguntas.

Paso 1



Paso 2



Paso 3



Picar las frutas

Mezclar el frutiño y el agua

Mezclar el jugo con las frutas

**Preguntas:**

- En el paso 1, al combinar las diferentes frutas obtengo una mezcla \_\_\_\_\_
- En el paso 2, al combinar el agua con el frutiño obtengo una mezcla \_\_\_\_\_
- En el paso 3, al juntar el jugo de frutiño con las frutas, obtengo una mezcla \_\_\_\_\_

**Transferencia**

Vas a Pensar en una receta que te gustaría hacer y vas a copiar en el recuadro los ingredientes que necesitarías y el precio que crees que vale cada uno.

Ingrediente	1 lb de harina	1 lb de azúcar	Media libra de mantequilla	8 huevos
Precio	1.800 \$	1.700 \$	1.950 \$	4.000 \$

¿Cuánto te valdría en total todos los ingredientes? \_\_\_\_\_

¿Puedes escribir 3 diferentes combinaciones de monedas y billetes para pagar tus ingredientes?

**Combinación 1:**

**Combinación 2:**

**Combinación 3:**

Para realizar la receta, se tuvo que mezclar algunos de los ingredientes que pusiste en el recuadro de arriba. Coloca en este recuadro una mezcla homogénea y una mezcla heterogénea que se haya tenido que realizar durante la realización de la receta

<b>Dibujo Mezcla Homogénea</b>	<b>Dibujo Mezcla Heterogénea</b>

Exploración:

1-Lee estos 2 enunciados y cópialos en el cuaderno:

¿Sabías qué? Un mismo número puede ser representado de diferentes formas. Por ejemplo:  $15=10+5$  y  $9+6=15$ . El número 15 puede ser escrito como la suma de diferentes números.



¿Sabías qué? La unión de dos o más sustancias o materiales se llama MEZCLA



2-Responde las siguientes preguntas:

a-¿Qué se necesita para hacer jugo de mora? \_\_\_\_\_

b-Para hacer un salpicón compre: 4 manzanas, 5 bananos, 1 piña, 2 papayas y 10 fresas. ¿Cuántas frutas compre por todas? \_\_\_\_\_

c-Fuera de las frutas, escribe que otros ingredientes hacen falta para realizar el salpicón: \_\_\_\_\_

Estructuración:

3-Preguntale a tu mamá que ingredientes utiliza para realizar arroz con pollo y cópialos en el cuaderno de naturales.

4-Lee, copia y responde en el cuaderno el siguiente problema?



Para comprar los ingredientes y hacer el arroz con pollo, me colaboraron con el siguiente dinero: mi papá me dio 5.000\$, mi mamá me dio 3.500 \$, mi hermano me dio 1.0000 \$, mi abuelo me dio 2.000\$. ¿Cuánto dinero recogí en total?

Transferencia:

5-Escribe los ingredientes que utiliza tu mamá o tú, para realizar cualquier mezcla, escribe 2 ejemplos.

6-Realiza las siguiente sumas y responde ¿Qué tienen en común?

$$25 + 50 + 10 + 15 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$10 + 30 + 20 + 40 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$35 + 40 + 12 + 13 = \underline{\hspace{2cm}}$$

**Anexo 3:**

Unidad didáctica

# UNIDAD DIDÁCTICA

12  
11  
10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1  
0

=5?  
Mide 7cm

$12+6$  !



*Alejandra Mazo Castañeda*  
*Jessica Cano Villa*  
*Juan José Parra Cardona*

*Universidad de Antioquia*  
*2021*



# MOMENTO DE EXPLORACIÓN

## MIDIENDO CON LOS PIES Y LA CABEZA

### GUÍA PARA EL DOCENTE

Con estas actividades el estudiante logrará reconocer las condiciones que necesita una planta para crecer.

Para cumplir con el objetivo de este momento, primero se iniciará con la identificación de las características que necesita un ser humano para crecer y luego se hará un paralelo con las características que necesita una planta para su crecimiento.

### ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

Este momento de exploración puede estar dividido en tres sesiones. La primera sesión estará dirigida a partir de la siguiente pregunta: ¿Cuánto has crecido desde que naciste hasta hoy, y qué necesitas para seguir creciendo? Se hará una comparación de las medidas de sus cuerpos cuando nacieron y las medidas de sus cuerpos actualmente. Dichas medidas serán el peso, la estatura, el tamaño del pie y el diámetro de la cabeza. La idea es que se logren distinguir los cambios que se han generado en las diversas variables que se han medido en el intervalo de tiempo determinado. Luego, tendrán que investigar cuáles son los factores que permiten el crecimiento físico del ser humano.

En la segunda sesión se propone que los niños busquen y elijan tres plantas que estén a su alrededor y puedan llenar el cuadro que se les presentará para esta actividad específica con ayuda de un adulto, investigando en libros o en la web. En este cuadro deberán responder por el nombre que recibe la planta, en otra casilla deberán dibujarla y responder si es de sol o de sombra, además deberán consultar sobre los cuidados que estas necesitan para crecer. Por último, reconocerá qué elementos en común tienen las plantas seleccionadas para que se puedan desarrollar.

Para este primer momento se propone la tercera sesión, en la cual se realizarán grupos de 3 estudiantes y en conjunto deberán llenar un cuadro paralelo donde se plasmen las semejanzas que tienen los seres humanos y las plantas respecto a su crecimiento.

TIEMPO ESTIMADO
180 minutos



# MIDIENDO CON LOS PIES Y LA CABEZA

## GUÍA PARA EL ESTUDIANTE

### Objetivo:

Identificarás las características que necesita una planta y un ser humano para crecer.

### Materiales:

Una foto de cuando estabas pequeño y una foto actualizada; metro; báscula (o el dato del peso actual) lápiz y colores.

¡Indaguemos!

### Sesión 1:

En el siguiente cuadro vas a llenar los espacios en blanco con ayuda de un adulto. (En caso de no tener alguno de los datos se puede poner una aproximación)



	PESO (KG)	ESTATURA (cm)	TAMAÑO (cm)	DIÁMETRO DE LA CABEZA (cm)
MEDIDAS DE NACIMIENTO				
MEIDAS ACTUALES				
¿QUÉ DIFERENCIAS OBSERVAS EN LAS MEDIDAS?	_____			

¿Qué crees que necesita un ser humano para crecer?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



# MIDIENDO CON LOS PIES Y LA CABEZA

## GUÍA PARA EL ESTUDIANTE

### Sesión 2:

Elige 3 plantas que encuentres a tu alrededor y llena la siguiente tabla.



NOMBRE DE LA PLANTA	DIBUJA LA PLANTA	¿LA PLANTA ES DE SOL O DE SOMBRA?	¿QUÉ CUIDADOS NECESITA PARA CRECER?
Ejemplo Veranera		Planta de sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Regar una vez a la semana</li> <li>▶ Ponerla al sol</li> <li>▶ Debe estar abonada</li> </ul>

¿QUÉ CUIDADOS TIENEN EN COMÚN LAS PLANTAS QUE CONSULTASTE PARA QUE PUEDAN CRECER?

---



---



---



## MIDIENDO CON LOS PIES Y LA CABEZA

### GUÍA PARA EL ESTUDIANTE

#### Sesión 3:

Para socializar las respuestas, formar grupos de 3 estudiantes y escribir en este recuadro, qué cosas necesitan las plantas y los humanos para poder crecer y con un color subrayar los elementos que tengan en común.

HUMANOS	PLANTAS
◀ Necesitan dormir	◦ Algunas necesitan tierra



# MOMENTO DE ESTRUCTURACIÓN

## ¡CREZCAMOS CON LAS PLANTAS!

### GUÍA PARA EL DOCENTE

Con estas actividades el estudiante logrará reconocer las condiciones que necesita una planta para crecer.

Se trabajará el concepto de medida y las relaciones mayor que y menor que.

Para cumplir con los objetivos de este momento, en una primera instancia se realizarán algunas actividades para aprender a utilizar la regla y las medidas en centímetros (cm), luego se realizará un experimento sobre el proceso de crecimiento de las plantas, se explicarán conceptos relacionados con el tema y finalmente se evaluará el momento de estructuración por medio de una actividad de comunicación de resultados.

### ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

La Estructuración estará dividida en tres sesiones. **En la primera sesión** se hará una breve explicación sobre el uso de la regla y se realizará un ejercicio de medir diversos objetos presentes en el entorno. Luego los estudiantes deberán relacionar el concepto de medida con el crecimiento de una planta, a partir de la formulación de hipótesis sobre una estimación del tamaño que la planta podría llegar a alcanzar en un intervalo de tiempo de 12 días.

Para la **Segunda sesión** se presentarán tres opciones de semillas, de las cuales deberán elegir solo una semilla para dar inicio al experimento con el proceso de germinación. El ejercicio consistirá en poner a remojar en agua durante 12 horas (toda la noche anterior al experimento), 12 semillas de las que eligieron.

Se tomarán seis vasos y en cada vaso se pondrá un algodón con 2 de las semillas. Se pondrán 2 vasos debajo de la cama, 2 vasos dentro de la nevera y 2 vasos en

un lugar con acceso a la luz solar. La idea es que en cada ambiente sólo las semillas de uno de los vasos se humedezcan 3 gotitas cada día, mientras que el otro vaso de cada ambiente no reciba nada de agua, para que puedan observar qué variables influyen en el crecimiento de la planta. Se llevará registro del crecimiento de las plantas en tres tablas indicadas en la guía para el estudiante. Como este registro llevará varios días, (el maestro considerará cuál es el momento más oportuno para continuar con el desarrollo de este segundo momento).

Posteriormente, se les sugiere un video de Storybots que habla sobre el proceso de germinación de las semillas y luego se les propone investigar sobre las partes de la planta y observar un cuadro que explica el paso a paso de su crecimiento. (Este cuadro se sugiere sobre todo para quienes no tengan fácil acceso al video sugerido de los Storybots).

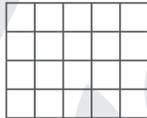
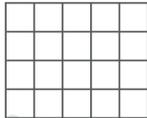
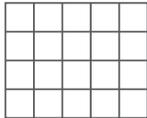


## ¡CREZCAMOS CON LAS PLANTAS!

### GUÍA PARA EL DOCENTE

La *tercera sesión* está diseñada para la comunicación de resultados, la cual consistirá en la conformación de grupos dependiendo de la semilla seleccionada, es decir que en total habrá tres grupos: el grupo de las lentejas, el de los frijoles y el de los garbanzos. En cada grupo cada estudiante llenará una tabla en la que registrará bajo qué condiciones creció más alguna de sus plantas. Con esta actividad ellos deberán justificar de acuerdo a todo el proceso de experimentación realizado, qué factores son más favorables y que factores son menos favorables en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Cada grupo tendrá una tabla como aparece a continuación:

DEBAJO DE LA CAMA	DENTRO DE LA NEVERA	LUGAR DONDE RECIBE LUZ SOLAR
		
TOTAL DE *:	TOTAL DE *:	TOTAL DE *:

Los estudiantes de cada grupo colocarán un \* en el ambiente que más haya crecido su planta y responderán:

¿Cuál de estos ambientes tuvo un mayor puntaje? \_\_\_\_\_

Por último compartirán con el grupo por qué creen que la planta creció más en ese ambiente.

Nota: Con este experimento se esperaría que las plantas crecieran más debajo de la cama, sin embargo, el maestro deberá explicar que este crecimiento se debe a que la planta acelera su proceso de desarrollo en busca de luz solar; sin embargo, el ambiente más favorable para este tipo de plantas es el que tiene luz solar y humedad, debido a que estos son los factores que permiten la nutrición y por lo tanto garantizarán que la planta no se marchite en pocos días.

TIEMPO ESTIMADO	
45 minutos	Sesiones 1 y 3
12 días	Sesión 2



## ¡CREZCAMOS CON LAS PLANTAS!

### GUÍA PARA EL ESTUDIANTE



#### Sesión 1:

1. **Una Regla:** Es un instrumento que nos ayuda a medir objetos. Nos muestra la medida de un objeto en centímetros.



El lapiz mide 8cm

3. Observa las siguientes medidas

<p>Un Clip mide 2cm</p>	<p>Unas Tijeras miden 9cm</p>	<p>Una Lámpara mide 10cm</p>
-------------------------	-------------------------------	------------------------------

2. Busca a tu alrededor 3 objetos.

Con la ayuda de la regla mediremos esos objetos.

Nombre del objeto	Nombre del objeto	Nombre del objeto	Nombre del objeto
Ejemplo Termo			
Medida: 25cm	Medida:	Medida:	Medida:

Responde:

**¿CUÁNTO CREES QUE PODRÍA CRECER UNA PLANTA DE FRIJOL SI LA PONGO BAJO LA CAMA POR 12 DÍAS? (EN CENTÍMETROS)**

Por ejemplo, para mí crecería 13 cm (más que la lámpara)

---



---



# ¡CREZCAMOS CON LAS PLANTAS!

## GUÍA PARA EL ESTUDIANTE

### Sesión 2:

1. De los siguientes tipos de semillas, vas a marcar con una X la que quieras poner a germinar.

		
Lentejas	Frijoles	Garbanzos

2. Vamos a poner a germinar las semillas para que se conviertan en plantas.



### MATERIALES

- 12 granos de la semilla que elegiste
- 6 recipientes de vidrio o plástico transparente
- Algodón
- Agua
- Cinta, papel y marcador

### PASO A PASO

- Poner a remojar en agua las 12 semillas la noche anterior al experimento (por 12 horas).
- Con ayuda de la regla marca en cada vaso las unidades en centímetros.
- En cada recipiente poner algodón en el fondo.
- Colocar 2 semillas en cada uno de los vasos.
- Poner una motita de algodón sobre las semillas.
- Humedecer el algodón con algunas gotitas de agua. (Evita que sea en exceso).
- Lleva 2 vasos debajo de la cama, otros 2 dentro de la nevera y los otros 2 ponlos en un lugar donde reciban luz solar.



**NOTA: EN CADA AMBIENTE, HUMEDECER CON AGUA DÍA POR MEDIO SOLO UNO DE LOS VASOS, EL OTRO NO RECIBIRÁ AGUA.**

**¡CREZCAMOS CON LAS PLANTAS!**

**GUÍA PARA EL ESTUDIANTE**

Vamos a observar las plantas cada 3 días y anotar el registro en las siguientes tablas:

<b>DEBAJO DE LA CAMA</b>	DÍA	FECHA	¿CUÁNTO HA CRECIDO LA SEMILLA? DAR LA MEDIDA EN CM	
			CON AGUA	SIN AGUA
	0			
	3			
	6			
	9			
12				

<b>DENTRO DE LA NEVERA</b>	DÍA	FECHA	¿CUÁNTO HA CRECIDO LA SEMILLA? DAR LA MEDIDA EN CM	
			CON AGUA	SIN AGUA
	0			
	3			
	6			
	9			
12				

<b>LUGAR DONDE RECIBE LUZ SOLAR</b>	DÍA	FECHA	¿CUÁNTO HA CRECIDO LA SEMILLA? DAR LA MEDIDA EN CM	
			CON AGUA	SIN AGUA
	0			
	3			
	6			
	9			
12				



## ¡CREZCAMOS CON LAS PLANTAS!

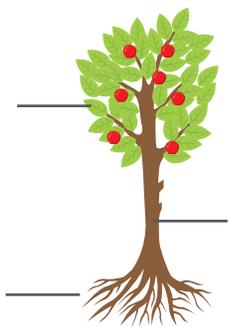
### GUÍA PARA EL ESTUDIANTE

3. Ahora veamos un vídeo para que te hagas la idea de lo que pasará con tu planta.

<https://www.youtube.com/watch?v=0v9ozn9XgVM>



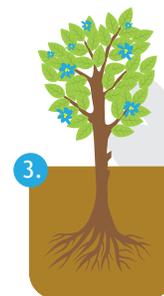
4. Consulta cuáles son las partes de una planta y escríbelas. Luego observa el proceso de CRECIMIENTO de las mismas.



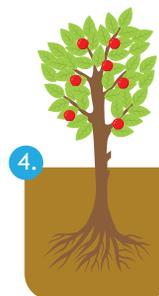
1. La semilla cae en el suelo húmedo.



2. De la Semilla nace una plantita.



3. La plantita crece y llega a ser una planta adulta, a la que le salen flores.



4. Estas flores se convierten en frutos.



5. En los frutos se forman las semillas.

### Sesión 3:

Esta actividad se realizará entre los compañeros que eligieron el mismo tipo de semilla.

**Grupo:** Semilla de \_\_\_\_\_ (Ejemplo: lentejas)

Observa la tabla de la página de **registro de las plantas (pg 10):**

De las plantas de los 3 ambientes, colorea la casilla de la planta que más haya crecido en el día 12.

# MOMENTO DE TRANSFERENCIA

## ¡SEÑOR CABEZA DE PASTO!

### GUÍA PARA EL DOCENTE

En esta última etapa el estudiante hará evidentes las conclusiones a las que llegó en el desarrollo de los momentos anteriores.

Realizarán un muñeco con semillas de alpiste y deberán tener en cuentas cuáles son las condiciones favorables que necesita el muñeco para que su cabello de pasto pueda crecer.

### ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

La *primera sesión* estará destinada a la realización de los muñecos cabeza de pasto. Con esta actividad se pretende que identifiquen qué factores harán posible o no el crecimiento de las plantas de alpiste. En el paso a paso se detalla cómo hacer los muñecos y ellos deberán elegir uno de los ambientes abordados en el momento de estructuración según consideren sea el más favorable y dejarlo allí durante diez días. Cada día deberán medir qué tanto le ha crecido el cabello de alpiste al muñeco.

Finalmente, en la *segunda sesión* pasados 10 días del experimento, los estudiantes deberán tomarle una foto a su muñeco y compartirla con la clase, además deberán explicar porqué en ese ambiente que eligieron se logró o no se logró que al muñeco le creciera su cabello.

TIEMPO ESTIMADO	
45 minutos	Para explicar y socializar en cada sesión
10 días	Para el desarrollo del experimento



# ¡SEÑOR CABEZA DE PASTO!

## GUÍA PARA EL ESTUDIANTE

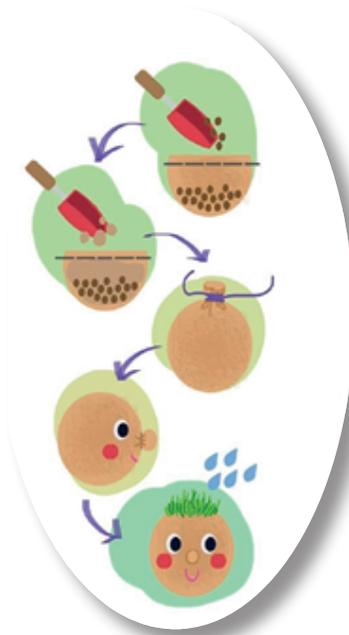
### Sesión 1:

1. Hagamos a nuestro amigo ¡Señor cabeza de pasto!

#### Materiales:

- Media de Nylon
- Semillas de Alpiste
- Arena o Tierra
- Hilo o bandita elástica
- Cosas para decorar la cara

Vamos a poner a nuestro muñeco en el ambiente que creamos será más favorable para el crecimiento de su pelo (debajo de la cama, dentro de la nevera o en un lugar con luz solar).



### Procedimiento

1. En el interior de la media agregamos una cucharada de semillas de alpiste.
2. Agregamos dos tazas de tierra.
3. Atamos la media como si fuera un saquito.
4. Decoramos la cara. Podemos formar un pequeño bulto y atarlo como si fuera la nariz del muñeco.

**LO TENEMOS QUE REGAR UNA VEZ AL DÍA Y POCO A POCO VAMOS A VER COMO CRECE EL PELO DE PASTO.**

2. Esperaremos durante 10 días... mientras tanto, cada día vas a medir cuánto crece su cabello y lo anotarás en este cuadro:

						6	7	8	9	10
Día	1	2	3	4	5					
Medida (cm)										

Después de diez días, tómale foto a tu muñeco (o dibújalo) y ponla en el espacio de la derecha.

Le explicarás a la clase porqué a tu muñeco le creció mucho o poco cabello.

Nombre de tu muñeco:
Foto o dibujo:

