



**El ABPy con enfoque STEAM como estrategia para potenciar la habilidad argumentativa  
en los estudiantes de grado cuarto de primaria sobre el fenómeno del día y la noche**

Vanessa Agudelo Mejía  
Juan Camilo Duque Molina  
Camila Vásquez Álvarez

Trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciados en Educación Básica con énfasis  
en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Tutor

Christian Fernney Giraldo Macías, Doctor (PhD) en Educación  
Verónica Valderrama Gómez, Doctora (PhD) en Ciencias de la Educación

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Medellín, Antioquia, Colombia

2022

<b>Cita</b>	(Agudelo Mejía, Duque Molina & Vásquez Álvarez, 2022)
<b>Referencia</b>	Agudelo Mejía, V., Duque Molina, J. C. & Vásquez Álvarez, C. (2022). <i>El ABPy con enfoque STEAM como estrategia para potenciar la habilidad argumentativa en los estudiantes de grado cuarto de primaria sobre el fenómeno del día y la noche</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	



Centro de Documentación Educación

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** Jhon Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Wilson Bolívar Buriticá.

**Jefe departamento:** Cartul Valerico Vargas Torres.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Agradecimientos**

A Dios por fortalecernos en paciencia y resiliencia para superar los momentos de crisis e iluminarnos con su sabiduría.

A nuestros padres por la vida y el apoyo constante que nos brindaron durante este proceso de formación, que nos fortaleció para alcanzar todos nuestros propósitos.

A la Universidad de Antioquia por brindarnos los mejores espacios de aprendizaje y de crecimiento intelectual, personal y profesional.

Al Colegio Calasanz Medellín por permitirnos habitar sus aulas y aprender de la labor de sus maestros.

A los estudiantes del Colegio Calasanz Medellín por su disposición, entusiasmo y alegría para compartir con nosotros sus vivencias.

A nuestros asesores Verónica Valderrama Gómez y Christian Giraldo Macias por su acompañamiento constante, sus palabras sabias y por compartirnos un poco de su amor por la investigación y la labor docente.

## Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
1 Planteamiento del Problema y Justificación	12
2 Objetivos	18
2.1 Objetivo general	18
2.2 Objetivos específicos	18
3 Marco de Referencia	19
3.1 Revisión de literatura	19
3.1.1 Núcleo Temático 1: Enseñanza y Aprendizaje del Fenómeno del Día y la Noche	23
3.1.2 Núcleo Temático 2: ABPy con enfoque STEAM	24
3.1.3 Núcleo Temático 3: Argumentación en Ciencias	25
3.2 Marco Conceptual	26
3.2.1 Enseñanza/Aprendizaje del Fenómeno del Día y la Noche	26
3.2.2 Aprendizaje Basado en Proyectos con enfoque STEAM	30
3.2.3 Argumentación en Ciencias	35
4 Metodología	41
4.1 Contexto y Selección de los Participantes (selección de casos de estudio)	44
4.2 Instrumentos de Recolección	45
4.2.1 Observación	45
4.2.2 Cuestionarios	46
4.3 Consideraciones Éticas	46
4.4 Metodología de Enseñanza (Proyecto ABPy con Enfoque STEAM)	47
4.4.1 Diseño del Proyecto	47
4.4.2 Características Esenciales del Proyecto para cada una de las Áreas STEAM	50

4.4.3 Planeación y Descripción de Actividades	52
5 Resultados y Análisis	63
5.1 Ideas Previas sobre el Fenómeno del Día y la Noche	64
5.1.1 Percepciones/representaciones iniciales de los estudiantes	65
5.1.2 Asociación de la Luna y la Noche	71
5.1.3 Visión Externa e Interna del Fenómeno	72
5.2 Argumentación de los Estudiantes al Explicar el Fenómeno del Día y la Noche	73
5.2.1 Argumentación Escrita	73
5.2.2 Argumentación Oral	84
5.2.3 Relación entre Argumentación Escrita y Oral	88
5.3 Percepciones de los Estudiantes	89
5.3.1 Participación del Proyecto	89
5.3.2 Relaciones STEAM	91
6 Conclusiones	93
7 Recomendaciones	95
Referencias	97

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Criterios de búsqueda para la revisión de literatura	19
<b>Tabla 2</b> Unidades de análisis para la revisión de literatura	21
<b>Tabla 3</b> Concepciones alternativas de maestros y estudiantes sobre el fenómeno del día y la noche	28
<b>Tabla 4</b> Niveles argumentativos propuestos por Erduran et al. (2008) de acuerdo con el modelo de argumentación de Toulmin	39
<b>Tabla 5</b> Visión general del proyecto	48
<b>Tabla 6</b> Nombres de los equipos conformados por los estudiantes	54
<b>Tabla 7</b> Actividades programadas según las áreas STEAM	60
<b>Tabla 8</b> Categorías apriorísticas y subcategorías con su descripción para el análisis de los resultados de investigación	63

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b>	Unidades de análisis encontradas en la revisión de literatura por núcleo temático	20
<b>Figura 2</b>	Modelo Integral “Estándar de Oro”	31
<b>Figura 3</b>	Elementos que componen un argumento según el modelo de argumentación de Toulmin	37
<b>Figura 4</b>	Modelo de estudio de caso de Hopscotch propuesto por Jorrín (2016)	44
<b>Figura 5</b>	Logo de identificación del proyecto de intervención titulado “Sky Talks: charlas a cielo abierto”	50
<b>Figura 6</b>	Mapa del proyecto “Sky Talks: charlas a cielo abierto”	52
<b>Figura 7</b>	Características fundamentales para elaborar un proyecto de acuerdo con el BIE Estándar de Oro	52
<b>Figura 8</b>	Pieza gráfica de la presentación del proyecto	55
<b>Figura 9</b>	Fotografías de construcción de telescopio casero	61
<b>Figura 10</b>	Fotografías de actividad sobre el reloj de Sol y la rúbrica de este	62
<b>Figura 11</b>	Construcción del plano del modelo en 3D sobre el movimiento de rotación de la Tierra	63
<b>Figura 12</b>	Fotografías sobre la fase de cierre del proyecto de manera virtual y presencial	66
<b>Figura 13</b>	Modelos mentales que presentan los estudiantes de grado 4C en la prueba diagnóstica	71
<b>Figura 14</b>	Dibujo del estudiante E10 en el que se evidencia el modelo de rotación	71
<b>Figura 15</b>	Ejemplo de modelo mental de revolución	72
<b>Figura 16</b>	Dibujo realizado por E6 en el que se evidencia el modelo de alternancia	73
<b>Figura 17</b>	Dibujo realizado por E2 sobre el día y la noche	73
<b>Figura 18</b>	Modelos mentales que presentaron los estudiantes de 4C en el instrumento de cierre	74
<b>Figura 19</b>	Dibujo realizado por E12 en la prueba de cierre	75
<b>Figura 20</b>	Dibujo realizado por E11 en la prueba de cierre	75

<b>Figura 21</b> Dibujo realizado por E18 en la prueba de cierre	76
<b>Figura 22</b> Dibujo realizado por E19 en la prueba de cierre	77
<b>Figura 23</b> Respuestas de los estudiantes a la pregunta 1 en el instrumento diagnóstico	79
<b>Figura 24</b> Respuestas de los estudiantes a la pregunta 2 en el instrumento diagnóstico	80
<b>Figura 25</b> Respuestas de los estudiantes a las preguntas 1 y 2 en el instrumento de cierre, respectivamente	82
<b>Figura 26</b> Fotografías de estudiantes realizando la escritura del guion	85
<b>Figura 27</b> Presentación del producto final del grupo Carl Sagan, charla Sky Talks	93

## **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>ABPy</b>	Aprendizaje Basado en Proyectos
<b>STEAM</b>	Science, Technology, Engineering, Art and Mathematical
<b>PhD</b>	Philosophiae Doctor
<b>UdeA</b>	Universidad de Antioquia
<b>DBA</b>	Derechos Básicos de Aprendizaje

## Resumen

En esta investigación se buscó analizar los argumentos que construyen los estudiantes de grado cuarto del Colegio Calasanz Medellín asociados a las posibles explicaciones del fenómeno del día y la noche al participar de un proyecto con enfoque STEAM, para esto se realizó una investigación cualitativa con un método de estudio de caso de tipo descriptivo e interpretativo, en la que se utilizaron como instrumentos de recolección de información, la observación llevando el registro de los hechos a partir de diarios pedagógicos y los cuestionarios llamados instrumentos de diagnóstico y de cierre con los que se analizaron algunos argumentos de los estudiantes. Participaron aproximadamente 25 estudiantes del grado cuarto del Colegio Calasanz Medellín el cual se caracteriza por una filosofía basada en la Piedad y las Letras, que tiene una comunidad estudiantil de estrato socioeconómico media-alta.

Se implementó un proyecto llamado *SKYTALKS: charlas a cielo abierto* que se desarrolló durante siete semanas en tres fases: lanzamiento, ejecución y cierre. En cada una de ellas se ejecutaron actividades encaminadas a la creación de un producto final que consistía en una charla tipo TED y se involucraron las diferentes áreas STEAM que buscaron desarrollar las características esenciales del ABPy. Los resultados demuestran que la participación en un proyecto con este enfoque logró potenciar la habilidad de la argumentación en los estudiantes en relación con el fenómeno del día y la noche, evidenciando un cambio significativo en sus argumentos.

*Palabras clave:* argumentación, fenómeno de día y noche, Aprendizaje Basado en Proyecto, enfoque STEAM.

## Abstract

The purpose of this research was to analyze the arguments constructed by fourth grade students of Colegio Calasanz Medellín associated with the possible explanations of the phenomenon of day and night when participating in a project with STEAM approach, for this a qualitative research was conducted with a descriptive and interpretative case study method, in which observation was used as instruments for data collection, recording the facts from pedagogical diaries and questionnaires called diagnostic and closing instruments with which some arguments of the students were analyzed. Approximately 25 students from the fourth grade of the Calasanz Medellín School participated, which is characterized by a philosophy based on Piety and Letters, and has a student community of medium-high socioeconomic status.

A project called *SKY TALKS: charlas a cielo abierto* that were developed during seven weeks in three phases: launching, execution and closing. In each of them, activities aimed at the creation of a final product consisting of a TED-like talk were executed and involved the different STEAM areas that sought to develop the essential characteristics of ABPy. The results show that participation in a project with this approach managed to enhance the students' argumentation skills in relation to the phenomenon of day and night, evidencing a significant change in their arguments.

*Keywords:* argumentation, day and night phenomenon, Project Based Learning, STEAM approach.

## 1 Planteamiento del Problema y Justificación

Actualmente es indispensable la formación en el ámbito científico, debido a que la mayoría de la actividad humana que existe necesita de la ciencia, de la integración y transversalización de los conocimientos que la componen (Arteaga et al. 2016). En este sentido, la escuela tiene un papel protagonista puesto que los individuos acceden a ella en edades tempranas y es allí donde comienzan a adquirir sus conocimientos científicos y las capacidades cognitivas relacionadas con la comprensión de la ciencia.

Sin embargo, la escuela aún se ubica en una etapa de transición en cuanto a la enseñanza de la ciencia, puesto que tradicionalmente se ha recurrido a los procesos memorísticos, en donde el maestro es protagonista. Como lo afirma Torres (2010):

Son muchos los métodos y las técnicas que los docentes aplican para enseñar esta disciplina, pero algunas de ellas están muy apegadas a la herencia que nos ha dejado el positivismo, y se utiliza el método científico como el único instrumento para llegar al conocimiento. (p. 135)

Adicional a esto, desde la literatura y las diferentes investigaciones realizadas sobre enseñanza de las ciencias naturales, se evidencia un gran interés por analizar la forma en cómo se lleva a cabo la ciencia escolar en educación secundaria y superior (Aguilera y Perales, 2016) y no se revelan tantos estudios que conciben la importancia de enseñar y aprender ciencia en etapas iniciales. Así mismo, se evidencia el desinterés de gran parte de los docentes por buscar estrategias didácticas que permitan modificar actitudes científicas en los estudiantes de educación primaria (Romaña, 2016).

Por otro lado, aun se cae en el error de concebir la ciencia como aquello que requiere de materiales y de experimentos que no van más allá de la explicación de un concepto teórico y, no se enseña el cómo aplicar dicho procedimiento científico en una realidad y contexto específico. Y, es por esto que, a los estudiantes se les dificulta entender algunas de las explicaciones que dan las ciencias, porque las entienden de forma distinta a como ellos las piensan e interpretan (Romaña, 2016). Este aprendizaje descontextualizado de la ciencia y la tecnología en donde no se tiene en cuenta la aplicación, transferencia y creación del conocimiento científico es una de las causas del bajo interés que presentan los estudiantes a largo plazo, en las carreras científicas y tecnológicas (Domènech-Casal, Lope y Mora, 2019).

En el caso específico de educación primaria, la mayor dificultad que presenta actualmente la enseñanza de las Ciencias Naturales es la imposibilidad de generar espacios en los cuales los estudiantes puedan idear la forma de buscar y encontrar respuestas a lo que no conocen sobre el mundo, o donde puedan sustentar sus creaciones científicas, es decir, argumentar; estos hechos probablemente van apagando su curiosidad y necesidad de comprender su entorno (Furman, 2008). En este sentido, se considera la argumentación como una competencia que al igual que la observación y la experimentación falta promoverla para el desarrollo del aprendizaje científico; como lo afirma Posada (2015) la ciencia en la escuela aún se construye a partir de hechos, evidencias, hipótesis y experimentos, pero no es común decir que se construya a través del uso de la argumentación.

Lo anterior se produce debido a que aún no hay una comprensión sobre el término de argumentación tanto por parte de los estudiantes como de los docentes (Tamayo, 2012) porque no se incentiva al desarrollo de un pensamiento crítico, al no proponer actividades que permitan la socialización y estrategias que generen en el estudiante un razonamiento científico. Es por esto último, que no solo se ve la necesidad de enseñar a argumentar, sino que el docente tome conciencia y analice lo que concibe como argumentación (Márquez et al., 2013).

Del mismo modo, el autor hace alusión a otras problemáticas que no permiten una buena competencia argumentativa en clase de Ciencias Naturales, como lo son la falta de comprensión de las diferentes situaciones problemáticas y de las actividades de clase propuestas por el docente que requieren de argumentar por parte de los niños y niñas. Por ello se hace necesario que se otorgue importancia y pertinencia a los argumentos que ellos dan, teniendo en cuenta las evidencias y soportes implícitos en el contexto. De la misma forma, Posada (2013; 2015) asegura que la mayoría de las situaciones presentadas para favorecer los procesos argumentativos son hipotéticas, en las cuales se evidencia la falta de contextualización de los conocimientos científicos, por lo que la mayoría de los argumentos que estos construyen están basados en sus experiencias cotidianas y según el autor, son considerados de baja calidad.

En ese mismo sentido, Iordanou (2010) citado por Posada (2015) resalta que los estudiantes de etapas iniciales muestran una gran falencia al argumentar porque carecen de conocimientos amplios acerca de los temas científicos lo que no les permite participar adecuadamente en los espacios de debate.

Por otra parte, esta investigación se dirige hacia el estudio de la comprensión del fenómeno del día y la noche por parte de los estudiantes de básica primaria. Al respecto se evidencia que este, junto con los demás fenómenos astronómicos (fases de la luna, estaciones, entre otros), son algunos de los temas que más causan curiosidad e interés en los estudiantes, puesto que hacen que los sujetos se pregunten por aquello que los habita, dónde se encuentran inmersos y demás cuestiones referidas a su existencia. Sin embargo, cuando se escucha sobre fenómenos astronómicos se evidencian algunos problemas en su aprendizaje y enseñanza, por ejemplo, existe una tendencia a separar lo que sucede en el Espacio con aquello que sucede en la Tierra, debido a que no se centra el aprendizaje en la observación de aquellos fenómenos que son percibidos desde la superficie terrestre y además no se profundiza sobre cómo estos fenómenos afectan el planeta (Galperin et al., 2011).

Por lo general, en la escuela se dan explicaciones desde una “visión externa” de la Tierra, donde el estudiante tiene que posicionarse fuera de esta y analizar su movimiento rotacional; esta forma de comprensión del fenómeno no es incorrecta. Sin embargo, es necesario tener en cuenta también una “visión interna” que le permita situarse en la superficie terrestre y comprender el fenómeno desde aquellos cambios que percibe gracias a la ubicación del Sol en el cielo (Galperin et al, 2012). También este autor plantea que los fenómenos astronómicos son en esencia complejos. Sin embargo, con respecto al fenómeno del día y la noche específicamente, la mayoría de las personas y docentes tienden a creer que es un tema sencillo de trabajar por lo que una de las causas que dificulta su comprensión es que este ha sido minimizado durante mucho tiempo, y se ha supuesto que la solución reside en las formas de explicación utilizadas y no en la explicación que ofrecen los maestros.

En relación con lo anterior, comprender a profundidad cómo ocurre el fenómeno del día y la noche, permitirá que el estudiante establezca una relación entre las actividades que realiza a diario y, pueda generar una conclusión frente a la incidencia de este en su cuerpo, en sus pensamientos y en el transcurrir de su vida cotidiana. Y, de paso, hace un análisis reflexivo de los cambios que han tenido las concepciones sobre el día y la noche y, con ellas comenzar a comprender la evolución de las ideas de nuestro universo a lo largo de los siglos (Galperin, 2016, p. 127).

Son muchos los docentes que tienen dificultades en la enseñanza de estos temas, demostrando la presencia de concepciones alternativas y varias veces erróneas, que a su vez son

replicadas por sus estudiantes los cuales llegan con vacíos a la secundaria y con dificultades para la comprensión de otros temas astronómicos (Vega, 2007). Algunas de estas concepciones son, creer que la Luna está implicada en el fenómeno del día y la noche; considerar que los astros están constantemente apareciendo y desapareciendo; estimar que las nubes son quienes ocultan los astros o, que estos por su parte no se mueven.

La observación que se llevó a cabo en el centro de práctica en el grado cuarto enfocada en el análisis del desarrollo de la habilidad de la argumentación en los estudiantes, permitió la confirmación de algunas de las dificultades que se expresan en la literatura en la que se fundamenta esta investigación, ya que como principal factor en estos niños y niñas se muestra la necesidad de potenciar esta habilidad, debido a que se evidenció en los estudiantes del centro de práctica una gran incidencia de la situación educativa actual por la pandemia del virus Sars COVID-19.

Las observaciones realizadas se llevaron a cabo durante la adopción del modelo de alternancia, es decir, el aforo en todas las instituciones educativas de Colombia estaba restringido a cierta cantidad. La mitad de los estudiantes por grupo debían asistir de manera presencial a las aulas de clase y, la otra mitad, debía recibir su clase de manera virtual por la plataforma Microsoft Teams. Lo que significa que durante aproximadamente un año y medio, los estudiantes no tuvieron una conexión real y física entre sí, por lo que se vieron afectadas las habilidades comunicativas y sociales entre ellos, incidiendo en todos los procesos educativos de los niños y niñas, ya que, por cuestiones como el tiempo y el manejo de las herramientas informáticas había que generar otras estrategias donde se lograran llevar a cabo de la manera más apropiada, la práctica de enseñanza y aprendizaje.

Lo anterior fue un factor importante dentro del diagnóstico de este proyecto porque evidenció las falencias que los estudiantes poseen en el desarrollo de las competencias científicas escolares. A pesar de que, en el quehacer pedagógico del docente, se nota el querer proponer ejercicios diferentes que permitieran la comprensión de fenómenos, el objetivo no se lograba cuando los estudiantes no trascendían al análisis crítico de estos, ya que se brindaba información superficial, las actividades apuntaban a la resolución de talleres y a la explicación de los temas a partir de presentaciones digitales. No se establecían diálogos entre estudiantes ni se producían textos verbales y escritos que dieran cuenta de la comprensión de los temas.

Por todo lo anterior, es conveniente que el docente se prepare de una manera adecuada, buscando estrategias en las cuales se contribuya a generar hábitos más autónomos para que tengan

una experiencia significativa en su proceso de enseñanza y aprendizaje, de manera que esa experiencia no busque construir un conocimiento científico sino un conocimiento escolar (Cuetos, Jara y Serna, 2015); asimismo, el docente puede utilizar el deseo natural de los niños y niñas por conocer el mundo, lo que puede permitirles la construcción de pensamiento con las que comprendan cómo funcionan las cosas y así pensar por sí solos (Furman, 2008). Al desarrollar la habilidad argumentativa se fortalece a su vez la forma en cómo van a dirigir sus explicaciones de los diferentes fenómenos.

Por tanto, se considera fundamental en el aprendizaje de las Ciencias Naturales el interés y motivación por parte de los estudiantes, esto se puede lograr empleando métodos de enseñanza activos que visibilicen el uso de los conocimientos científicos y que favorezcan la formación integral del sujeto. Esto permite lograr una verdadera conexión de la ciencia con la vida cotidiana de los estudiantes (Aguilera y Perales, 2016).

Es en este punto donde se refiere principalmente a la estrategia pedagógica de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) y al STEAM (por sus siglas en inglés Science, Technology, Engineering, Art and Mathematical) como enfoque, considerando que actualmente el ABPy es una de las metodologías activas que está incentivando a la cooperación en el aula, por lo que se ha convertido en una de las más empleadas y valoradas (Aguirregabiria y Garcia, 2020, p. 6).

Por su parte, se ha demostrado sobre el ABPy que es un buen escenario metodológico para el despliegue de las áreas STEAM: Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas puesto que pueden intervenir directamente en la solución de problemas que sean aplicables y tengan en cuenta su contexto, además de permitir el trabajo cooperativo (Fortus citado por Guitart y Lope, 2019).

Y, en esta misma medida se favorece la forma de argumentar de los estudiantes, porque como lo plantea Schwarz et al. (2003), los ejercicios grupales en comparación con los individuales tienden a mejorar los argumentos en calidad y relevancia, puesto que son más fundamentados y menos personales. Asimismo, “promover la argumentación en el aula implica motivar en los estudiantes la reflexión sobre sus propios procesos de aprendizaje y sobre la forma en que se estructuran sus conocimientos” (Sánchez et al., 2013, pp. 16-17).

Por ello, esta investigación pretende estudiar la forma cómo los estudiantes desde la básica primaria tienen en cuenta los procesos de argumentación al comprender y estudiar el fenómeno del día y la noche. También se requiere investigar la manera cómo se aprende este fenómeno en

particular, el cual suele ser de gran interés para los niños y niñas, además por qué comprender la relación Sol-Tierra-Luna ha sido un elemento clave en el desarrollo de las ideas científicas (Vílchez-González y Ramos-Tamajón, 2015).

Con base en los problemas descritos anteriormente y la fundamentación dada, este trabajo de investigación pretende resolver la siguiente pregunta problematizadora: ¿Cómo son los argumentos que construyen los estudiantes de grado cuarto del Colegio Calasanz Medellín asociados a las posibles explicaciones del fenómeno del día y la noche al participar de un proyecto con enfoque STEAM?

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Analizar los argumentos que construyen los estudiantes de grado cuarto del Colegio Calasanz Medellín asociados a las posibles explicaciones del fenómeno del día y la noche al participar de un proyecto con enfoque STEAM.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Indagar sobre las ideas previas que presentan los estudiantes del grado cuarto acerca del fenómeno del día y la noche para el diseño de un proyecto STEAM.
- Caracterizar los argumentos que construyen los estudiantes sobre el fenómeno del día y la noche al participar de un proyecto con enfoque STEAM.
- Valorar la percepción de los estudiantes al participar de un proyecto con enfoque STEAM acerca del fenómeno del día y la noche.

### 3 Marco de Referencia

#### 3.1 Revisión de literatura

Para llevar a cabo la revisión de literatura de este proyecto, se tuvo en cuenta el modelo investigativo propuesto por Hoyos (2000) que propone una investigación documental o estado del arte. Si bien esta investigación no tiene un carácter documental, tiene la finalidad de dar significado a todo el material documental encontrado para que pueda ser analizado. En este sentido, ella define una construcción metodológica donde se tienen en cuenta los aspectos definidos en la tabla 1:

**Tabla 1**

*Criterios de búsqueda para la revisión de literatura*

<b>Criterios</b>					
<b>Delimitación temática</b>	<b>Delimitación temporal</b>	<b>Contexto</b>	<b>Colectivo de análisis</b>	<b>Unidades de análisis</b>	<b>Núcleos temáticos</b>
Enseñanza/aprendizaje del fenómeno del día y la noche.	Entre los años 2010 y 2021 con algunas excepciones.	Ámbito Nacional e Internacional.	Revistas nacionales e internacionales.	Artículos de revistas y tesis.	Enseñanza/aprendizaje del fenómeno del día y la noche
					Aprendizaje Basado en Proyectos con enfoque STEAM.
					Argumentación en ciencias

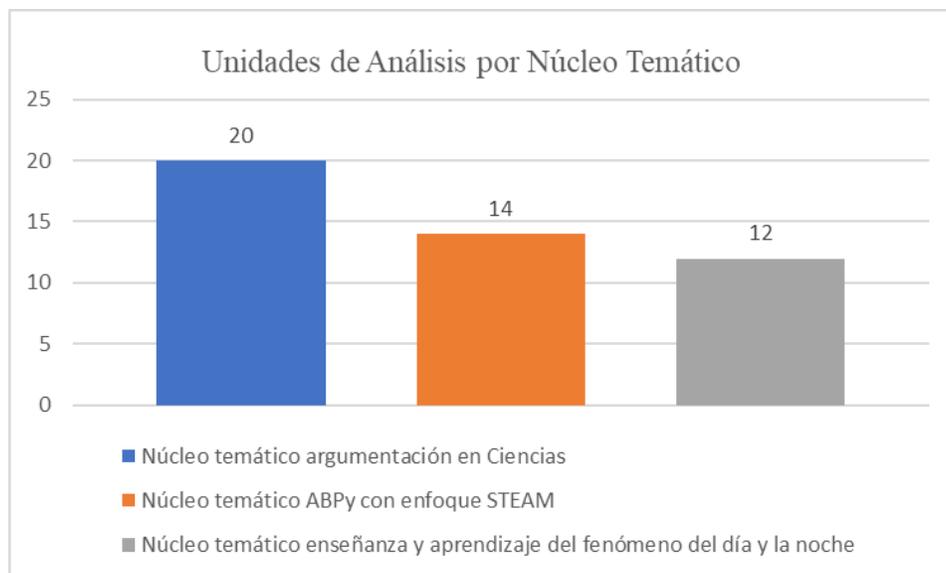
De igual manera, la selección de unidades de análisis se realizó en revistas de investigación del ámbito educativo, con énfasis en la enseñanza de las ciencias de las cuáles se extrajo

información de cierta cantidad de artículos para cada uno de los núcleos temáticos, como lo presenta la figura 1, entre ellas: Revista EUREKA; Revista Enseñanza de las Ciencias; Revista Iberoamericana de Educación; *Ápice*. Revista de Educación Científica; Revista *Qurrriculum*; Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias; Revista *Reunir*; Revista *Reidocrea*; Revista de la Facultad de Educación de la Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba; Revistas UdeA; Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, Revista *International Journal of Science Education*, Revista *Innovación Educativa*, Revista Electrónica *Educare* y Revista *Digital Universitaria* de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Con base en lo anterior, Hoyos (2000) sugiere definir “unidades de análisis”, entendidas como aquel material documental que será revisado y que para el desarrollo del presente trabajo en particular se basa principalmente en artículos de investigación. En la tabla 1 se presentan algunos de los resultados obtenidos.

### Figura 1

*Unidades de análisis encontradas en la revisión de literatura por núcleo temático*



**Tabla 2***Unidades de análisis para la revisión de literatura*

<b>Núcleo temático 1. Enseñanza/Aprendizaje del fenómeno del día y la noche</b>	
<b>Unidades de análisis</b>	<b>Autor(es) y año</b>
Tenerife tiene seguro de sol (y de luna): representaciones del profesorado de primaria acerca del día y la noche	Vega (2001a)
Sol y luna, una pareja precopernicana. Estudio del día y la noche en educación infantil.	Vega (2001b)
El día y la noche: dificultades para la comprensión de un fenómeno muy cotidiano.	Galperin, Raviolo, Señorans y Prieto (2012)
Indagación de los estudiantes primarios y secundarios sobre los fenómenos astronómicos cotidianos	Álvarez, Galperin y Quinteros (2018).
Propuestas didácticas para la enseñanza de la Astronomía.	Galperin, Insaurralde, Kauderer, Luppi, Petrucci, Socolovsky y Ure (2015)
Sistemas de referencia y enseñanza de las ciencias: el caso de los fenómenos astronómicos cotidianos	Galperin (2016)
<b>Núcleo temático 2. Aprendizaje Basado en Proyectos y enfoque STEAM.</b>	
<b>Unidades de análisis</b>	<b>Autor/es</b>
¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora	Pérez, Couso y Márquez (2021)
Y tú, ¿te proteges del sol? Un proyecto STEM con mirada científica	Guitart y Lope (2019)
Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticos para la Competencia Científica.	Domènech-Casal (2018)
Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción	Sanmartí y Márquez (2017)

Aprendizaje basado en proyectos y desarrollo sostenible en el Grado de Educación Primaria	Aguirregabiria y García (2020)
Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de la dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación.	Domènech-Casal (2020)
Educación STEM en y para un mundo digital: el papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas	López, Couso y Simarro (2020)
Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos	Domènech-Casal, Lope y Mora (2019)
Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria	Casado y Checa (2020)
<b>Núcleo temático 3. La Argumentación en Ciencias</b>	
<b>Unidad de análisis</b>	<b>Autor/es</b>
El modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa.	Rodríguez, L. I. (2004).
La argumentación en la enseñanza de las ciencias	Sánchez, Mejía y García (2013)
La argumentación y su rol en el aprendizaje de la ciencia	Posada (2015)
Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar	Revel, Couló, Erduran, Furman, Iglesia y Aduriz- Bravo (2005)
La argumentación científica escolar. Contribuciones a una alfabetización de calidad	Revel, Aduriz-Bravo (2014)
Hacia una pedagogía más social en la educación científica: el papel de la argumentación	Osborne (2009)
El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada	Pinochet (2015)

### ***3.1.1 Núcleo Temático 1: Enseñanza y Aprendizaje del Fenómeno del Día y la Noche***

Tal como lo expresan Galperin et al. (2012) las diferentes ideas que tienen los niños acerca de fenómenos astronómicos como el día y la noche, las fases de la Luna, las estaciones del año, entre otros, han sido estudiados desde hace casi 100 años, empezando por las ideas de Piaget, y teniendo un auge en los años 80, que surge por la necesidad de identificar e indagar por las ideas alternativas de los estudiantes sobre estos fenómenos.

Sin embargo, según Vega (2001b) eran pocos los estudios realizados para el año 2001 que tenían en cuenta las ideas o concepciones alternativas del público infantil, y en general se abordaba el fenómeno desde la presencia o ausencia de luz solar y no se tenían en cuenta las explicaciones que los niños construían en relación con la presencia-ausencia de la Luna. Por ello, realizó un estudio con 19 alumnos en etapa preescolar (5 años) de Santa Cruz de Tenerife (España), este constaba de dos partes: una entrevista oral de seis preguntas y unas tarjetas con dibujos sobre el fenómeno, en el cual los niños debían señalar qué cosas estaban fuera de lugar.

Dentro de los resultados obtenidos, se destaca que los niños construyen diferentes explicaciones para dar cuenta por qué el sol desaparece durante la noche, por ejemplo: que el sol es tapado por la Luna o las nubes, que se esconde detrás de las montañas o se va a un lugar no especificado; y en sus explicaciones no se hace referencia a la rotación de la Tierra. Así mismo, los niños consideran que la Luna desaparece durante el día, por lo que los dos astros no pueden estar juntos en el mismo momento. Por último, la autora describe algunos modelos mentales ligados a las experiencias y observaciones de los niños previas a la escolaridad, entre estos modelos se encuentran: interruptor, pantalla, pantalla y arrastre, fuga, eclipse, ocultamiento en las nubes, ocultamiento en las montañas, traslación alternativa del Sol y la Luna.

En una investigación más reciente, Álvarez et al. (2018) analizan las diferentes concepciones alternativas que tienen estudiantes tanto en la primaria como en la secundaria sobre fenómenos como el día y la noche, las estaciones del año y las fases de la Luna. Dentro de los resultados se destaca como predominante en los estudiantes de educación primaria la explicación del fenómeno desde un modelo de rotación, en el cual se reconoce la rotación de la Tierra, pero se

pone al Sol y la Luna opuestos entre sí. En este sentido, se resalta que el fenómeno es abordado adecuadamente por un porcentaje muy bajo de estudiantes, siendo explicado únicamente por una cuarta parte de los estudiantes de 16 años, y en su abordaje se destacan las explicaciones desde un sistema de referencia heliocéntrico, por lo que no se tiene en cuenta en sistema topocéntrico, de forma que para los estudiantes no es significativo la información que reciben que les permite explicar el fenómeno desde sus observaciones al interior de la Tierra.

### ***3.1.2 Núcleo Temático 2: ABPy con enfoque STEAM***

Respecto al núcleo temático de ABPy con enfoque STEAM se destaca el estudio llevado a cabo por Guitar y Lope (2019) llamado “y tú ¿te proteges del Sol?”, que tenía como finalidad implementar la metodología STEM para aumentar el interés en la ciencia de los estudiantes de grado 3° y 4°, para esto se generaron respuestas a preguntas importantes sobre la radiación solar. Este proyecto se desarrolló a partir de tres ejes fundamentales, los cuales eran formulados a partir de preguntas orientadoras como: “¿cuáles son los efectos de la radiación solar?, ¿qué contiene la radiación que nos llega del Sol? y ¿cómo nos podemos proteger?”

Debido a que la finalidad era que los estudiantes no solo aprendieran ciencia sino sobre la ciencia, se generaron espacios de discusión y trabajo colaborativo. Además, los conocimientos trabajados debían ser claves y generales para comprender y explicar los fenómenos, por lo que trabajaron modelos científicos necesarios que permitieron un acercamiento a las situaciones cotidianas.

Por otra parte, se pone de manifiesto el estudio realizado por Casado y Checa (2020) en el cual se incorpora un proyecto STEAM, que tenía como objetivo aportar evidencias empíricas sobre el aumento de la capacidad creativa en los estudiantes de 5° y 6° grado. Esto, a través de un taller que consistió en relacionar la robótica con la creatividad a través de una prueba llamado TestCREA, además, los productos generados en este (como robots) fueron evaluados por personas expertas que analizaron los criterios de creatividad.

Para la implementación del proyecto, los estudiantes necesitaron de factores como la imaginación y un análisis de situaciones problemas que los llevó a un pensamiento crítico sobre ellas. Esto, relacionado con un método científico que fueron desarrollando poco a poco a partir de experiencias atractivas y del uso y manipulación de artefactos, lo que permitió que algunos estudiantes mejoraran su rendimiento académico.

Casado y Checa (2020) refieren que la robótica educativa en los proyectos STEAM fomentan la búsqueda de soluciones creativas a problemas cotidianos “con el fin de convertirse en experiencias simuladas para resolver los diferentes retos del futuro que les plantea” (p. 64).

### ***3.1.3 Núcleo Temático 3: Argumentación en Ciencias***

Han surgido varios estudios sobre la argumentación en la educación y, es un tema que ha tenido acogida en la actualidad por la necesidad de fortalecer el pensamiento crítico y la comprensión de fenómenos. Por ejemplo, Sánchez et al. (2013) muestran a la argumentación como objeto de estudio y línea de investigación en diferentes estudios, por lo que evidencian la importancia de la propuesta de Stephen Toulmin para el aprendizaje de las ciencias en la actualidad. De la misma manera, se da a conocer la forma en como argumentar promueve la adquisición de conocimientos en ciencias naturales y el desarrollo de competencias ciudadanas.

Se hace referencia a la propuesta de Toulmin desde la calidad de los procesos de enseñanza en las ciencias. Debido a que, para ellos, está sujeta a las actitudes críticas y propositivas que poseen los estudiantes y maestros, ya que la enseñanza, por ejemplo, está mediada por el razonamiento y la argumentación. En entornos argumentativos, los profesores pueden asumir el rol de motivar a los estudiantes a justificar sus afirmaciones por medio del planteamiento de preguntas; establecer criterios de evaluación de los argumentos a partir de una rúbrica.

Los autores concluyen que la argumentación en ciencias promueve el desarrollo del pensamiento crítico y de procesos metacognitivos y, por otro lado, el modelo de Toulmin ha tenido gran acogida en los estudios sobre argumentación.

Por otra parte, Tamayo (2011) realiza una investigación sobre el pensamiento crítico de los niños de grado 4° y 5° desde tres categorías: solución de problemas, argumentación y metacognición. Desde la parte argumentativa, se llevaron a cabo 10 actividades de enseñanza que permitieron la elaboración de argumentos en el aula de clase y que fueron clasificados de acuerdo con los niveles argumentativos de Erduran et al. (2008).

Estas actividades se distribuyeron en tres momentos, donde se evidenció que, en el primer momento, algunos de los estudiantes poseían un nivel 2 en argumentación, en el segundo, pasaron al nivel 3 y, en el tercer momento, la mayoría se mantuvo en ese nivel. Los estudiantes pasaron de estructuras argumentativas donde solo realizaban descripciones simples de lo que vivieron, a argumentos más complejos donde identificaron la presencia de datos, conclusiones y en algunas, justificaciones.

Por lo que se concluye que, para lograr argumentos más profundos y consistentes en los estudiantes, es importante generar ambientes educativos orientados al desarrollo de la habilidad argumentativa, esta debe involucrar procesos cognitivos, interactivos y dialógicos, además de una planeación detallada de los procesos de transposición didáctica.

Estos antecedentes son de importancia para este trabajo, ya que evidencian que se ha investigado sobre la problemática de este proyecto y, pone de manifiesto que es posible implementar diferentes estrategias didácticas como los proyectos con enfoque STEAM, para que fomenten en los estudiantes la resolución de problemas, la creatividad y sobre todo, la capacidad argumentativa en ellos, gracias al trabajo en equipo y a la necesidad de explicar los fenómenos asociados a la cotidianidad de los estudiantes.

## **3.2 Marco Conceptual**

### ***3.2.1 Enseñanza/Aprendizaje del Fenómeno del Día y la Noche***

En la actualidad, los fenómenos astronómicos causan mucha curiosidad en los estudiantes, gracias a todo el acceso a la información que se tiene desde temprana edad, es más, el acercamiento a temáticas relacionadas con la astronomía, como, por ejemplo, las noticias relacionadas con el lanzamiento de cohetes, las fotografías de agujeros negros, el descubrimiento de nuevas estrellas, etc., son temáticas que causan gran interés no solo en los más pequeños sino también en adultos. Específicamente, los niños que se encuentran en los primeros años de escolaridad poseen muchas experiencias relacionadas con la observación del cielo, las estrellas y en especial, la Luna; a partir de ellas generan cuestionamientos y pensamientos diversos, los cuales se deben rescatar al momento de abordar estas temáticas en el aula (Pérez-Lisboa et al., 2020).

Cuando los niños tratan de explicar estos fenómenos a partir de sus observaciones casi siempre estas tienen un componente mágico o sobrenatural, esto debido a que generalmente se considera que en el cielo ocurren cosas diferentes a aquellas que ocurren en la Tierra. Como bien lo menciona Galperin et al. (2015), se hace necesario que la escuela incorpore de manera más profunda la enseñanza de los fenómenos astronómicos en los currículos con el fin de que los niños y niñas evidencien que a partir de las observaciones del cielo realizadas de forma sistemática es posible obtener explicaciones coherentes; a su vez, esto permitirá que los niños relacionen los fenómenos astronómicos con los eventos que ocurren a su alrededor y los relacionarán con sus percepciones cotidianas.

Los niños se acercan en los primeros años de escolaridad con el fenómeno del día y la noche, a partir de sus observaciones diarias construyen explicaciones de este que luego deben ser abordadas por padres y maestros. Es por esto que estos últimos deben de tener claridad acerca del fenómeno para poder construir explicaciones coherentes y acertadas con sus estudiantes. De esta forma, el fenómeno debe ser entendido como una consecuencia de la rotación de la Tierra, es decir, se produce un movimiento de la esfera celeste debido a la rotación del planeta, este giro tarda aproximadamente 24 horas. Según, Galperin (2016) esta explicación tomó relevancia con la invención del telescopio, ya que “fue posible observar que el Sol y algunos planetas poseen movimiento de rotación, por lo que pareció razonable suponer que también la Tierra lo tuviese” (p. 369).

Ahora bien, como es evidente la Tierra al ser casi esférica recibe la luz solar, por un lado, a lo que se denomina de día y, por el otro, no recibe luz, donde es de noche. En su propio eje se produce un movimiento rotacional en el que se provoca una alternancia diaria de este fenómeno, exceptuando los polos porque por su ubicación no alcanzan a sufrir dicho fenómeno completamente. Según lo que propone el autor, esto quiere decir, que desde un sistema referencial terrestre un observador podrá apreciar que el Sol se desplaza desde el horizonte oriental hacia el horizonte occidental. Por lo tanto, la luna al ser un satélite externo de la Tierra no guarda ninguna relación con este fenómeno y, según la posición que esta tenga en la órbita en torno a la Tierra, se puede apreciar de día o de noche.

Este fenómeno, puede ser a simple vista fácil de explicar, sin embargo es importante tener en cuenta que, al igual que con las demás ideas sobre el mundo y sobre la ciencia en particular, cada persona construye sus propias explicaciones para dotar de sentido al mundo, estas explicaciones en ocasiones son intuitivas y son fruto de la interacción con el mundo físico y social que las rodea, estas construcciones las denominamos concepciones alternativas, sobre eso Pozo y Gómez Crespo (como se citó en Galperin et al. 2015, p. 7) afirman:

Por diferentes vías – sensorial, cultural y escolar – los estudiantes adquieren un fuerte bagaje de concepciones alternativas firmemente arraigadas en los sentidos, en el lenguaje y la cultura y en las tareas escolares – que a pesar de su diferente carácter – espontáneo, social o escolar – interactúan y se mezclan entre sí, dando lugar a una ciencia intuitiva que tan difícil resulta modificar en las aulas...

Por lo anterior cada persona posee diferentes concepciones alternativas que pueden ser modificadas cuando se relacionan los saberes previos con aquellos contenidos disciplinares, es decir a través de diferentes situaciones didácticas en las que media el maestro. Por consiguiente, específicamente en este tema sobre el fenómeno del día y la noche ha sido estudiado por autores como Galperin et al. (2012); Vega (2001a); (2001b); Camino (1995), entre otros; los autores descritos han implementado investigaciones en las que se indagan las concepciones alternativas que poseen estudiantes y maestros sobre el fenómeno del día y la noche.

**Tabla 3**

*Concepciones alternativas de maestros y estudiantes sobre el fenómeno del día y la noche.*

<b>Autor</b>	<b>Muestra</b>	<b>Concepciones alternativas que definen</b>
Sadler (citado por Galperin et al. 2012)	25 estudiantes de noveno grado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las nubes tapan el Sol.</li> <li>2. El Sol se va a otro lugar.</li> <li>3. La Luna tapa al Sol.</li> <li>4. Movimiento del Sol alrededor de la Tierra.</li> <li>5. Rotación de la Tierra sobre su eje.</li> </ol>
Camino (1995)	85 maestros	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La Tierra orbita en torno al Sol quedando mitad iluminada y mitad en oscuridad.</li> <li>2. La Tierra orbita al Sol en veinticuatro horas, sin girar sobre su eje.</li> <li>3. La Tierra rota sobre su eje sin trasladarse se ubica entre el Sol y la Luna.</li> <li>4. La Tierra está en reposo, el Sol y la luna opuestos orbitan en torno a ella en 24 horas.</li> <li>5. El Sol es tapado por la sombra de la luna sobre la Tierra y la luna tapa al Sol para producir la noche.</li> </ol>

Vega (2001a)	96 maestros	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los docentes relacionan el fenómeno del día y la noche con el movimiento de traslación.</li> <li>2. Los docentes se refieren al movimiento del Sol de forma incorrecta (sale, se esconde, aparece) en su lenguaje.</li> <li>3. Los docentes no establecen una correspondencia entre el concepto de Tierra esférica con las ideas aparentes de “Tierra plana” que perciben.</li> </ol>
Vega (2001b)	19 alumnos de quinto grado	<p>Los estudiantes generar modelos mentales acerca del fenómeno de forma animista y mágica:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Creen que el Sol y la luna son el mismo astro, el Sol se apaga y se convierte en luna.</li> <li>2. Las nubes hacen que el Sol y la luna desaparezcan y dejen de verse.</li> <li>3. Las nubes se encargan de arrastrar los astros.</li> <li>4. Creen que los astros se desplazan a lugares indeterminados, alternándose.</li> <li>5. Uno de los astros es inmóvil mientras el otro se mueve y lo oculta.</li> <li>6. Los astros se ocultan detrás de las nubes.</li> <li>7. Los astros se ocultan detrás de las montañas.</li> <li>8. Los astros aparecen y desaparecen por el horizonte.</li> </ol>

En una investigación más actual Álvarez et al. (2018) reúnen las representaciones detectadas en anteriores estudios en los siguientes modelos:

- a. Modelo de rotación: en el cual se tiene claridad sobre la rotación de la Tierra, pero se ubica al Sol y la Luna en lugares opuestos.
- b. Modelo de revolución: el Sol y la Luna se encuentran en posiciones opuestas y son estos los que giran alrededor de la Tierra.
- c. Modelo de revolución terrestre: en este modelo se considera que la Tierra es la que gira alrededor del Sol causando el fenómeno del día y la noche, por lo que se tiene una idea más geocéntrica.
- d. Modelo científico heliocéntrico: este es el modelo más adecuado ya que se considera que el fenómeno del día y la noche es causado por la rotación de la Tierra y no se incluye a la Luna.

e. Modelo de alternancia: se asocia la presencia de la Luna en la noche y del Sol durante el día.

Los anteriores modelos de explicación del fenómeno constituyen el punto de partida para el análisis de las concepciones alternativas de los estudiantes de grado 4C.

Por otro lado, Galperin et al. (2012) proponen que hay dos formas diferentes de abordar el fenómeno teniendo en cuenta desde donde se observa, la primera hace alusión a una “visión interna” en la que el observador se posiciona dentro de la Tierra y explica el fenómeno a partir de los cambios en la ubicación del Sol en el cielo; mientras que la “visión externa” posiciona al observador fuera de la Tierra permitiendo explicar el día y la noche a partir de la rotación de la Tierra.

### ***3.2.2 Aprendizaje Basado en Proyectos con enfoque STEAM***

En la actualidad, la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales responde a diferentes objetivos, uno de ellos es fortalecer la competencia científica de los sujetos, la cual se puede entender como “la habilidad para interactuar con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano reflexivo” (OECD citado por Sanmartí y Márquez, 2017, p.5).

En el desarrollo de la competencia científica, se ven implicadas tres dimensiones fundamentales: la primera de ellas es la dimensión conceptual, la cual hace referencia a la capacidad de implementar modelos científicos para la interpretación de los fenómenos y contextos e incluso relacionarlos para facilitar la comprensión del mundo; la segunda dimensión, la procedimental hace alusión a la capacidad de utilizar habilidades de razonamiento como la indagación, la deducción, la identificación de pautas o el diseño de experimentos; para llegar a la utilización de habilidades como estas es necesario que el estudiante se enfrente a algún tipo de conflicto; finalmente, la tercera dimensión es la epistémica, la cual alude a la forma de validación de los conocimientos científicos por lo que implica tener una buena apropiación del conocimiento y además el uso de la argumentación y la implementación de pruebas (Domènech-Casal, 2018).

En este sentido, el desarrollo de la competencia científica no se da de forma adecuada si se implementan los métodos tradicionales en la enseñanza de la ciencia; por ello han surgido nuevas estrategias didácticas, entre las cuales destacan aquellas que trabajan por proyectos, específicamente el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) se ha convertido en una de las metodologías más empleadas y valoradas. En concreto, el ABPy tiene su origen hace ya más de un

siglo, en 1918 Kilpatrick acuñó el concepto, definiendo también diferentes fases para su desarrollo (Domènech-Casal, 2018). De esta forma, el ABPy se define como una estrategia didáctica que permite articular las actividades formativas en torno a la realización de un producto que da cuenta del proceso de aprendizaje (De Miguel, 2006).

Por consiguiente, el Buck Institute for Education (BIE), (2015) se ha preocupado por crear un modelo integral de ABPy, denominado “Estándar de Oro”, para contribuir a que los maestros, escuelas y organizaciones mejoren su práctica y equilibren el proceso de enseñanza y aprendizaje mediante proyectos. Para llevar a cabo este modelo se plantean tres partes fundamentales: la primera tiene que ver con la formulación de los objetivos de aprendizaje que van a adquirir los estudiantes. La segunda, está referida a llevar a cabo los elementos esenciales para el diseño de proyectos, estos se mencionan en la figura 2 y, la tercera propone diseñar un proyecto basado en Prácticas Docentes.

## Figura 2

*Modelo integral “Estándar de Oro”*



Como se puede evidenciar, son ocho los elementos esenciales que propone el Estándar de Oro para que un proyecto sea exitoso. Como lo define el BIE (2015), en el centro se ubica el

conocimiento y los contenidos propios de las áreas escolares, ya que son la base para formular el proyecto de acuerdo con una temática a abordar teniendo en cuenta la aplicación de ese conocimiento en el mundo real.

Ahora bien, la primera característica propone que los proyectos deben partir de una problemática contextualizada o de una pregunta orientadora que genere interés en los estudiantes y que en el desarrollo del trabajo pueda irse solucionando. La Investigación continua hace alusión al proceso de investigación y búsqueda que realizan los estudiantes desde fuentes de información o directamente en el campo. En cuanto a la conexión con el mundo real, es necesario que los proyectos busquen conectarse con la realidad y puedan ser aplicados en otros contextos y lugares. La voz y voto de los estudiantes es imprescindible para la toma de decisiones, para establecer juicios frente a cómo solucionar un problema o para establecer acuerdos de trabajo. A su vez, la reflexión se hace evidente en los espacios de discusión y, esta puede ejercerse de manera implícita, aunque debería ser explícita para además evaluar el proceso del proyecto y comprender lo aprendido. Esta se relaciona con la crítica y revisión porque es aquí donde los estudiantes aprenden a dar y recibir retroalimentación constructiva de sus pares y de sus maestros para mejorar el proceso y los productos del proyecto. Y, por último, el producto para un público invita a los investigadores a tener en cuenta la forma en cómo se va a desarrollar el producto final y cómo se va a ser visible para los demás, considerando la importancia de mostrar su aplicabilidad.

Aunque el ABPy reúna diferentes metodologías, y la mayoría de los proyectos realizados sean muy diversos, Sanmartí y Márquez (2017) destacan algunos rasgos comunes o características:

- Se parte del estudio de un problema
- Se investiga para resolver problemas o retos que surgen al inicio o en el proceso de la realización del proyecto.
- Se aprenden conocimientos a través del contexto y la respuesta a preguntas, que también pueden ser transferibles a otros contextos.
- Evaluaciones y contenidos auténticos, además de objetivos didácticos claros.
- Los estudiantes trabajan de forma autónoma.
- El maestro es un facilitador.
- El aprendizaje es cooperativo y los grupos son heterogéneos.
- Se promueve el uso de tecnologías digitales y herramientas interactivas.
- Se llevan a cabo acciones por parte de los estudiantes en su entorno.

Teniendo en cuenta lo anterior, a partir de la implementación de un proyecto o la resolución de un problema los estudiantes aprenden conocimientos específicos, y se movilizan en pro de la realización de un producto. Durante este proceso los estudiantes formulan hipótesis, confrontan ideas, buscan información y llegan a conclusiones que les permiten la realización del producto final; en el camino también desarrollan otras competencias como el aprender a aprender, la creatividad, la gestión de proyectos, la imaginación, el trabajo en equipo, entre otras (Aguirregabiria y García, 2020).

Por otro lado, según Domènech-Casal (2018) la metodología de trabajo por proyectos conecta con otras líneas de investigación como “Ciencia Tecnología y sociedad”, “Ciencia en Contexto”, “Aprendizaje por indagación” y “Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM). Esta última línea de investigación es principalmente por la que se generó interés en este trabajo.

Por lo tanto, el concepto STEM ha emergido en los últimos años como un enfoque de investigación en la enseñanza de las ciencias naturales, que surge gracias a una reducción de las vocaciones científico-tecnológicas de los sujetos, especialmente en relación con el género y el origen socioeconómico. Gracias a esto, se da la necesidad de interesar al alumnado en general por las asignaturas que comprenden el enfoque STEAM, proyectando el cumplimiento de tres objetivos políticos: promover las vocaciones científicas-tecnológicas; reducir el sesgo de género y socioeconómico, y que los ciudadanos desarrollen la competencia científica (Domènech-Casal, 2020). Este mismo autor plantea entonces que el STEM comprende “todos aquellos enfoques (precedentes o de nueva creación) que puedan ser útiles para la consecución de los objetivos STEM” (Domènech-Casal, 2018, p. 31). El término STEAM también es definido por López et al. (2020) como:

Un acrónimo que sirve para referirse al ámbito profesional que incluye las diferentes disciplinas científico-tecnológicas (es decir, de carreras y profesiones), pero también para referirse al conjunto de conocimientos, competencias y prácticas relacionadas con este ámbito que deben ser promovidas y desarrolladas a lo largo de la escolaridad (alfabetización STEM que se adquiere durante la escolaridad). (p.2)

Además, la implementación de proyectos STEAM también puede favorecer lo que Couso (como se citó en Pérez-Torres, 2020) denomina la competencia STEAM entendiendo esta como:

La capacidad de identificar y aplicar tanto los conocimientos clave como las formas de hacer, pensar, hablar y sentir de la ciencia, la ingeniería y la matemática, de forma más o menos integrada, con el fin de comprender, decidir y/o actuar delante de problemas complejos y para construir soluciones creativas e innovadoras, aprovechando las sinergias personales y las tecnologías disponibles, y de forma crítica, reflexiva y con valores. (p.3)

Por lo anterior, un buen desarrollo de los proyectos STEAM facilita tanto el desarrollo de la competencia STEAM como aquellas competencias científicas implicadas en el aprendizaje de la ciencia; sin embargo este buen desarrollo de los proyectos depende de la implementación de tres dimensiones de la práctica STEAM: la primera de ellas tiene que ver con la experimentación con los fenómenos naturales y tecnológicos empleando técnicas e instrumentos de recolección de información, la segunda hace referencia a la elaboración de modelos científicos y matemáticos, y por último, la tercera hace alusión al uso de la argumentación y comunicación de las soluciones científicas a los problemas planteados (López et al. 2020).

Sin embargo, dado a las diferencias en las concepciones que tienen los maestros de ciencias sobre la aplicación de proyectos STEAM, se da la necesidad de establecer algunos criterios didácticos para la selección, adaptación y mejora de estos (Pérez et al. 2020). Por ejemplo, Domènech-Casal (2018) propone algunas componentes didácticas a tener en cuenta en el desarrollo de proyectos STEAM:

- Contexto: tiene relación con el propósito del proyecto, que sea real. aplicable y útil, el rol de los estudiantes debe ser real.
- Conflicto: existe un conflicto a resolver que se relaciona con los contenidos (modelos y conceptos).
- Discurso: en relación con el conocimiento científico y las dinámicas epistémicas para la validación del conocimiento científico.
- Contenido: conceptos o modelos científicos utilizados en el proyecto.
- Apertura: tiene que ver con el grado de participación y autonomía de los estudiantes en la realización y evaluación de los proyectos.
- Interdisciplinariedad: tiene que ver con las materias STEAM implicadas en la elaboración del proyecto.

Teniendo en cuenta los anteriores componentes didácticos es posible realizar un análisis de los proyectos que se llevan a cabo e incluso mejorarlos, permitiéndonos también establecer un punto de partida claro para la realización de nuevos proyectos STEAM.

Finalmente, en cuanto a los resultados de la aplicación de proyectos con enfoque STEAM se ha determinado, gracias a las investigaciones previas sobre el tema, que estos pueden aumentar considerablemente el interés del alumnado por la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática; teniendo en cuenta a los estudiantes para que apliquen sus conocimientos en un contexto y brinden solución a los problemas que allí se presenten (Fortus citado por Guitart y Lope, 2019).

### ***3.2.3 Argumentación en Ciencias***

En esta investigación, la argumentación es uno de los componentes principales que se pretenden analizar y el cual conceptualmente se definió de acuerdo con Posada (2015), quién la refiere como una práctica social donde se hace visible la discusión, la confrontación de ideas y el logro de conclusiones. Al ser una práctica social, la argumentación se presenta en escenarios de la actividad humana y por lo tanto no es ajena en la ciencia, pues además se puede evidenciar la acogida que ha tenido en las diversas investigaciones en ciencias en las últimas décadas.

En ese sentido, la argumentación asume un papel muy importante en el lenguaje desde la construcción de explicaciones científicas y de todo el conocimiento. Bien sea que surjan nuevas teorías o maneras de interpretar las antiguas, argumentar siempre será la habilidad que utilice el científico para defender sus ideas (Osborne, 2010). Al respecto, Jiménez-Alexandre et al. (1999) también afirma que la ciencia en general está determinada a través de explicaciones para generar una razón de cómo y por qué suceden los fenómenos, pero que a su vez estas explicaciones, son construidas, evaluadas y comunicadas argumentativamente.

Esto quiere decir que el proceso argumentativo aparte de ser un medio comunicativo y de interacción, por el cual los estudiantes demuestran lo que saben y conocen, también se convierte en un mecanismo que desarrolla la cognición desde el aspecto lingüístico en la expresión y comprensión del mundo ya que, al argumentar se debe buscar la forma de emplear adecuadamente un lenguaje corporal y verbal para dar a conocer y reflejar la explicación que se quiere transmitir. De paso, se fortalecen las habilidades sociales desde escuchar activamente y controlar las emociones (Nieto y Ruíz, 2020).

Es por esto, que se acoge lo que Henao y Stipcich (2008) plantean sobre la actividad científica; tanto para hacer ciencia como para aprender ciencias en cualquier ámbito social es indispensable la argumentación porque implica discutir, razonar, argumentar, criticar y justificar ideas y explicaciones, y al aprenderla, porque es un proceso social que requiere esencialmente del discurso.

En concordancia con lo anterior, la argumentación debe ser enseñada y aprendida en clase de ciencias, pero para eso Sánchez et al. (2013) manifiestan que es necesaria una alfabetización científica mediante la lectura crítica de diferentes fuentes y la participación en debates que le brinden al estudiante más apropiación en su discurso. De igual manera, Sánchez et al. (2013) afirman que los estudiantes deben poseer claridad de lo que significa hacer ciencia y sus implicaciones a nivel social, por lo que se requiere construir un conocimiento científico a partir de las evidencias sociales; sólo así podrá enseñarse explícitamente a los estudiantes la argumentación en ciencias.

De acuerdo con lo que plantean Revel et al. (2005) en una argumentación científica bien sea erudita o escolar existe un desarrollo de destrezas, habilidades prácticas y capacidades cognitivas y comunicativas para producir, evaluar y aplicar la ciencia, por tanto, según estos autores se sugiere reconocer en la argumentación cuatro componentes:

1. La componente teórica: en la argumentación se requiere de la existencia de un modelo teórico que sirva como referencia al proceso explicativo;
2. La componente lógica: el texto argumentativo posee una estructura sintáctica muy rica y compleja, capaz de ser 'formalizada' en diversos tipos de razonamientos: deductivos, abductivos, causales, funcionales, transdictivos...;
3. La componente retórica: al argumentar siempre existe la voluntad de persuadir al interlocutor, de cambiar el estatus que un conocimiento tiene para él;
4. La componente pragmática: la argumentación se produce en un contexto, al cual se adecua y mediante el cual toma su completo sentido. (pp. 2-3)

Ahora bien, estos componentes en clase de ciencias de acuerdo con Revel et al. (2005) permiten "instalar la necesidad de transformar la argumentación en un contenido explícito a enseñar" (p. 3) que, a pesar de ser un proceso complejo de ejecutar en los estudiantes, se evita que en las diferentes explicaciones que den sobre algún fenómeno, haya ausencia de argumentos, ya

que como lo afirma Osborne (2010) los estudiantes solo tienen la capacidad de argumentar de acuerdo a los resultados y no, precisamente, de un razonamiento con criterios lógicos.

En este mismo sentido y teniendo en cuenta el propósito de esta investigación sobre el análisis de la argumentación que elaboran los estudiantes en clase de ciencias sobre un fenómeno en particular, se tiene como principal referencia al modelo epistemológico de Toulmin como la base para esta investigación que además en los últimos años, ha sido muy estudiada por otras, ya que como lo menciona Pinochet (2015), este modelo ha sido fecundo en todos los campos sociales y educativos de investigación y, ha sido una fuente de aplicabilidad en varias disciplinas del conocimiento.

Por ejemplo, en el campo específico de la educación en ciencias, Toulmin la considera como una vertiente de transformación cultural en la que se ven involucrados distintos aspectos como la generación de ideas a partir de preguntas y problemas, la utilización de recursos tecnológicos y el establecimiento de teorías que involucran el discurso científico y sobre todo la capacidad intelectual (Henaó y Stipcich, 2008). Estas autoras, además, plantean que “desde la perspectiva toulminiana, aprender ciencias es apropiarse del acervo cultural, compartir los significados y, al mismo tiempo, tener la capacidad de tomar posturas críticas y cambiar” (p. 51).

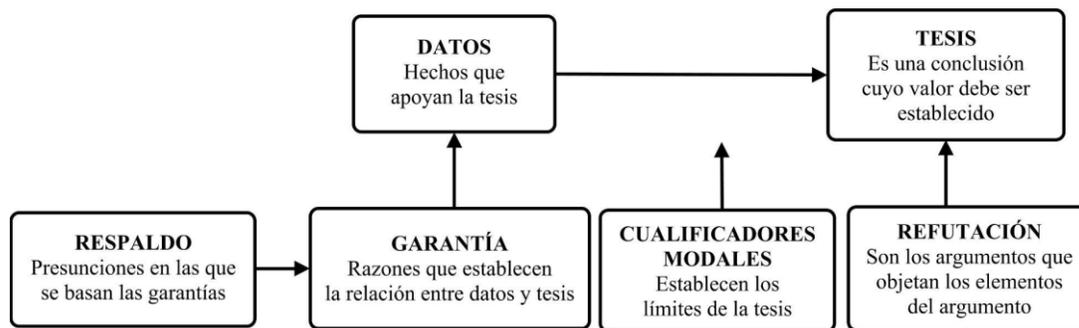
Para definir el modelo argumentativo de Toulmin en específico, se recurre a Rodríguez (2004) quien afirma que:

El modelo de Toulmin se relaciona con las reglas de una argumentación en pasos que pueden ser precisados en cualquier tipo de disciplina o espacio abierto a la disertación, al debate. Mediante este modelo, los docentes pueden motivar a los estudiantes a encontrar la evidencia que fundamenta una aserción. Se aprende que la excelencia de una argumentación depende de un conjunto de relaciones que pueden ser precisadas y examinadas y que el lenguaje de la razón está presente en todo tipo de discurso. (p. 2)

Según esta autora, Toulmin consideraba que los argumentos que las personas dan en general no solo se consideran a partir de premisas y conclusiones, por lo que decide crear un modelo bajo el cual se analizan los tipos de argumentación que existen en los discursos (ver figura 3), dando una visión de esta desde la formalidad y la lógica. En este, plantea que los argumentos están compuestos por seis elementos: datos, tesis, garantías, respaldos, refutaciones y cualificadores modales. Según Posada, (2015) estos elementos se definen así:

### Figura 3

*Elementos que componen un argumento según el modelo de argumentación de Toulmin*



Esto lo explica Rodríguez (2004) de la siguiente manera:

a partir de los datos sobre algún fenómeno se formula una tesis. Por su parte, la garantía conecta los datos con la tesis y al mismo tiempo, el respaldo brinda un sustento teórico. Los cualificadores modales indican la forma de interpretación de la tesis como verdadera y probable. Finalmente, se consideran las posibles refutaciones.

De acuerdo con lo anterior, los elementos del modelo de Toulmin se convierten en un modelo muy adecuado para analizar las características generales de los argumentos, pues son elementos que no dependen del campo de discurso, lo que significa que aplica para analizar y evaluar la calidad de los argumentos que dan los estudiantes en clase de ciencias (Pinochet, 2015).

En ese caso, Buitrago et al. (2013) plantean que, en este modelo, una argumentación parte de los diferentes fenómenos observados justificados con fundamentos reales (conocimiento científico aceptado) y de los datos obtenidos. Aclarando que en la transición que se da entre los datos y la conclusión ocurre específicamente el proceso argumentativo, porque es ahí donde se desarrollan los distintos argumentos. En cuanto a este último término, Osborne (citado por Buitrago et al. 2013) define que “un argumento es una actividad verbal, social y racional dirigida a convencer a una crítica razonable de la capacidad de aceptar un punto de vista planteado” (p. 23). Ya que hay una gran distinción entre lo que es un argumento y la argumentación, porque como bien se mencionó en lo anterior, esta se refiere al proceso de construcción de los argumentos y justificaciones, mientras que el argumento, es el contenido de la argumentación que intenta establecer la verdad y, por lo general, consiste en una afirmación que puede estar respaldada por los elementos que propone Toulmin (Osborne, 2010).

Ahora bien, el análisis de este trabajo investigativo se llevará a cabo a partir de lo que propone Erduran et al. (2008) sobre el uso y calidad de los argumentos que se proporcionan en un discurso, que están definidos también a partir de la propuesta de modelo de argumentación que propone Toulmin. De acuerdo con Erduran (citado por Tamayo, 2012) la calidad de los argumentos se puede evaluar desde los siguientes niveles argumentativos:

**Tabla 4**

*Niveles argumentativos propuestos por Erduran et al. (2008) de acuerdo con el modelo de argumentación de Toulmin*

<b>Niveles argumentativos</b>	<b>Características</b>
Nivel 1	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia.
Nivel 2	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos (data) y una conclusión (claim).
Nivel 3	Comprenden argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos (data), conclusiones (claim) y justificación.
Nivel 4	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones (warrants), haciendo uso de cualificadores (qualifiers) o respaldo teórico (backing).
Nivel 5	Comprende argumentos en los que se identifican datos, conclusión (es), justificación(es), respaldo (s) y contraargumento(s).

*Nota.* Tomado de Tamayo, (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. p. 218.

En este sentido, Tamayo (2012) propone que para estudiar la calidad de los argumentos de los estudiantes es necesario construir, analizar, entender y evaluar estos en la trascendencia que se da en este, es decir, cuando cambia de nivel argumentativo a través de procesos mentales.

Asimismo, este autor, propone que la propuesta del modelo de Toulmin y los niveles de argumentación van determinando el proceso de aprendizaje de los estudiantes, la adquisición del concepto o fenómenos en estudio y, como tal, la competencia argumentativa que en ciencias naturales resulta ser de gran importancia dentro del aprendizaje científico, porque a medida que se

van construyendo argumentos de buena calidad, de una vez, se está comprendiendo el concepto o fenómeno en su totalidad.

Por su parte, Aragón (citado por Buitrago et al. 2013), expresan que los individuos adquieren el conocimiento a partir de las interacciones complejas que a diario viven y que se forman a partir del pensamiento, entorno y lenguaje. “Los estudiantes, cuando ponen de manifiesto sus ideas, deben estructurarlas y relacionarlas con su propia estructura mental” (p. 27).

Para finalizar, estos autores plantean que para adquirir conocimiento científico, es indispensable el desarrollo de las habilidades lingüísticas que al ubicarlas en la práctica en el discurso científico se hace necesario el desarrollo de varias habilidades cognitivo-lingüísticas, como la descripción, la definición, el resumen, la explicación, la justificación y la argumentación.

## 4 Metodología

A continuación, se presenta la manera en cómo se planeó esta investigación teniendo en cuenta la fundamentación teórica desde un posicionamiento cualitativo para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, la descripción del método investigativo, los instrumentos de recolección de información, así como las consideraciones éticas necesarias para elaborar un trabajo eficiente. Y, por último, el diseño y propuesta de la metodología de intervención como eje que pone en acción el propósito de esta investigación.

La metodología utilizada tiene un enfoque cualitativo, este se caracteriza por buscar la comprensión e interpretación de diferentes fenómenos desde la visión de los participantes, teniendo en cuenta la naturalidad del contexto donde se encuentran inmersos (Fernández et al. 2014). De la misma manera, Vasilachis (2006) afirma que:

La investigación cualitativa se interesa por la vida de las personas, por sus perspectivas subjetivas, por sus historias, por sus comportamientos, por sus experiencias, por sus interacciones, por sus acciones, por sus sentidos, e interpreta a todos ellos de forma situada, es decir; ubicándolos en el contexto particular en el que tienen lugar. Trata de comprender dichos contextos y sus procesos y de explicarlos recurriendo a la causalidad local (p.33).

Esta autora también afirma que la investigación cualitativa reúne diferentes metodologías, estrategias y perspectivas que hacen de ella un vocablo que comprende diferentes enfoques, diferentes ideas sobre la realidad, diferentes tradiciones, entre otras. Por lo tanto, es posible afirmar que no hay una única forma de llevar a cabo una investigación con este enfoque. A pesar de ello, la investigación cualitativa reúne unas características fundamentales que hemos sintetizado según lo que plantea Hernández et al. (2014),

1. Se plantea una situación problema, pero no existe un proceso definido ni estructurado por completo, ya que durante el camino se van realizando adaptaciones. Por lo que tampoco hay una aprobación de hipótesis, estas se van generando y perfeccionando de acuerdo con los datos que se van rastreando.
2. El investigador o investigadora comienza estudiando los hechos que realizan los sujetos implicados para luego desarrollar una teoría coherente, es decir, este tipo de investigación es un proceso inductivo (va de lo particular a lo general).

3. No existe una recolección de datos estandarizada. El investigador o investigadora recupera datos subjetivos cuando las personas se expresan de manera oral o escrita. Por lo que se utilizan instrumentos de recolección de datos como: la observación, entrevistas abiertas, grupos de discusión, evaluación de experiencias personales, registros de historias de vida, entre otros.
5. Su propósito consiste en “reconstruir” la realidad, teniendo en cuenta las observaciones de los actores implicados. Son realidades que van modificándose conforme transcurre el estudio y son las fuentes de datos.
6. El investigador se introduce en las experiencias de los participantes y construye el conocimiento, siempre consciente de que es parte del fenómeno estudiado. Así, en el centro de la investigación está situada la diversidad de ideologías y cualidades únicas de los individuos.
7. Es naturalista debido a que estudia los fenómenos en un contexto preciso e interpretativo porque se le dan significados de acuerdo con las concepciones de las personas.

Esta investigación tuvo como método el estudio de caso, que de acuerdo con Stake (1998), se ve implicado en una investigación con enfoque cualitativo que interviene en la particularidad y complejidad de un caso singular para poder comprender la forma en cómo se desenvuelve dicho caso en circunstancias importantes. Como bien lo mencionan Comet y Jiménez (2016), el científico Yin Robert que lleva varias investigaciones sobre estudios de caso, señaló que este método visiona una investigación empírica sobre un fenómeno ubicado en su contexto real sobre todo cuando esta relación entre fenómeno y contexto no es del todo clara, manifestando que:

Una investigación de estudio de casos trata exitosamente con una situación distintiva en la cual hay muchas más variables de interés que datos observacionales y, como resultado, se basa en múltiples fuentes de evidencias, con datos que deben converger en un estilo de triangulación; además, se beneficia del desarrollo previo de proposiciones teóricas que guían la recolección y el análisis de datos (p. 2).

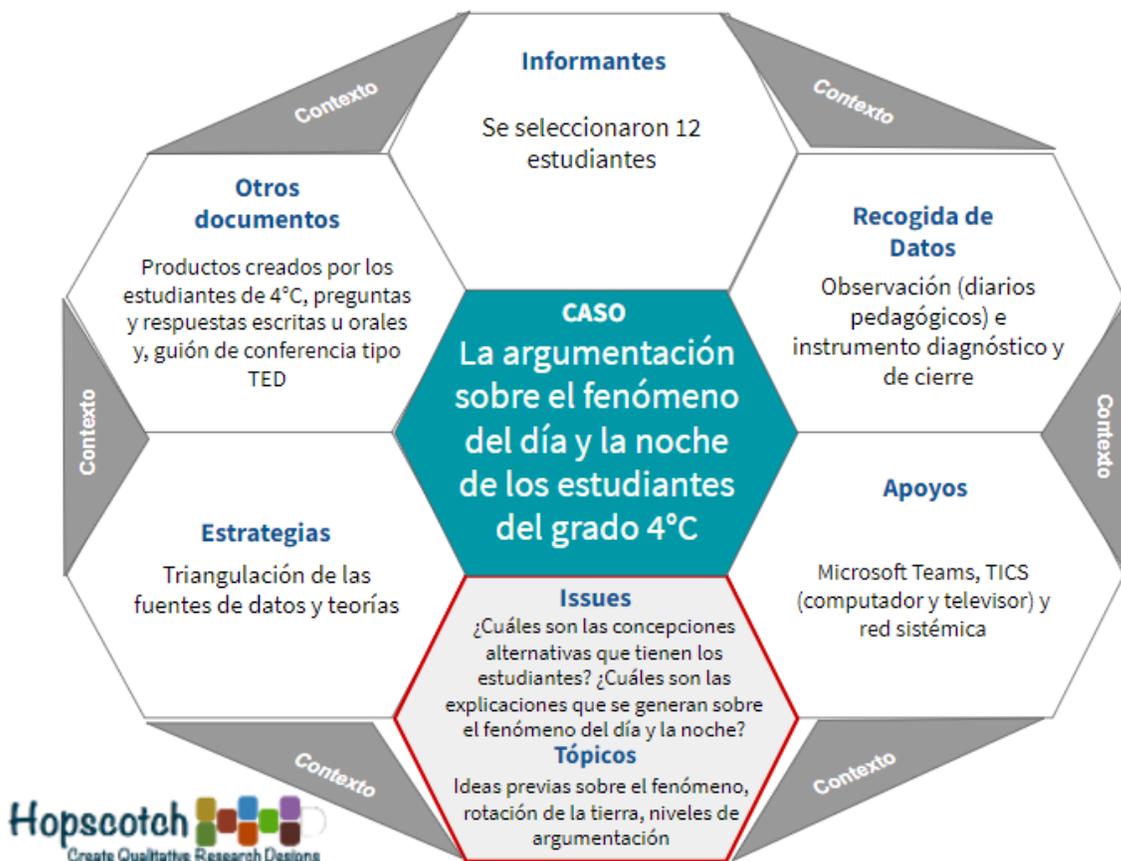
Ahora bien, en esta investigación el estudio de caso fue descriptivo e interpretativo, la primera porque se realiza una descripción rigurosa y densa de todas las vivencias de los estudiantes

en su cotidianidad por medio de la recogida de datos, garantizando una intersubjetividad en la captación de esta, y es interpretativo porque con estos datos recolectados se establecen categorías conceptuales para defender o desafiar diferentes teorías (Pérez-Serrano, 1994). Según este autor, este estudio se aplica cuando se generan datos descriptivos en los que se tiene en cuenta “las propias palabras de las personas, habladas o escritas y una conducta observable” (p. 11).

Teniendo en cuenta lo anterior, este diseño de investigación cualitativa se enmarcó en el “Modelo Rayuela” propuesto por Jorrín (2016), este se constituye en una herramienta web que ayuda a investigadores y maestros a diseñar su metodología de investigación focalizando la relación entre la teoría y la práctica. Por lo tanto, para ejemplificar el modelo de estudio de caso, se extrajo de Hopscotch la representación gráfica del mismo (ver figura 4), el cual permite tener una mirada amplia de la metodología empleada.

**Figura 4**

*Modelo de estudio de caso de Hopscotch*



*Nota.* Tomado de Jorrín (2016).

#### **4.1 Contexto y Selección de los Participantes (selección de casos de estudio)**

La investigación tuvo lugar en el municipio de Medellín, Antioquia. El desarrollo de nuestro estudio se realizó en el Colegio Calasanz Medellín, el cual se encuentra ubicado en la comuna 12 (La América), este sector es considerado económicamente de clase media-alta. Es una institución educativa católica de naturaleza privada y con coeducación que define su filosofía de acuerdo con la pedagogía de San José de Calasanz quien brindó una educación cristiana bajo la consigna de la Piedad y las Letras. Cuenta con una jornada única y ofrece los niveles educativos de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media.

Concretamente la investigación se llevó a cabo en el grado cuarto porque de acuerdo con el contenido de la temática de investigación, está presente en este grado según los Derechos Básicos de Aprendizaje (en adelante DBA) propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (en adelante MEN). Específicamente en el grupo 4C el cual cuenta con aproximadamente 28 estudiantes, que se destacan por poseer interés por temas astronómicos, lo que sirvió de gancho para desarrollar y potenciar en ellos las habilidades argumentativas.

La selección de los participantes también se hizo con referencia a los criterios propuestos por Hernández et al. (2014), y fue una selección por conveniencia, ya que, se tuvieron en cuenta, diferentes factores como la disponibilidad de horario en el que se podía aplicar y desarrollar el proyecto y, la predisposición que presentaron por comenzar y continuar en él.

En el marco de la implementación de esta investigación, el contexto mundial se estaba viviendo una crisis causada por la pandemia que generó la enfermedad del virus COVID-19 y específicamente, las instituciones de educación básica, media y superior en Colombia se encontraban bajo la modalidad de educación virtual debido a las restricciones nacionales de confinamiento y distanciamiento. El Colegio Calasanz Medellín no estuvo exento de estas normativas y por ello, en un principio, la orientación de las clases de manera virtual se dio por medio de la plataforma Microsoft Teams. Posteriormente, al momento de aplicar el Proyecto con enfoque STEAM los estudiantes comenzaron a asistir en modalidad de alternancia, por lo que cada semana asistía la mitad de los estudiantes mientras la otra mitad se conectaba a sus clases desde sus casas; esto presentó varios retos en la planeación de las actividades puesto que se debían tener en cuenta ambos grupos. Finalmente, se inició un retorno gradual lo que generó que la mayoría de

los estudiantes comenzaron a asistir presencialmente a la institución y solo unos pocos compañeros (con dificultades médicas o condiciones especiales) continuaron en virtualidad.

## **4.2 Instrumentos de Recolección**

Dentro de los componentes que se destacan en la investigación cualitativa se pueden mencionar tres de ellos, el primero hace referencia a los datos obtenidos generalmente a través de la observación y las entrevistas; como segundo se encuentran los procedimientos analíticos e interpretativos utilizados para el análisis de datos y, finalmente, los informes escritos o verbales de la investigación (Strauss y Corbin citados por Vasilachis, 2006).

Para el caso específico de esta investigación los instrumentos y técnicas a tener en cuenta para la recolección de información son los siguientes:

### **4.2.1 Observación**

Se considera como la principal herramienta del investigador, porque le permite relacionarse más fácilmente con los sujetos y sus contextos; para Hernández et al. (2014) la observación tiene por finalidad explorar, describir ambientes, comunidades y los aspectos de su vida social (relaciones, significados), identificar problemas sociales y generar hipótesis para nuevos estudios.

También, Simons (2011) señala que la observación formal puede tener más ventajas, la primera de ellas es que permite componer una imagen completa del escenario, ya que esta brinda otra información diferente a la dada por los sujetos; como segundo, los eventos e incidentes que ocurran al momento de la implementación de la investigación brindan elementos ricos para el análisis y la interpretación; como tercero, la observación permite descubrir las normas y valores que rigen a las culturas y comunidades; y finalmente, la observación permite captar la experiencia de aquellos que no se expresan con facilidad (para el caso de las entrevistas). Para hacer registro de la observación se utilizó un diario de campo. Este le permite al investigador monitorear su proceso de observación, puesto que posibilita el registro de los aspectos importantes y ordenar, analizar e interpretar más fácilmente la información obtenida, además de compenetrarse aún más con la situación que se estudia (Bonilla y Rodríguez, 2005).

De esta manera, en la presente investigación los diarios de campo constituyen un instrumento fundamental para la recolección de la información observada en el aula de clase, la cual es registrada en relación con los objetivos de la investigación. Para Hernández et al. (2014), en los diarios de campo es posible incluir descripciones de los ambientes, teniendo en cuenta las personas, los eventos y las relaciones que se dan allí; mapas, diagramas o esquemas que muestren

cronologías entre sucesos o eventos, relaciones, redes entre personas; listados de artefactos u objetos, así como vídeos, fotografías o demás evidencias recogidas en el contexto y que contribuyen al planteamiento y análisis del problema; y también se recogen percepciones acerca de los avances de la investigación.

De acuerdo con lo anterior, en el presente trabajo cada uno de los investigadores recogió evidencias e información importante para la investigación en su diario de campo individual (ver anexo A) relacionada en gran medida con los argumentos que daban los estudiantes en el aula sobre el fenómeno y los eventos sucedidos en la realización de cada una de las actividades planteadas, haciendo un análisis especial en las preguntas que hacían los estudiantes, la forma de las respuestas, los apoyos o elementos que utilizaban para explicar cualquier situación, la relación entre compañeros y la capacidad de análisis de las situaciones ubicándolas en contexto.

#### **4.2.2 Cuestionarios**

Se considera un instrumento de recolección de información estructurado a través de la cumplimentación de una serie de preguntas. Es importante que este se construya siguiendo unos criterios de calidad clave como la fiabilidad y validez (García et al. 2006).

En la presente investigación se realizó un instrumento de diagnóstico (ver anexo N) con el fin de identificar las concepciones alternativas que tienen los estudiantes sobre el fenómeno del día y la noche al momento de iniciar el proyecto, y al final de la implementación del proyecto se realizó un instrumento de cierre (ver anexo P) con el fin de analizar qué cambios presentaron los estudiantes frente a estas concepciones.

### **4.3 Consideraciones Éticas**

Con el fin de mantener los derechos de cada uno de los participantes de la investigación y salvaguardar la información adquirida para que sea utilizada únicamente con motivos académicos, se tuvieron en cuenta los siguientes principios mencionados por Galeano (2004):

- a. Selección equitativa de los sujetos. Las personas para participar en el estudio fueron seleccionados por razones relacionadas estrictamente con los interrogantes científicos.
- b. Proporción favorable del riesgo-beneficio. Los investigadores minimizaron los riesgos potenciales y maximizar los beneficios potenciales a los sujetos y a la sociedad.
- c. Condiciones de diálogo auténtico. La investigación se asumió como un espacio de participación en el que los agentes escolares pudieron deliberar sobre sus asuntos comunes y

no comunes en una interacción discursiva abierta sin ejercer ningún tipo de presión por la toma de posición alguna.

- d. Evaluación independiente. Se acudirá a la evaluación independiente, es decir, a la revisión de la investigación por personas conocedoras apropiadas que no estén afiliadas al estudio y que tengan autoridad para aprobar, corregir o, dado el caso, suspender la investigación. Se asumirá también la evaluación independiente por responsabilidad social, toda vez que las personas-sujetos serán tratadas éticamente y no como medios u objetos.

#### **4.4 Metodología de Enseñanza (Proyecto ABPy con Enfoque STEAM)**

El diseño de la propuesta de enseñanza está enfocado en las características esenciales del ABPy presentados por Lammer et al (2015) y el Buck Institute for Education (BIE). En relación con lo anterior, se presenta el diseño del proyecto, las características esenciales, las actividades planteadas y su cronograma.

##### **4.4.1 Diseño del Proyecto**

El proyecto titulado Sky Talks: charlas a cielo abierto, identificado con su propio logo (ver figura 5) se llevó a la práctica en el segundo semestre escolar del año 2021, entre el 16 de septiembre al 11 de noviembre, tuvo una intensidad horaria de cuatro horas por semana y una duración de siete semanas, todas estas aplicadas en la clase de Ciencias Naturales. La presentación general del proyecto explica en las siguientes tablas (ver tabla 5).

#### **Figura 5**

*Logo de identificación del proyecto de intervención titulado “Sky Talks: charlas a cielo abierto”.*



**Tabla 5***Visión general del proyecto*

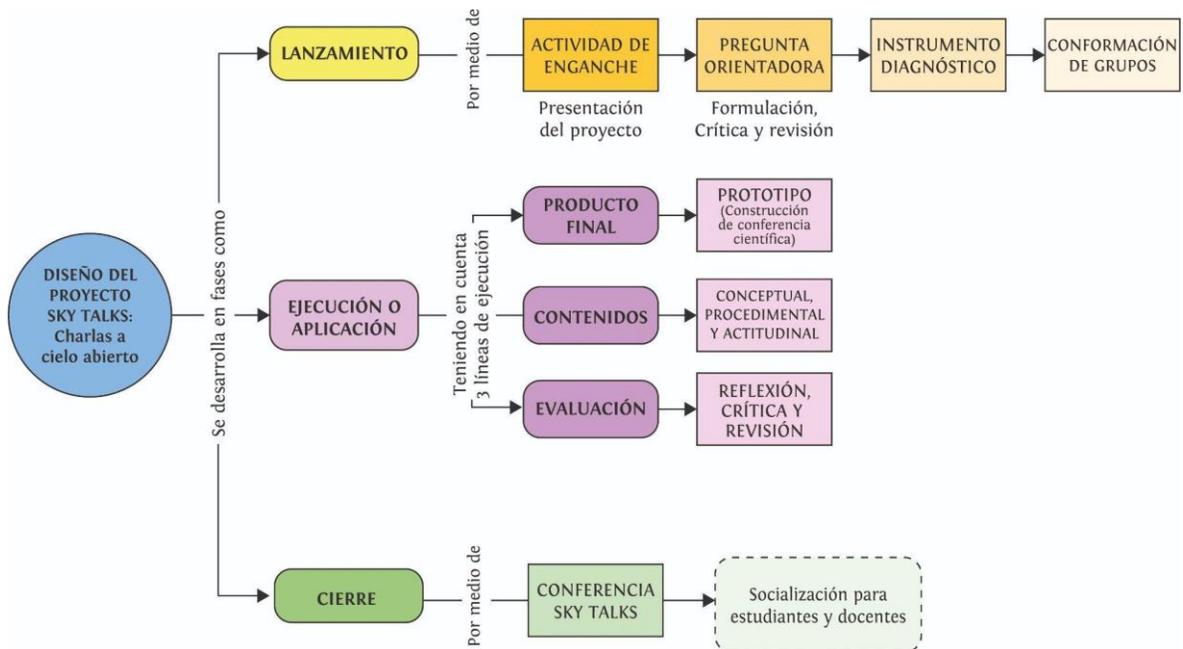
<b>Título del proyecto</b>	SKY TALKS: Charlas a cielo abierto.
<b>Pregunta Orientadora</b>	¿Por qué es importante el fenómeno del día y la noche para los terrícolas?
<b>Grado Escolar</b>	Cuarto C
<b>Áreas Participantes</b>	Ciencias Naturales (Física, Biología), Tecnología, Ingeniería, Lengua Castellana, Arte.
<b>Tiempo de ejecución</b>	7 semanas
<b>Resumen del proyecto</b>	Sky Talks: charlas a cielo abierto, es un proyecto de intervención con enfoque STEAM de una investigación educativa que tiene como propósito principal conocer la forma en cómo argumentan los estudiantes de grado cuarto sobre el fenómeno del día y la noche de acuerdo al Modelo de Argumentación de Toulmin. Este se diseñó de acuerdo a las características esenciales de los proyectos, según el Modelo Estándar de Oro propuesto por el BIE (2015). Y, estuvo dividido en tres fases fundamentales que son el lanzamiento, ejecución y cierre. En cada una de ellas se tuvo en cuenta el producto final que fue un prototipo, las actividades de contextualización, profundización y aplicación que se enmarcaron en un orden cronológico de acuerdo a la temática del fenómeno del día y la noche y que fueron pensadas según las áreas STEAM. Y, por último, una evaluación continua que fue establecida para cada clase en la que se estipula el carácter actitudinal del estudiante frente a la actividad realizada y, el procedimental frente a los productos que se realizaron cada semana. Estos momentos fueron planeados para desarrollar la habilidad argumentativa por lo que se buscó que los estudiantes argumentaran de forma oral y escrita en cada actividad, recolectando así información para su análisis.
<b>Productos/público</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Telescopio.</li> <li>- Reloj: Gnomon.</li> <li>- Guión formato TED.</li> <li>- Evaluación diagnóstica.</li> <li>- Evaluación Final.</li> <li>- Rúbrica de evaluación</li> </ul>
<b>Estándares/DBA</b>	Comprende que el fenómeno del día y la noche se debe a que la Tierra rota sobre su eje y en consecuencia el Sol sólo ilumina la mitad de su superficie.
<b>Vocabulario Principal</b>	Día y noche, rotación de la Tierra, Sol, Luna, tiempo, ciclos, luz

	y sombra, reloj, reloj biológico, modelo heliocéntrico.
<b>Habilidades</b>	Argumentación, trabajo en equipo, observación y descripción, análisis, síntesis, escritura y oralidad, creatividad y pensamiento científico.
<b>Rúbrica de evaluación</b>	Ver anexo 13

El diseño de este proyecto estuvo orientado en tres fases que se muestran en la figura 6 y que corresponden con: lanzamiento, ejecución o aplicación y cierre, que fueron aplicadas de acuerdo con las características esenciales de los proyectos del “Estándar de Oro” (BIE, 2015).

**Figura 6**

*Mapa del proyecto “Sky Talks: charlas a cielo abierto”*



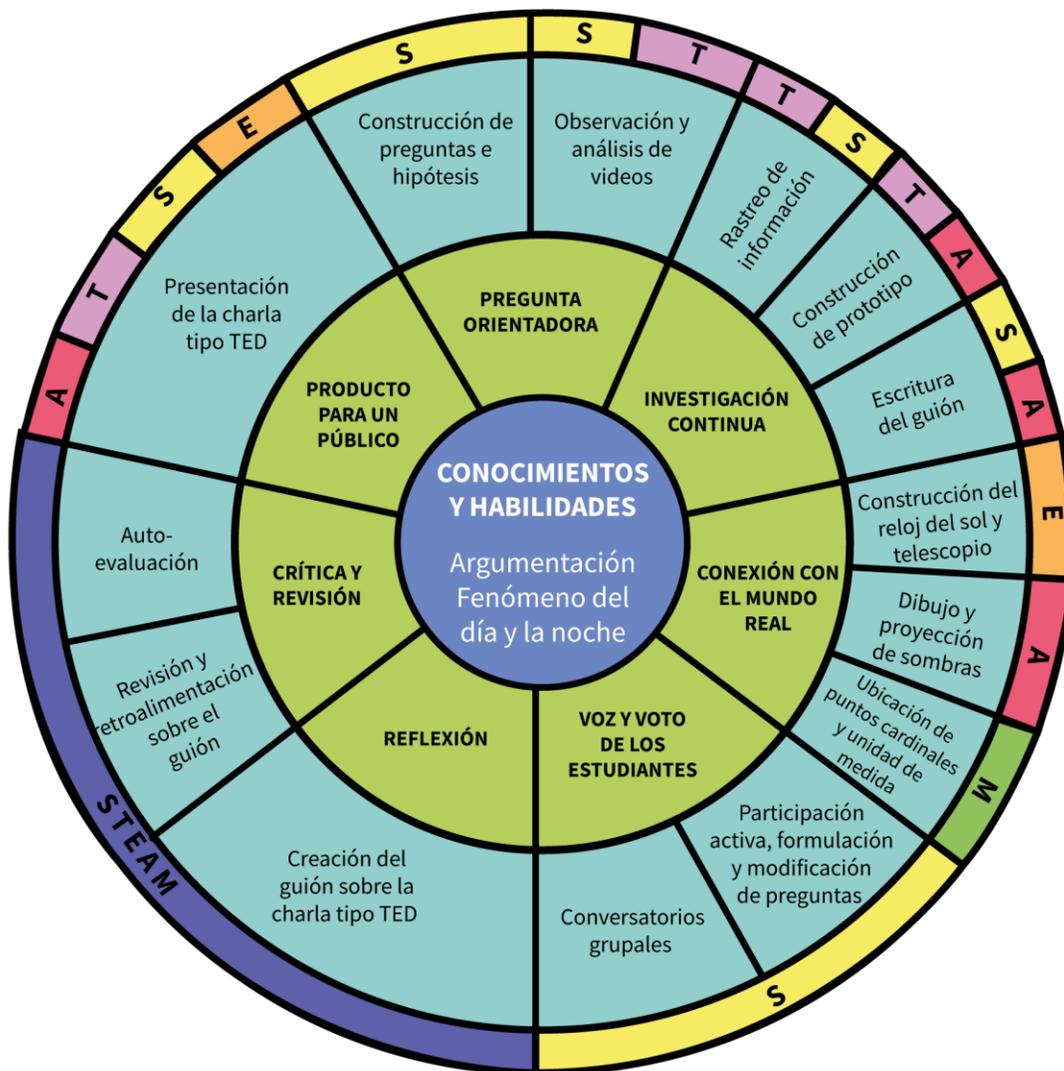
Como se observa en la anterior figura, en general, en la fase de lanzamiento el fin fue realizar una actividad de enganche donde se les presentó el proyecto y se establecieron acuerdos de trabajo. En la fase de ejecución, se tuvo en cuenta el diseño y construcción del prototipo final, a partir de los contenidos conceptual, procedimental y actitudinal que fueron evaluados constantemente de acuerdo con lo que se trabajó. Y, en la fase de cierre, se realizó la presentación del producto final.

#### ***4.4.2 Características Esenciales del Proyecto para cada una de las Áreas STEAM***

En cumplimiento con lo que propone el STEAM y de acuerdo con las características del Modelo Estándar de Oro propuesto por el BIE (2015), a continuación, (ver figura 7) se expone para cada una de ellas, el enfoque que se le dio a este proyecto de acuerdo con lo planeado y de acuerdo con los objetivos se puede apreciar un proceso cíclico, en el centro aparecen los conocimientos y habilidades que para este proyecto fue el fenómeno del día y la noche y la argumentación, respectivamente y, en cada característica del ABPy se asocian disciplinas STEAM en función del diseño de las actividades propuestas en cada una de las fases ya mencionadas.

#### **Figura 7**

*Características fundamentales para elaborar un proyecto de acuerdo con el BIE Estándar de Oro.*



En la anterior figura se expresan las características esenciales del ABPy que se desarrollaron de una forma específica en esta investigación da cuenta también de cada una de las áreas STEAM, así:

1. El conocimiento aprendido fue el fenómeno del día y la noche, a partir de diferentes actividades que involucraron el reconocimiento teórico como, por ejemplo, qué personas han estudiado este fenómeno, qué es el movimiento de rotación de la Tierra, los husos horarios, los ciclos circadianos, entre otros conceptos relacionados con este.
2. La habilidad desarrollada fue la argumentación, a partir de conversatorios, debates y preguntas que invitaban al estudiante a reflexionar y tratar de explicar el fenómeno del día y la noche.

3. Se trabaja bajo una pregunta orientadora que se construyó a partir de la construcción grupal de otras preguntas e hipótesis y, la observación de material audiovisual que permitió una reflexión sobre el fenómeno del día y la noche, donde se trabajaron las áreas de Ciencias desde formulación de preguntas sobre el fenómeno y la Tecnología como apoyo con material audiovisual.
4. Se lleva a cabo la investigación continua desde el rastreo de información en diferentes fuentes como búsqueda en línea, libros y con otras personas, también en la construcción de diferentes prototipos durante las actividades propuestas y, sobre todo en la construcción del guion para el producto final, trabajando desde el área de Ciencias la explicación del fenómeno, la Tecnología en el rastreo de información y el Arte en la construcción de diferentes prototipos.
5. Se establece una conexión con el mundo real a partir de actividades que acercaron al estudiante a comprender el fenómeno desde su cotidianidad como: construcción del telescopio, del reloj de Sol, la proyección de sombras y la ubicación espacial y geográfica a partir de la comprensión de los puntos cardinales, abordando las áreas de Ingeniería en el diseño y construcción de estos prototipos, las artes desarrollando la composición bidimensional como lo son la luz y la sombra y las Matemáticas trabajando desde el pensamiento espacial.
6. La voz y el voto de los estudiantes se desarrolla a través de los conversatorios grupales y la constante participación de los estudiantes al formular preguntas y responderlas, desarrollando así el área de Ciencias.
8. La reflexión se hace explícita cuando los estudiantes conceptualizan lo aprendido durante las actividades en la construcción del guion, trabajando allí todas las áreas STEAM.
9. Para la crítica y revisión se evalúan las actividades propuestas a partir de una rúbrica de evaluación por semana, de una autoevaluación que realiza el estudiante y, sobre el producto final, a partir de una retroalimentación y corrección del guion.
10. El producto para un público se construye durante todas las semanas de implementación del proyecto y, se presenta como un prototipo que tiene que ver con una charla de divulgación científica a partir de una pregunta orientadora.

#### ***4.4.3 Planeación y Descripción de Actividades***

A continuación, se explican cada una de las fases en las cuales se desarrolló el proyecto en el marco de un proceso de alternancia escolar debido a la pandemia por Covid-19, es decir, que la mitad de los participantes estaban presentes de manera virtual y, la otra mitad de manera presencial.

**4.4.3.1 Fase del Lanzamiento.** La primera fase del proyecto “Sky Talks: charlas a cielo abierto” que se llevó a cabo durante la semana 1, estuvo orientada por una actividad creativa de enganche sobre la temática del fenómeno del día y la noche, en la cual se les presentó a los estudiantes la forma de trabajo durante las semanas establecidas para la ejecución del proyecto y la pregunta orientadora del mismo.

En esta fase se tuvieron en cuenta los conocimientos y las habilidades como característica esencial de los proyectos investigativos, ya que, la temática se fundamenta en el DBA 3 “Comprende que el fenómeno del día y la noche se debe a que la Tierra rota sobre su eje y en consecuencia el sol sólo ilumina la mitad de su superficie” (MEN, 2016).

***Semana 1: Lanzamiento.*** Los objetivos de esta sesión eran dar a conocer a los estudiantes el proyecto e implementar el instrumento diagnóstico para conocer las ideas previas de ellos sobre el fenómeno del día y la noche. Se realizó una actividad de enganche por medio de un video sobre el universo y luego se presentó una breve descripción del proyecto con ayuda de una pieza gráfica digital (ver figura 8) que además permitió socializar los productos que se iban a generar durante el desarrollo de este, motivando así el interés en los estudiantes por saber qué trabajarían. Esto se realizó tanto de manera presencial como virtual a través de la plataforma Microsoft Teams.

### **Figura 8**

*Pieza gráfica de la presentación del proyecto*



Posteriormente, a conveniencia se conformaron los grupos de trabajo, teniendo en cuenta los niños que asistían por días de manera presencial y los que estaban virtual para que les correspondiera siempre juntos. A estos grupos se les asignó un nombre de institutos de investigación científica, con la intención de motivar y emocionar a los estudiantes a la temática, otorgándoles una insignia de identificación (anexo B) y estableciendo conexión con el mundo real al identificar personas y lugares donde se trabajan temáticas relacionadas con el proyecto. De este modo se formaron siete grupos como se muestra en la tabla 6 y, se les dio un portafolio que se anexara o registrarán allí todas las actividades trabajadas.

**Tabla 6**

*Nombres de los equipos conformados por los estudiantes*

	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>	<b>Grupo 4</b>	<b>Grupo 5</b>	<b>Grupo 6</b>	<b>Grupo 7</b>
<b>Nombre</b>	Carl	AstroCo	UK	MIT	NASA	CERN	Roscosm



Luego se prosiguió con la aplicación del instrumento diagnóstico (anexo N), llamado intencionalmente “prueba de admisión”, que generó un espacio de conversación con los estudiantes para la identificación de sus argumentos orales y, en el que se les hacían preguntas sobre el fenómeno del día y la noche para que argumentaran desde la escritura. Por último, esta sesión se concluyó mostrando a los estudiantes el producto final mediante un video que ejemplifica una conferencia tipo TED realizada por niños.

**4.4.3.2 Fase de ejecución o aplicación.** En la segunda fase que se desarrolló entre las semanas 2 y 6 se pusieron en práctica los conocimientos conceptuales como qué es el fenómeno del día y la noche; procedimentales en los conceptos desarrollados para cada actividad y actitudinales teniendo en cuenta la forma en cómo comprenden el fenómeno en su cotidianidad.

Para atender a la investigación continua se propusieron actividades en esta fase que involucraron la búsqueda a través del interés y la motivación por parte de los estudiantes por la búsqueda constante en diferentes fuentes de información, lo que les permitió ir desarrollando el producto final que consistía en un guion para llevar a cabo una charla tipo TED como prototipo, sobre los conocimientos adquiridos, que además es uno de los elementos que desde el ABPy son fundamentales. En este mismo sentido, la evaluación se hizo presente en cada una de las actividades debido a que constantemente se hacía una reflexión sobre la ejecución de dichas actividades,

además de los productos que se generaban y que atendieron a procesos de retroalimentación (continua y crítica) y revisión.

**Semana 2: El cielo a través de los ojos de Copérnico.** Esta sesión tuvo como propósitos construir preguntas sobre el fenómeno del día y la noche, reconocer los aportes de algunos científicos como Ptolomeo, Galileo Galilei y Nicolás Copérnico al conocimiento sobre la rotación de la Tierra y, tener un primer acercamiento a la elaboración de un telescopio casero. Para comenzar esta sesión y en concordancia con la forma en que planeó el proyecto, los estudiantes firmaron un “contrato” (ver anexo O), el cual no se logró presentar en la semana 1 por cuestiones de tiempo, en el cual se establecieron los acuerdos de trabajo y la participación del estudiante en el proyecto, a los estudiantes que estaban en virtualidad se les envió por correo y debían llevarla firmada al colegio, la semana siguiente. Luego de este primer momento se realizó la lectura de una carta dirigida a los alumnos de 4C con la cual se buscaba incentivar la creación y discusión de preguntas en grupo, relacionadas con el fenómeno.

Para trabajar sobre la historia del fenómeno del día y la noche se presentó una línea de tiempo involucrando los aportes y descubrimientos hechos por los científicos mencionados con anterioridad a partir de una actividad de construcción de fragmentos. Y, por último, se hizo una explicación sobre la construcción de un telescopio casero.

**Semana 3: Luz y Sombra.** Los objetivos para esta clase eran comprender la forma en cómo cambia la posición del Sol durante el día y su incidencia con la dirección de la luz y la proyección de la sombra de los objetos, así como construir y dialogar sobre posibles explicaciones a las preguntas formuladas sobre el fenómeno del día y la noche y, por último, elaborar un telescopio casero (ver figura 9).

Al inicio de esta clase se les presentó a los estudiantes la rúbrica (ver anexo C) para escribir el guion de la charla tipo TED de acuerdo con una pregunta que orientó su producto final, para esto se les dio un espacio para que la respondieran y reflexionaran de manera individual y compararan, discutieran sus respuestas luego en grupo.

Se exploró la temática de luz y sombra, relacionando esto con la posición del sol y al culminar este ejercicio de escritura, se continuó con la construcción del telescopio casero que fue utilizado mediante una guía de campo (ver anexo D).

## Figura 9

### *Fotografías de construcción de telescopio casero*



Las actividades de esta semana se evaluaron a partir de la rúbrica de autoevaluación y coevaluación, y de la retroalimentación de la construcción del telescopio. Aquí se evidencio la aplicación de las áreas STEAM, ya que estimuló el trabajo ingenieril a partir del diseño de este prototipo, por ejemplo, los estudiantes presenciales trabajaron por equipos, mientras que los que se encontraban de manera virtual trabajaron individual con el apoyo de uno de los investigadores.

***Semana 4: La Tierra en movimiento.*** En esta sesión el propósito era argumentar, ¿por qué el fenómeno del día y la noche es una consecuencia del movimiento de la Tierra? para esto se pretendía elaborar un gnomon para explicar el movimiento aparente del Sol (ver figura 10), también identificar los astros implicados en el fenómeno del día y la noche, comprender y explicar el movimiento de rotación y su incidencia en este.

Al iniciar se dio un espacio en el cual los estudiantes socializaron las respuestas que dieron sus familiares y conocidos frente a las preguntas orientadoras de sus trabajos. Luego se construyó individualmente un gnomon. Tanto los estudiantes que estaban virtual como los que estaban presencial, explicaron su funcionamiento y se aplicó la actividad (ver anexo E).

Para trabajar la temática del movimiento de la Tierra, se inició con una actividad de observación de imágenes en la que los estudiantes debían describirlas y hubo un acercamiento a la ubicación de la Tierra con respecto al Sol en el sistema solar, mediante preguntas: ¿Cómo observas que sucede el fenómeno en el video?, ¿Qué te llamo la atención del fenómeno en el video? Seguidamente se observó un video (ver anexo F) en el que se evidenciaba el movimiento de la Tierra dentro y fuera de ella.

**Figura 10**

*Fotografías de actividad sobre reloj de Sol y la rúbrica utilizada.*



En esta sesión se desarrolló la competencia de explicación en el área de Ciencias, y se desarrolló la habilidad artística en las proyecciones de las sombras de las figuras, porque así los estudiantes determinaban la ubicación del Sol.

**Semana 5: Girando al son de la Tierra.** En esta clase los propósitos fueron reconocer cómo se da el movimiento de la rotación de la Tierra, planificar y construir un modelo de este movimiento y comprender su incidencia en el ciclo día y noche. Recordando el producto final del proyecto, se les mostró a los estudiantes un video (ver anexo G) para obtener una buena escritura del guion de la conferencia final.

Después para comprender el concepto de rotación se presentó la relación de interacción de cada uno de los astros (Sol, Luna y Tierra) y, mediante un globo terráqueo se explicó el eje de rotación de la Tierra. Además, el movimiento aparente del Sol se ejemplificó mediante un video. Se hizo una relación de este movimiento aparente con los husos horarios por lo que fue necesario utilizar una aplicación online (ver anexo H) y comprender la variación de estos según la posición

geográfica. Para finalizar, en grupos se hizo un plano de cómo construir un modelo en 3D del movimiento de rotación de la Tierra (ver figura 11).

### **Figura 11**

*Construcción del plano del modelo en 3D sobre el movimiento de rotación de la Tierra*



**Semana 6: Reloj biológico.** En este encuentro se reconoció la importancia del día y la noche para los organismos que habitan la Tierra y, se explicó la influencia de este ciclo en las actividades y procesos que normalmente realizan. Para iniciar se explicó que es un reloj biológico y qué es el ciclo circadiano a través de un video (ver anexo I). Luego se realizó una actividad por grupos en la que a cada grupo se le asignaba uno de los fragmentos (ver anexo J) sobre el ritmo circadiano de algunos organismos y su relación con la presencia o ausencia de luz y, cada equipo debía buscar una forma de representarlo. Posteriormente, los estudiantes debían escribir de acuerdo con lo visto, la importancia del ciclo del día y la noche para los organismos.

**4.4.3.3 Fase de cierre.** En cuanto a la última fase, la de cierre, se desarrolló en la semana 7. Aquí se materializó el producto para un público, el cual fue preparado y diseñado durante las demás fases del proyecto y que se vieron representadas por la socialización a través de una estrategia de divulgación científica, donde los estudiantes demostraron lo aprendido sobre el fenómeno del día y la noche.

**Semana 7: Cierre.** En esta semana se llevó a cabo la presentación del producto final (ver figura 12). El espacio se ambientó y adecuó de manera que los estudiantes se sintieran en la escena

de conferencistas, para tal fin se entregó a los estudiantes una insignia de asistente y participante (ver anexo K) y se prosiguió con dicha conferencia en la que exponían todos los integrantes de los grupos de acuerdo con el instituto que fuera mencionado, esto, según el guion elaborado durante las seis semanas anteriores. Para esta presentación la mayoría de los estudiantes estaban en el colegio de manera presencial, a excepción de una estudiante.

Para finalizar, durante las seis semanas posteriores a la primera, se fue implementando la rúbrica de evaluación (ver anexo L) donde los estudiantes podían evaluar la forma en cómo trabajan ellos mismos y sus compañeros.

Luego de esto, se les dio el certificado de participación del anexo L en el proyecto a cada uno de los estudiantes y se finalizó con la aplicación del instrumento de cierre (ver anexo P).

### Figura 12

*Fotografías sobre la fase de cierre del proyecto de manera virtual y presencial*



Por otra parte, de acuerdo con el enfoque de esta investigación como metodología STEAM, se mencionan las actividades que se aplicaron desde diferentes áreas como las Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (ver tabla 8), estas para cada semana en la ejecución del proyecto.

### Tabla 7

*Actividades programadas según las áreas STEAM*

Semana / Área	Ciencias	Tecnología	Ingeniería	Arte	Matemáticas
1: Lanzamiento	Indagación de	Vídeo presentació:		Presentación ante un	

	conocimientos previos sobre el fenómeno del día y la noche.	Charlas TED (Tecnología, entretenimiento y diseño)		público (expresión corporal, tono de voz, etc.)	
<b>2: El cielo a través de los ojos de Copérnico</b>	Historia del descubrimiento de la rotación de la Tierra: Copérnico, Ptolomeo, Galileo. Construcción de preguntas sobre el día y la noche. Observación del cielo.	Uso de instrumentos de medida (metro, reglas). Funcionamiento de lentes en telescopios y microscopios.	Importancia de artefactos como el telescopio para el avance científico.  Creación de telescopio casero.	Uso de creatividad y estética para la adaptación y decoración de telescopio	Revisión de unidad de medida (longitud).
<b>3: Luz y sombra</b>	Observación del “movimiento aparente del Sol”	Funcionamiento del Gnomon. Uso de instrumentos de medida (regla, metro, transportador)	Creación de artefacto: Gnomon	Revisión de contenidos: sombras que proyectan los objetos e importancia de la luz.	Revisión de conceptos: plano cartesiano, puntos cardinales. Medición de longitudes de las sombras proyectadas en el gnomon.  Utilización de tablas para registrar sus observaciones
<b>4: La Tierra en movimiento</b>	Reconocimiento de astros implicados con el fenómeno del día y la noche.				
<b>5: Girando al son de la Tierra</b>	Explicación del movimiento de rotación de la Tierra.	Presentación de vídeo: Charla TED: programación	Diseña su propio modelo explicativo de la rotación de la Tierra.		Repaso de conceptos: ángulos y grados.
<b>6: Tic Tac. El reloj y la vida</b>	Importancia del ciclo día-noche para los	Efectos de la tecnología en la alteración del ciclo día-		Creación de carteles y dibujos alusivos.	

	organismos	noche de los organismos		Creatividad en la construcción del guión.	
<b>7: SKY TALKS. Charlas a cielo abierto</b>	Resolución a preguntas sobre el día y la noche.	Presentación final producto: Conversatorio formato TED.		Utiliza herramientas de expresión oral (tono de voz, expresión corporal, se dirige al público)	

Como se puede observar, durante todo el proyecto se buscó trabajar y desarrollar las habilidades STEAM, con el fin de que los estudiantes pudieran pensar y sentir la ciencia de una manera más atractiva, para que se vean más implicados en procedimientos y no tanto en la teoría. De la misma forma, se motivó a que constantemente los estudiantes adquirieran un aprendizaje colaborativo.

## 5 Resultados y Análisis

En este espacio se darán a conocer los resultados, análisis e interpretación de la información recolectada a partir de los instrumentos utilizados, teniendo en cuenta lo que propone el estudio de caso descriptivo e interpretativo planteado por Pérez-Serrano (1994) y, de acuerdo con la aplicación del proyecto de intervención “Sky Talks: charlas a cielo abierto”. Se definieron tres categorías apriorísticas presentadas en la tabla 9 con sus respectivas subcategorías que son el sustento bajo el cual se llevará a cabo dicho análisis y permiten evidenciar los resultados para cada uno de los objetivos propuestos en esta investigación de acuerdo con Cisterna (2005, p. 64).

**Tabla 8**

*Categorías apriorísticas y subcategorías con su descripción para el análisis de los resultados de la investigación*

<b>Ideas Previas sobre el Fenómeno del Día y la Noche (Categoría IP)</b>	
<b>Subcategorías</b>	<b>Descripción</b>
Percepciones/representaciones de los estudiantes	Se refiere a la manera como los estudiantes construyen explicaciones y representaciones para conceptualizar el fenómeno del día y la noche y son clasificados a partir de los modelos propuestos por Álvarez et al. (2018)
Asociación de la Luna y la Noche	Se refiere a la concepción que tienen los estudiantes de relacionar la Luna con el fenómeno de la noche.
Visión Externa e Interna del Fenómeno	Se refiere al sistema de referencia que los estudiantes utilizan para la explicación del fenómeno, ya sea ubicándose como observadores externos o internos.
<b>Argumentación de los Estudiantes al explicar el Fenómeno del Día y la Noche (Categoría A)</b>	
Argumentación escrita y nivel de argumentación	Se refiere a las respuestas que dan los estudiantes, sobre las preguntas propuestas en los instrumentos de diagnóstico, los instrumentos de cierre y en los guiones del producto final, que son analizadas y algunas clasificadas en un nivel de argumentación.
Argumentación oral y nivel de argumentación	Hace referencia a las explicaciones que dan los estudiantes acerca del fenómeno del día y la noche en un conversatorio y que son analizadas y algunas clasificadas en un nivel de

	argumentación.
<b>Percepciones de los Estudiantes (Categoría PE)</b>	
Participación en el proyecto	Indica la apreciación que dan los estudiantes frente a los aportes que ha dejado el proyecto en su formación de acuerdo con una rúbrica de evaluación y unas preguntas sobre la percepción de este que se hicieron en el instrumento de cierre.
Relaciones con el enfoque STEAM	Se refiere a la influencia que dejó el proyecto para el reconocimiento de las áreas STEAM y el impacto en los aprendizajes de los estudiantes.

Para el análisis de todos los datos obtenidos en la implementación de este proyecto se utilizó en la categoría IP un análisis de las representaciones gráficas que realizan los estudiantes y que son categorizadas de acuerdo con los modelos propuestos por Álvarez et al. (2018). En cuanto a la categoría A, se hizo un análisis de los elementos del modelo argumentativo de Toulmin presentes en cada uno de los argumentos de los 12 estudiantes seleccionados (De E1 a E12) que brindaron información importante para el análisis de este proyecto y, para la categorías PE se usaron los argumentos que brindaron los estudiantes en el instrumento de cierre para evaluar la valoración y apropiación que ellos tuvieron con el proyecto, así como también la influencia del STEAM en el aprendizaje de los estudiantes.

### **5.1 Ideas Previas sobre el Fenómeno del Día y la Noche**

Las diferentes ideas previas que poseen los estudiantes del grado 4C del Colegio Calasanz Medellín, se analizaron a partir de las respuestas que se construyeron a las preguntas formuladas en el instrumento diagnóstico y de cierre. Durante la aplicación del instrumento de diagnóstico se contó con 12 estudiantes, mientras que en la prueba de cierre participaron 22 estudiantes debido a que la Institución ya se encontraba en total presencialidad.

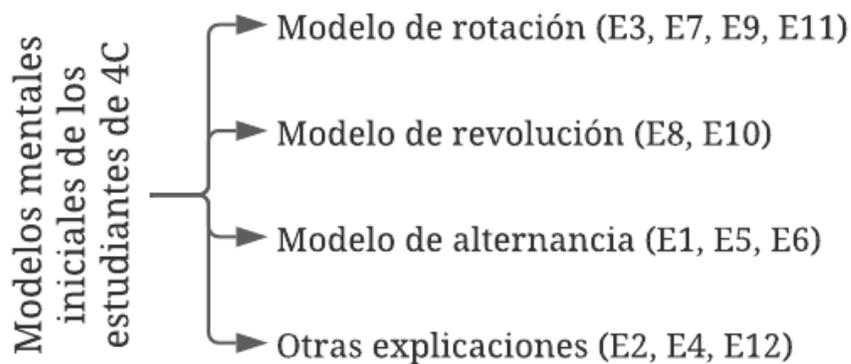
El análisis se lleva a cabo teniendo en cuenta las representaciones que detectaron y agruparon Álvarez et al. (2018) de estudios e investigaciones previas, realizadas con estudiantes sobre el fenómeno del día y la noche. Estos autores los agrupan en los siguientes modelos mentales: modelo de rotación, modelo de revolución, modelo de revolución terrestre, modelo científico heliocéntrico y modelo de alternancia.

### 5.1.1 Percepciones/representaciones iniciales de los estudiantes

Inicialmente, durante el instrumento diagnóstico en la pregunta 1 se les pidió a los estudiantes que realizarán un dibujo explicando a otro niño cómo se presenta el fenómeno del día y la noche, estos también se podían apoyar en una explicación escrita. En la figura 13 se evidencian los resultados obtenidos de los 12 estudiantes:

**Figura 13**

*Modelos mentales que presentaron los estudiantes de grado 4C en la prueba diagnóstica*



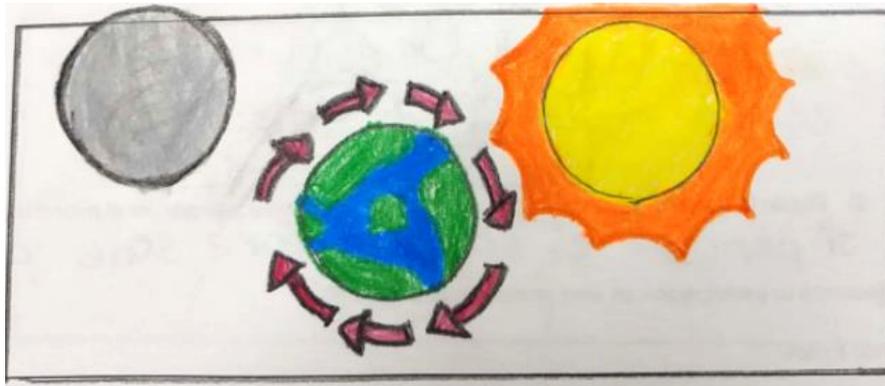
Se evidencia que el modelo más empleado por los estudiantes es el modelo de rotación y que ninguno de los estudiantes hace alusión al modelo científico heliocéntrico, el cual es definido por los autores Álvarez et al. (2018) como el modelo adecuado para la explicación del fenómeno. Por lo tanto, los modelos utilizados por los estudiantes no corresponden a explicaciones científicamente apropiadas del fenómeno.

A continuación, se presentan algunos de los dibujos realizados por los estudiantes que corresponden a cada categoría:

**Modelo de Rotación.** En el caso de este modelo se evidencia que los cuatro estudiantes que lo emplearon comprenden que el fenómeno del día y la noche se da por la rotación de la Tierra, sin embargo, también manifiestan que los dos astros aparecen en lados opuestos explícitamente, por lo que la Luna siempre aparece en el fenómeno de forma opuesta al Sol, tal como se evidencia en la figura 14 realizada por el estudiante E10.

**Figura 14**

*Dibujo del estudiante E10 en el que se evidencia el modelo de rotación*

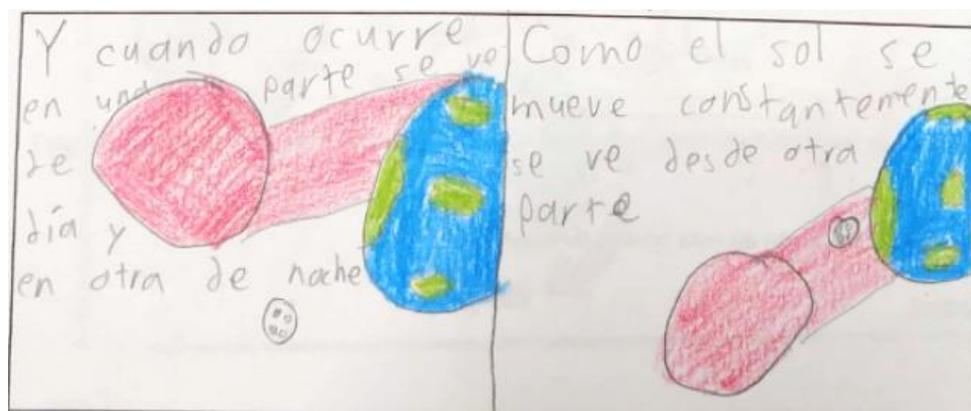


Lo anterior, también se observa en las explicaciones que los estudiantes utilizan para complementar sus dibujos, por ejemplo, el estudiante E9 añade *“La Tierra va girando, en un lado hay Sol y en el otro hay Luna, por el giro hay una parte oscura y otra soleada”*.

**Modelo de Revolución.** Los dos estudiantes que se ubican en este modelo consideran que es el Sol el que se mueve alrededor de la Tierra. Por ejemplo, el E8 le dice al personaje hipotético de la pregunta *“Mira, represéntalo como el mundo y el Sol dándole vueltas”* y el E10 menciona *“Como el Sol se mueve constantemente se ve desde otra parte. Y cuando ocurre en una parte se ve de día y en otra de noche”*. A continuación, en la figura 15 se encuentra la construcción realizada por el E8:

### **Figura 15**

*Ejemplo de modelo mental de revolución*

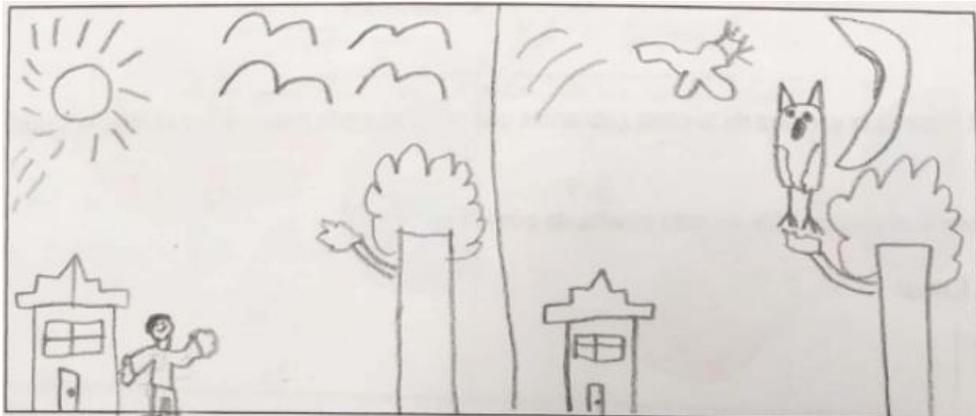


**Modelo de Alternancia.** Los tres estudiantes que se ubican en este modelo manifiestan los astros presenten en el día y la noche, e incluso tienen en cuenta el tipo de organismos que aparecen durante el día y los que aparecen durante la noche, sin embargo, solo se da una descripción de lo

que ocurre gracias al fenómeno y no se construye una verdadera explicación del por qué se da. Por ejemplo, el E6 menciona “en el día y en la noche hay animales, plantas, etc. que son de distinto estado. Por ejemplo, en el día están animales normales, personas, y el Sol, y en la noche como el búho, murciélago, Luna, etc.” (ver figura 16); esta descripción acompaña el siguiente dibujo:

### Figura 16

Dibujo realizado por E6 en el que se evidencia el modelo de alternancia



**Otras Explicaciones.** En este apartado se incluyeron tres estudiantes debido a que sus dibujos y explicaciones son confusas y difíciles de agrupar en los anteriores modelos. Por ejemplo, E2 realiza el dibujo de la Figura 17 y menciona que para que se dé el día y la noche “tiene que ocurrir el atardecer que es cuando la Tierra está en la mitad del día y la noche”.

### Figura 17

Dibujo realizado por E2 sobre el día y la noche

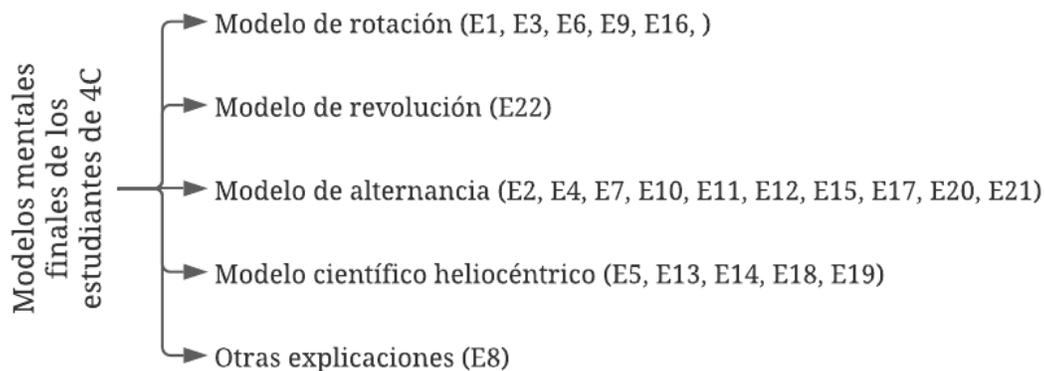


Los resultados obtenidos son acordes con la investigación realizada por Álvarez et al. (2018), puesto que como ocurrió en este estudio, se evidencia que predomina el modelo de rotación en el cual los niños describen que el día y la noche se producen por la rotación de la Tierra, pero incluyen la Luna. También se evidenció que son pocos los niños en primaria que explican el fenómeno desde el modelo científico heliocéntrico, siendo este el modelo de explicación más acertado.

En la semana final del proyecto se realizó la prueba de cierre con 22 estudiantes, ya que la institución para ese momento volvió a la presencialidad completamente. A continuación, se encuentran los modelos mentales (ver figura 18) que presentan los estudiantes acerca del fenómeno del día y la noche para el momento de cierre del proyecto SKY TALKS:

### Figura 18

*Modelos mentales que presentaron los estudiantes de 4C en el instrumento de cierre*



Inicialmente, se evidencia que algunos de los 12 estudiantes iniciales presentaron modificaciones en la forma cómo explicaban el fenómeno del día y la noche, por ejemplo, los estudiantes E2, E4 y E12 que inicialmente tenían algunas explicaciones muy confusas sobre el fenómeno se trasladaron a un modelo de alternancia, en el que reconocen la presencia de la Luna durante la noche y del Sol durante el día. A su vez, E7 y E11 pasan del modelo de rotación a uno de alternancia, dibujando una explicación desde una visión más interna, como observadores dentro de la Tierra.

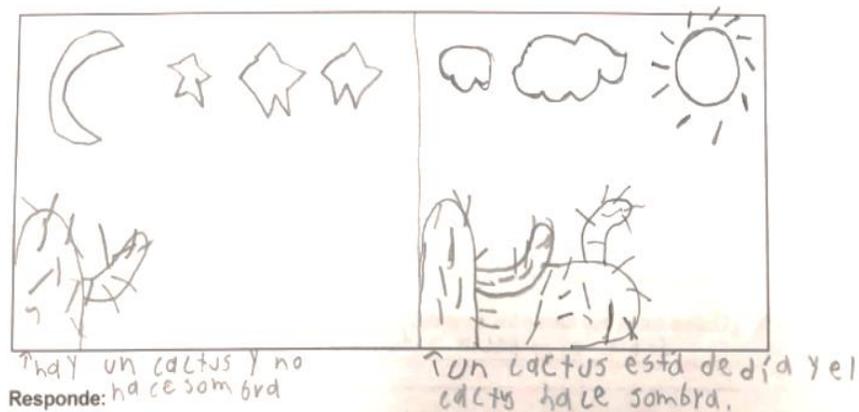
Por otro lado, E10 que se encontraba en un modelo de revolución en el cuál consideraba que era el sol el que tenía movimiento pasa a explicar el fenómeno desde el modelo de alternancia.

Y E1 y E6 se trasladan del modelo de alternancia a un modelo de rotación, mientras que E9 se conserva en este modelo.

De forma general, se observa que son menos los estudiantes que acuden a la explicación del movimiento del Sol y la Luna alrededor de la Tierra, y también son menos los estudiantes que tienen ideas confusas sobre el fenómeno. El modelo que es más representativo en los estudiantes de 4C es el modelo de alternancia, puesto que continúan relacionando la noche con la presencia de la Luna y el día con la presencia del Sol. Sin embargo, se destaca que algunos estudiantes que hacen uso de este modelo también hacen alusión a las actividades que se realizaron durante el proyecto, por ejemplo, E12 relaciona la sombra de los objetos con el día y la noche como se evidencia a continuación (ver figura 19):

### Figura 19

*Dibujo realizado por E12 en la prueba de cierre*



La explicación dada por E12, pertenece al modelo de alternancia y si bien no es del todo correcta porque considera que la iluminación de la Luna no influye en la sombra de los objetos, si hace alusión a la actividad realizada durante el proyecto en la semana tres en donde se construyó un reloj de Sol y se pudo evidenciar cómo varía la sombra de los objetos de acuerdo con la posición del Sol durante el día. Otro ejemplo, es el dibujo realizado por E11 (ver figura 20) en el que hace alusión a la influencia de la iluminación del Sol sobre el girasol y el movimiento que presenta “siguiendo al Sol”, esta explicación se relaciona con la actividad realizada durante la semana 6 en la que se discutió con los estudiantes la importancia de fenómeno del día y la noche en relación con los ciclos circadianos de algunos seres vivos.

## Figura 20

Dibujo realizado por E11 en la prueba de cierre



Por otro lado, es importante destacar que cinco estudiantes emplean el modelo científico heliocéntrico en el que comprenden que la rotación de la Tierra es la principal causa del fenómeno del día y la noche, y a pesar de que siguen teniendo en cuenta a la Luna en sus representaciones ya no la dibujan como opuesta al Sol; lo anterior se puede evidenciar en el E18 (ver figura 21).

## Figura 21

Dibujo realizado por E18 en la prueba de cierre



En este sentido, las representaciones del fenómeno son más acertadas y se incluyen nuevos conceptos como fuerza gravitacional, eje de rotación, entre otros. Por ejemplo, E14 menciona “*El día y la noche se presentan por la rotación de la Tierra y la Luna, la rotación se da gracias a la fuerza gravitacional del Sol*”. Sin embargo, también se debe tener en cuenta que los estudiantes siguen teniendo algunas ideas poco claras, por ejemplo, como se evidenció en la figura 21, E18 explica que “*el planeta Tierra gira y la Luna también, los dos lo hacen al mismo tiempo*”, por lo

que se observa que relaciona el movimiento de la Tierra con el movimiento de la Luna. También se evidencia que algunos estudiantes continúan dibujando la Tierra con un tamaño mucho mayor al del Sol o se dibuja el eje de rotación de la Tierra completamente recto; por lo anterior se hace necesario seguir trabajando estos conceptos con los estudiantes.

### ***5.1.2 Asociación de la Luna y la Noche***

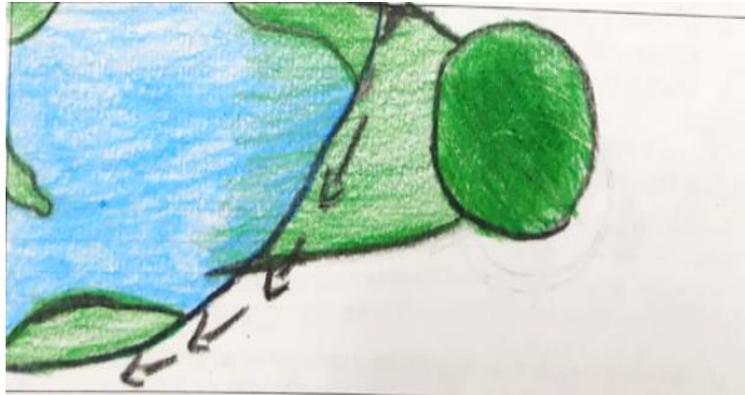
La autora Vega (2003) afirma que los niños establecen una errónea conexión de causalidad entre la noche y la Luna, de forma que tienden a explicar el fenómeno desde la presencia y ausencia del Sol y de la Luna en el cielo. Según la autora, este proceso de asociación comienza desde los primeros años de vida del estudiante en su entorno familiar, y posteriormente se hace más fuerte en la etapa escolaridad cuando se acceden a los cuentos, a las imágenes y a los libros de texto; por lo tanto, esta relación de causalidad entre la noche y la Luna está fuertemente arraigada en las ideas de los estudiantes.

Lo anterior se evidenció en los resultados de la presente investigación, debido a que en las representaciones realizadas durante la prueba diagnóstica se encontró que 9 estudiantes de 12 incluyeron la Luna en sus representaciones sobre el fenómeno, lo cual era un resultado que se esperaba obtener.

A pesar de que en el aula de clase se insistió en que la Luna no tenía relación en el fenómeno y que durante la semana cinco se discutió sobre la explicación correcta del fenómeno, se evidenció durante la prueba de cierre que los estudiantes continúan incluyéndola en sus explicaciones, ya que 20 de un total de 22 estudiantes que realizaron la prueba de cierre dibujaron la Luna. A continuación, se puede observar el dibujo realizado por E19 (ver figura 22) en el cual no involucra la Luna para su explicación:

### **Figura 22**

*Dibujo realizado por E19 en la prueba de cierre*



Por lo anterior, es importante destacar que la relación que los estudiantes establecen entre la noche y la presencia de Luna está muy arraigada y durante el proyecto no hubo un cambio significativo en cuanto a esta idea. Por lo tanto, se hace necesario que en etapas posteriores en la escuela se siga trabajando el fenómeno, ya que como lo menciona Vega (2003) esta asociación es un gran error conceptual y puede dificultar el aprendizaje del fenómeno del día y la noche, pero también de otros conceptos e ideas relacionadas como la visión heliocéntrica del sistema solar y la idea de un universo dinámico.

### ***5.1.3 Visión Externa e Interna del Fenómeno***

En las representaciones de las estudiantes obtenidas en la prueba diagnóstica se encontró que seis de ellos parten de una visión interna del fenómeno, como observadores dentro de la Tierra y cinco de ellos lo hacen desde una visión externa, sin embargo, como se evidenció anteriormente, ninguna de sus explicaciones es adecuada.

Por otro lado, en la prueba de cierre fueron ocho los estudiantes que explicaron el fenómeno desde una visión interna y catorce los que lo hicieron desde la visión externa. Lo anterior está en consonancia con las investigaciones de Galperin et al. (2012) en donde señala que el mayor porcentaje de alumnos que utiliza una visión externa se encuentra en el nivel primario.

En este punto, es importante señalar que dentro de las actividades del proyecto se abordaron ambas explicaciones, sin embargo, los resultados finales evidencian que los estudiantes se sienten más cómodos explicando el fenómeno como observadores fuera de la Tierra, debido a todos los conocimientos arraigados que se tienen sobre la forma en cómo ocurre el fenómeno, ya que en diferentes fuentes de información como libros, audiovisuales, televisión y demás constantemente están aludiendo a la explicación de este de manera externa.

Para la primera categoría de análisis, se precisa que los estudiantes poseen una idea no adecuada para explicar el fenómeno, ya que, en general, lo están relacionando con la presencia de la Luna y asumen a la Tierra como el astro que solo se encuentra en medio del Sol y la Luna, por lo que esta resulta ser la idea base para argumentar el fenómeno de rotación de este planeta.

## **5.2 Argumentación de los Estudiantes al Explicar el Fenómeno del Día y la Noche**

La argumentación en los estudiantes se analizó con base a algunas preguntas formuladas en el instrumento de diagnóstico y en el de cierre que respondieron de manera individual, así como del guion que crearon por los grupos mencionados en la tabla 7 para el producto final y, de algunas actividades desarrolladas a lo largo de la fase de ejecución del proyecto.

A continuación, se presentan los resultados de la argumentación escrita y oral. Se hace un análisis para caracterizar los argumentos de los estudiantes según los niveles de argumentación propuestos por Erduran et al., (2007) que los explica de manera coherente y clara Tamayo (2012), de acuerdo con los elementos del modelo argumentativo de Toulmin explicados por Posada (2015).

### **5.2.1 Argumentación Escrita**

Para el análisis de la argumentación escrita se tienen en cuenta factores como el trabajo en grupo y el individual, y el cambio que presentaron los argumentos de los estudiantes luego de implementar el proyecto para así dar solución al segundo objetivo planteado, es por esto, que tanto en el instrumento diagnóstico (ID) como en el de cierre (IC) se formularon las mismas preguntas que fueron:

Pregunta 1 (P1): *¿Crees que los astros de nuestro sistema solar se mueven? ¿Por qué?*

Pregunta 2 (P2): *¿Por qué en algunos momentos no podemos ver el Sol y la Luna?*

Con estas preguntas que fueron respondidas de manera escrita, se pretendía que los estudiantes dieran una explicación al fenómeno del día y la noche desde la comprensión del concepto de rotación de la Tierra propuesto por Galperin et al. (2012) y, además, se pudo evaluar la calidad de los argumentos, al revisar si estos incluían evidencias o datos (D), conclusión o tesis (C), garantías o justificaciones (G), cualificadores modales (Q), respaldos (B) y contraargumentos o refutaciones (R), ya que de acuerdo con los elementos que posea cada argumento, se categorizaron dentro de un nivel argumentativo.

## Figura 23

Respuestas de los estudiantes a la pregunta 1 en el instrumento diagnóstico

2. Responde:  
A. ¿Crees que los astros de nuestro sistema solar (Ejemplo: el sol, la luna o la tierra) se mueven? ¿Por qué?  
*si porque para el día y la noche  
la tierra tiene que girar*

2. Responde:  
A. ¿Crees que los astros de nuestro sistema solar (Ejemplo: el sol, la luna o la tierra) se mueven? ¿Por qué?  
*Si porque necesitamos que se muevan para que ilumine todo  
el mundo*

Para la P1 se evidencia que todos los estudiantes responden de manera afirmativa a la pregunta, explicando que para ellos los astros del sistema solar se mueven. Algunos de ellos concluyen que si se mueven porque si no lo hicieran no ocurriría el fenómeno del día y la noche, como sucede con E3 el cual menciona “*Si, porque para que se dé el día y la noche, la Tierra tiene que girar*”, E8 también relaciona este movimiento con la iluminación que se da por el Sol durante el día afirmando “*Si, porque necesitamos que se mueva, para que ilumine todo el mundo*”. Por otro lado, E10 relaciona el movimiento con otros fenómenos como los eclipses: “*Si, porque por ese movimiento se causan los eclipses, el día y la noche*”, y E11 expresa: “*Si, porque en todos los planetas conocidos existe el fenómeno del día y la noche*” reconoce que el fenómeno también ocurre en nuestros planetas vecinos.

Los estudiantes reconocen que sin movimiento del planeta no ocurriría el fenómeno del día y la noche, es decir, sin el movimiento no llegaría la noche, tal como menciona E6 “*Si porque si no se movieran dónde está la Luna y el Sol se quedarían quietos, por lo que, donde esté, siempre sería en caso de Luna siempre noche y de Sol siempre sería día*”.

Se evidencia en estos resultados que algunos estudiantes al intentar responder por qué se mueven los astros, ya que todos dijeron que sí lo hacen, se confunden y lo relacionan con otro tipo de variables como el tiempo (E4), la gravedad (E5), el atardecer y el amanecer (E7) y los eclipses (E10). Sin embargo, se observa que la mayoría dieron sus respuestas a partir del movimiento de la

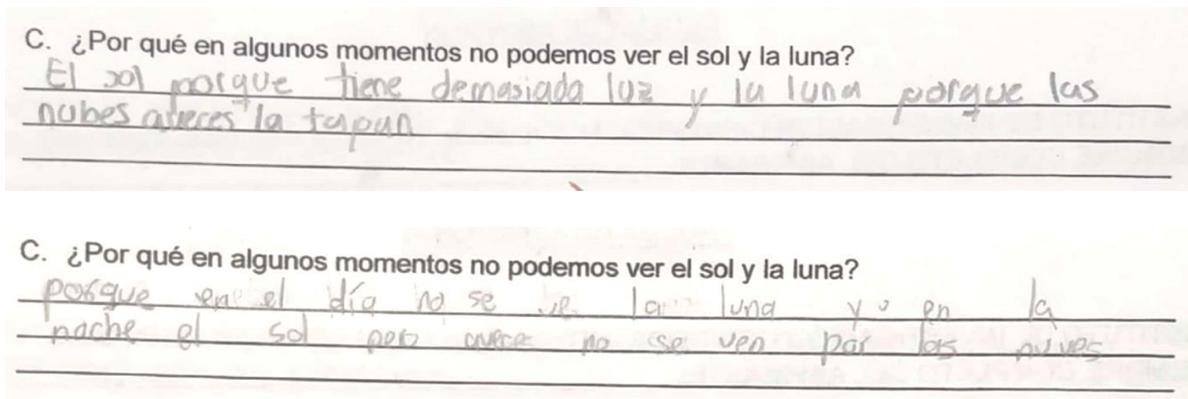
Tierra al relacionarla con la manifestación del día o de la noche. Esto, teniendo en cuenta que poseen unos conocimientos básicos sobre el fenómeno porque están basados en lo que comúnmente observan.

Además de esto, se puede notar que todos los estudiantes incluyeron una conclusión C dentro de sus explicaciones, debido a que el dato D se les fue dado en la pregunta que afirmaron al responder. En general, los argumentos de los estudiantes en este instrumento diagnóstico no dan cuenta de una buena fundamentación y, no poseen justificaciones ni respaldos teóricos sobre los mismos, es decir, se evidencia desconocimiento sobre el tema a pesar de que lo que respondieron no es lejano a la consecuencia real del movimiento de la Tierra que es el fenómeno del día y la noche.

Es por esto que, de acuerdo con los niveles argumentativos de Erduran et. al (2008), la mayoría de los estudiantes se ubican en el nivel 2 de argumentación por el hecho de presentar sólo afirmaciones en sus argumentos.

#### **Figura 24**

*Respuestas de los estudiantes a la pregunta 2 en el instrumento diagnóstico*



El caso de la P2, es un tanto similar, debido a que en las respuestas de esta pregunta se nota un poco de confusión al igual que en los resultados de la P1, los estudiantes no muestran unos fundamentos sólidos para explicar el fenómeno del movimiento de los astros Tierra y Luna, debido a que ambas preguntas están orientadas a este, por lo que relacionan el fenómeno de “la Luna de día” con otros factores como las nubes, por ejemplo lo que dicen E1 y E5: “*El Sol, porque tiene demasiada luz y la Luna porque a veces las nubes la tapan*” y “*Porque en el día no se ve la Luna y en la noche el Sol pero a veces no se ven por las nubes*” respectivamente, que de acuerdo con lo

que plantean son las encargadas de que aparezca o no dichos astros (el Sol o la Luna), el E11 lo relaciona con los eclipses solares *“Tal vez por el eclipse solar porque no es los dos solos sino los dos en uno”*.

Otra evidencia es lo que argumenta E2 *“porque la Tierra se voltea y queda el Sol mirando hacia nosotros y la Luna a otra parte”*, y E4 *“porque cuando está la Luna no está el Sol y cuando está el Sol no está la Luna”* quienes afirman que la Luna y el Sol están en posiciones opuestas, dando razón de la presencia del uno o del otro de acuerdo con la ubicación de la Tierra.

Esta confusión se manifiesta además en los argumentos que solo poseen datos, en este caso, a pesar de que se está preguntando lo mismo, se está mostrando explícitamente el astro Sol y el astro Luna que para ellos están relacionados con el día y la noche, respectivamente, pero que no se logra definir claramente de qué forma se da esa relación. Se observa entonces que todos los estudiantes incluyen una afirmación o conclusión C en sus argumentos y, que, por ejemplo, E5 agrega otro elemento como cualificador modal *“a veces”*.

En el caso del E5 que es quien muestra en sus argumentos, elementos un poco más complejos (cualificador modal Q) no se puede decir que esté brindando exactamente una explicación coherente o con justificaciones relevantes porque no hay un sustento teórico, sino que son respuestas dadas a partir de las vivencias, de lo que los estudiantes creen o de lo que observan a diario.

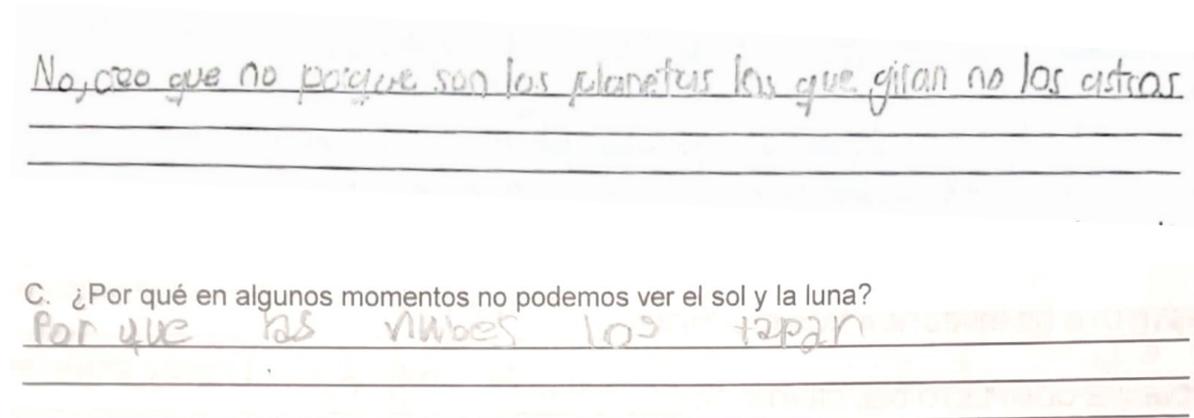
Un caso importante para analizar es el E3, en la primera pregunta, expone que los astros deben girar y luego, en la segunda dice que están en un lugar determinado, lo que permite corroborar que no sabe cómo explicar la forma en cómo ocurre el fenómeno del movimiento de los astros, resaltando lo que menciona Tamayo (2012), los estudiantes evidencian sus creencias epistemológicas por la forma cómo integran los datos en sus explicaciones, añadiendo además, que en muchas ocasiones la escritura no es correcta y no se logra comprender la idea que quieren transmitir, como en el caso del E5, *“Si, porque si no se movieran se caerían las cosas, los edificios, etc., y porque sus elementos que están adentro necesitan el movimiento y no llegaría la noche”* que integra varios aspectos como la gravedad y el fenómeno de la noche, pero en su respuesta no hay una afirmación precisa.

Tanto en la P1 como en la P2 se puede deducir que a pesar de que los estudiantes tratan de relacionar y conectar los conocimientos que poseen con el fenómeno, falta claridad con base a como se define realmente. Por lo que se confirma que, en los argumentos del instrumento

diagnóstico, todos los estudiantes se ubican en el nivel 2 de argumentación. Haciendo la aclaración de que como se les dio el dato D, en las preguntas (movimiento de los astros), ellos argumentaron bajo una afirmación.

### Figura 25

Respuestas de los estudiantes a las preguntas 1 y 2 en el instrumento de cierre, respectivamente



Ahora bien, como se mencionó anteriormente el análisis del instrumento de cierre también se hizo con base a las mismas preguntas del instrumento diagnóstico, algunos de los resultados para la P1 fueron los siguientes:

E1 "No, creo que no, porque son los planetas los que giran, no los astros",

E2 "Si, pero solo los planetas porque si no en unos puntos siempre sería de noche y en otros de día",

E6 "Solo se mueven los planetas, ya que el Sol, la Luna y las estrellas son estáticos",

E8 "Si se mueven porque si no alumbraría a una sola parte y la otra se quedaría oscura",

E9 "Pues no todos se mueven, el Sol no se mueve, pero la Luna y la Tierra se mueven alrededor del Sol",

E10 "No, porque la Tierra es la que gira, pero pareciera que lo que se mueve son los astros del sistema solar".

Se puede evidenciar en estos argumentos que hay un cambio en la forma en como escriben su afirmación, debido a que antes consideraban que todos los astros giraban, pero después de implementado el proyecto, estos estudiantes consideran que solo se mueven los planetas y algunos afirman que la Luna. Sin embargo, se puede evidenciar que no hay trascendencia en sus

argumentos, debido a que continúan brindando solo afirmaciones, es decir, conclusiones sobre lo que se les está preguntando.

Otro punto a tener en cuenta es que argumentos como el del E7 *“la Tierra se mueve para que todos los seres vivos tengan su hábitat”* evidencian que hay una contextualización del fenómeno a lo que ocurre en la cotidianidad de la naturaleza, tal vez lo relaciona con las actividades que se llevaron a cabo en la implementación del proyecto.

En cuanto a la P2, algunos estudiantes manifiestan que no se pueden ver el Sol y la Luna en algunos momentos porque la Luna se aleja constantemente (E7), o, por la rotación de la Tierra (E10), porque están en diferentes lados de la Tierra (E12). En esta pregunta si se evidencian que los estudiantes E2, E3, E9 y E11 aún relacionan aspectos como las nubes y el clima, en la presencia o no de los astros Sol y Luna, diciendo, por ejemplo, *“Yo creo que es porque las nubes los tapan, porque siempre están ahí”*, *“Por un día frío y las nubes bloquean el Sol y la Luna”*.

En este instrumento, se demuestra que la mayoría de los estudiantes continúan en el nivel 2, debido a que solo presentaron conclusiones C en sus argumentos. Como bien se ha explicado, el instrumento de cierre sirvió como evidencia para el análisis de los cambios argumentativos que los niños y niñas presentaron luego de implementar el proyecto *“Sky Talks: charlas a cielo abierto”*.

Haciendo una comparación entre los argumentos dados y, los niveles alcanzados, se establece lo siguiente: en general, los estudiantes tienen unas escasas habilidades de argumentación, en un caso inicial por desconocimiento sobre el tema y, se considera que faltó la apropiación de algunos conceptos por parte de los estudiantes.

A pesar de que en la mayoría de los estudiantes apunta al fenómeno de rotación de la Tierra, en el instrumento de cierre aún se hacía alusión a modelos mentales fuera de la explicación del fenómeno como, por ejemplo, la inclusión del concepto de nubes y eclipse, por lo que no se evidencia un aprendizaje significativo sobre el fenómeno después de aplicado el proyecto. Sin embargo, se precisa que después de implementado el proyecto, ya hay un reconocimiento de cuáles astros se mueven y qué implicaciones tienen sus movimientos.

Aunque hubo un cambio no muy significativo en las explicaciones acerca del fenómeno del día y la noche porque, a pesar de que, es un tema que como se ha venido diciendo, causa interés en los estudiantes porque resultan ser misteriosos y constantemente los relacionan con las películas o animaciones que ven. Es por esta última razón que, no se ve una trascendencia sobre este tipo de conocimientos, porque como bien se observó y se dejó registro en los diarios pedagógicos, no se

aterrizan estos conocimientos a la escuela, porque se pretende pasar rápidamente en ellos para cumplir con el plan de estudios. Esto quiere decir, que el tópico de fenómeno del día y la noche, se aborda al finalizar el periodo académico en la institución, por lo que es muy poco el tiempo para profundizar en él y brindar los espacios adecuados para que los estudiantes comprendan el por qué ocurre o la manera en cómo influye en sus comportamientos cotidianos.

Estos instrumentos se llevaron a cabo de manera individual, por lo que hubo concentración y apropiación de estos por parte de los estudiantes, sin embargo, no se logró percibir que ellos tuvieran una idea más clara del fenómeno, ya que involucraron a la Luna en sus explicaciones. Se evidenciaron ciertos vacíos que se cree se debieron a las dinámicas de comportamiento del grupo, debido a que como se estaba trabajando en el modelo de alternancia entre las clases virtuales y presenciales, la mayoría de los estudiantes estaban distraídos y pendientes de compartir con sus compañeros, quienes estaban presenciales y, los de la virtualidad, no se hallaban muy activos.

A continuación, se pone en consideración otro de los instrumentos utilizados para recolectar información, como lo fue el guion (ver figura 26) para la charla Sky Talks que fue elaborado a lo largo de todas las semanas de intervención donde los estudiantes aplican lo aprendido durante las clases. Este guion a diferencia de los instrumentos diagnóstico y de cierre, se llevó a cabo en forma grupal a partir de unas preguntas orientadoras que les permitieron relacionar su vida cotidiana con el fenómeno y, fue diseñado bajo las características esenciales de los proyectos según el BIE (2015).

## **Figura 26**

*Fotografía de estudiantes realizando la escritura del guion*



A continuación, se presentan los resultados de algunos grupos y, se analizan cada uno de ellos.

### **Grupo 1: Carl Sagan**

*“Un lindo día yo me fui a hacer vueltas, cuando llegué a mi casa y me senté en mi balcón para descansar eran como las 5 p.m. Miré para arriba y vi la Luna, pero me pregunté **¿Por qué se ve la luna de día, pero las estrellas no?** Dije, porque el Sol baja y no se ve tanta luz, así que la Luna puede brillar porque las otras estrellas no brillan tanto. Pero no estuve satisfecho con esa respuesta, así que le pregunté a varias fuentes como libros, que me respondieron: **“porque las estrellas solo se ven cada 23 horas, 56 minutos y 4,09 segundos” (R)** pero para completar les pregunté a mis padres y a mi niñera. Mi mamá me dijo: **“porque la Luna está más cerca de la Tierra que las estrellas” (R)** Mi papá me dijo: **“Por la fase de la Luna en que esté y por el reflejo del Sol” (R)** y mi niñera me dijo: **“el Sol refleja tanto que no deja ver las estrellas” (R)** y llegué a la conclusión según lo que aprendí: **Las estrellas no se ven porque están demasiado lejos y lo que se puede ver es muy poco para que se pueda ver, aunque el Sol no brille al máximo (C)**. Muchas gracias por tener tiempo para esta conferencia, los espero en la próxima conferencia de Carl Sagan. Que tengan un feliz día”.*

La pregunta que orientó este escrito fue *“¿por qué se ve la Luna de día, pero las estrellas no?”*, pregunta que fue elegida por el grupo para llevar a cabo su charla. Se puede evidenciar en este guion escrito que hubo un proceso de recolección de información antes de dar una conclusión, debido a que buscaron en diferentes fuentes de información (frases resaltadas) para llegar a una conclusión. Estas percepciones son la evidencia de los respaldos que se buscaron para fundamentarla y, poder generar una idea coherente.

En el argumento que brindan los estudiantes *“las estrellas no se ven porque están demasiado lejos y lo que se puede ver es muy poco para que se pueda ver, aunque el Sol no brille al máximo”* es un poco sencillo para la información que recolectaron, debido a que repiten lo que dicen y, no establecen una relación fuerte entre lo que se abordó en las actividades del proyecto con lo que realizan a diario. De acuerdo con los niveles de argumentación, este guion se ubica en el nivel 4, gracias a los respaldos que posee, aunque no haya claridad en su conclusión.

Este equipo, por su parte, fue uno de los que buscó más orientación y ayuda de los investigadores para comprender de qué forma se diseñaba el guion y, qué aspectos influían en la

presencia o no de la Luna durante el día, ya que se les dificultó un poco entender que este fenómeno se podía dar y que esta no era un símbolo del fenómeno de la noche.

### **Grupo 3: UK SPACE**

*Un día iba caminando cuando un amigo me llamó y me dijo que jugáramos y le pregunté que cuánto llevaba jugando y me dijo que desde que amaneció hasta que atardeció, lo cuál en su país fueron 12 horas, pero, me di cuenta que en mi país fueron 10 horas y me pregunté **¿Por qué en otros países el día y la noche es más largo o más corto?***

*Primero quise hacer mi propia respuesta y supuse que era por la fecha. No quedé convencido del todo, así que le pregunté a mi mamá, **la cual me dijo que era por la inclinación del planeta hacía el Sol.** Por último, pregunté en Google, **el cual me dijo que era por su inclinación, fecha y ubicación del planeta.***

*Nuestra conclusión es que **hay países en los que los días o las noches son más largos o más cortos por la inclinación y ubicación del planeta, ya que si el planeta está inclinado hacía el Sol, habrá un día más largo y si no, será la noche la que mandará.***

En este argumento, por el contrario, hay una mayor comprensión tanto de la pregunta como de la situación que se presenta porque asemejan que debe ocurrir algo con la Tierra para que haya una explicación de por qué en otras partes del mundo los días se demoran más o menos. Se puede observar, además, que los estudiantes de este grupo producen un argumento que evidencia una conclusión “hay países en los que los días o las noches son más largos o más cortos por la inclinación y ubicación del planeta”, una garantía “a que si el planeta está inclinado hacía el Sol, habrá un día más largo y si no, será la noche la que mandará” y, por último, su argumento está respaldado por diferentes fuentes, en este caso, Google y una persona, por lo que se establece que el argumento posee un nivel 4 de argumentación.

### **Grupo 4: MIT**

*Nosotros los investigadores nos despertamos muy felices para empezar un día maravilloso, nos preguntamos **¿por qué mi cuerpo sabe que es hora de levantarse y de dormirse?** Fui a la biblioteca y presté un libro que se llamaba “Datos interesantes sobre el cuerpo humano” y entonces, se lo llevé a mis compañeros investigadores y nos reunimos para empezar a hablar de ello. Empezamos a leer el libro que había prestado en la biblioteca,*

*luego yo empecé a hablar con mis compañeros y no pudimos saber por qué mi cuerpo sabe que es hora de levantarse y de dormirse. Fuimos a la escuela para preguntarle a nuestra maestra de ciencias naturales y ella nos dijo que todavía era muy complicado este tema para nosotros, que en sexto grado se los iban a enseñar y, esperamos. Pasó el tiempo, los días y cuando estábamos en cuarto grado, dijimos, que ya no queríamos esperar más y, entonces esa noche estaba haciendo una pijamada en la casa de Luciana y supimos qué era, porque el cuerpo tiene un reloj interno que es el ciclo circadiano y, resulta que es como una cosa que tiene el cerebro que cuenta el tiempo y ¿cómo lo cuenta? Descubrimos que el cerebro nunca descansa, esa es la razón de porqué soñamos, nosotros siempre soñamos pero hay veces que decimos que no soñamos pero en realidad es que no nos acordamos después hasta cuando estábamos grandes nos preguntamos cosas y fuimos felices por siempre.*

Este grupo presenta a diferencia de los anteriores, conclusiones y garantías en su argumento (el resaltado). Los estudiantes trataron de buscar respaldos para fundamentarlo, pero dieron su conclusión a partir de lo aprendido en clase. Debido a que en la semana 6 se trabajó el reloj biológico y el ciclo circadiano, por lo que dieron respuesta a su pregunta orientadora a partir de esto.

Estos resultados presentados permiten generar un análisis importante acerca de la argumentación de los estudiantes sobre el fenómeno del día y la noche. Al iniciar el proyecto, en el instrumento diagnóstico cuando trabajaron de manera individual, se logró identificar algunas falencias en sus argumentos, porque no lograban conectar las ideas conceptuales para responder a las preguntas, tenían poco conocimiento sobre el fenómeno, no lograban relacionar lo que constantemente vivenciaban con lo que se plantea teóricamente.

Ahora bien, como se ha mencionado, la implementación del proyecto STEAM SKY TALKS: charlas a cielo abierto, tuvo un impacto positivo en la escritura de los argumentos de los estudiantes porque hicieron un mejor análisis de la pregunta para poder generar, en la mayoría, una respuesta coherente. Esto se constata en los instrumentos de cierre porque respondieron la pregunta con una base a un sustento teórico sólido, que a pesar de que presentaban vacíos, se notaba mejor comprensión del fenómeno. Se cree que esto se debió a que se apropiaron de actividades como la línea del tiempo sobre la fabricación de telescopios, el Reloj de Sol y demás espacios donde se generaron preguntas abiertas y se conversó sobre cuestiones que los estudiantes presentaban. De

acuerdo con esto, se notó un cambio en los argumentos que brindaron los estudiantes respecto a la explicación del fenómeno.

Por otra parte, se evidenció un trabajo individual, en el que los estudiantes no podían compartir sus conocimientos e ideas para complementar sus argumentos. Se hizo evidente lo que Schwarz et al. (2003) plantean sobre los argumentos individuales, que tienden a ser más inconcretos y personales. Sin embargo, cuando se realizó el trabajo en grupo para la escritura de los guiones del producto final como lo propone la metodología STEAM, algunos estudiantes mostraron un cambio concreto en su forma de argumentar frente a las preguntas que orientaron sus indagaciones acerca del fenómeno, ya que como se evidencia en estos, se presenta un mejor nivel argumentativo, buscan dar argumentos más lógicos y vinculados no sólo a lo que diariamente observan sino relacionándolos con lo que propone la teoría, porque también se complementaban sus saberes y conocimientos sobre este.

Sin embargo, se presentó una dificultad a la hora de construir estos guiones porque a pesar de que se ha demostrado que el trabajo colectivo favorece los argumentos de los estudiantes según Posada (2015), la dinámica de alternancia presentada en el centro de práctica no permitió en varias ocasiones que esto sucediera, debido a que no se establecieron buenas relaciones comunicativas entre los estudiantes que estaban presenciales y los que estaban en virtualidad. Esto se evidencia, además, en la complejidad que se presentó para conformar los grupos para el producto final, ya que se debían tener en cuenta los días que los estudiantes recibían sus clases presencial y virtualmente.

Finalmente, y, con base a todo los resultados y apreciaciones sobre la argumentación escrita en los estudiantes participantes del proyecto, se dice que requiere de atención y fortalecimiento para que logren brindar una idea clara de lo que están observando y pensando, porque como bien lo dice Ruiz (2016), la escritura permite que los niños expresen sus conocimientos y su saber a partir de una estimulación constante de esta habilidad en la escuela.

Como bien se mencionó, el proyecto favoreció la comprensión y la producción de argumentos escritos más sólidos por la adquisición de conocimiento, pero es necesario evaluar y fortalecer otros aspectos importantes como lo son el trabajo colaborativo, actividades alcanzables dentro de los tiempos estipulados curricularmente y actividades que favorezcan la correcta escritura de los estudiantes desde todas las áreas del conocimiento.

### 5.2.2 Argumentación Oral

Para analizar los argumentos que hacen los estudiantes en forma oral, se tuvo en cuenta los instrumentos de diagnóstico y de cierre, a partir de unas preguntas que permitieron generar un conversatorio donde ellos dieron a conocer, inicialmente, las concepciones que tenían sobre estas. También, se analiza la forma de dirigir su charla como producto final del proyecto. Las preguntas que se les hicieron fueron las siguientes:

Pregunta 1 (P1): *¿Por qué algunas veces podemos ver la Luna de día?*

Pregunta 2 (P2): *¿Creen que el día y la noche siempre tienen la misma duración?*

Pregunta 3 (P3): *¿Por qué si Samuel está dormido en Colombia, a las 9:20 p.m., su hermano Tobías en Australia está haciendo la tarea de matemáticas a las 12:19 p.m.?*

Pregunta 4 (P4): Desde la ventana de tu casa ¿observas que el Sol aparece siempre por el mismo lugar?

A pesar de que en la argumentación oral se tienen menos opiniones y argumentos de los estudiantes porque a algunos se les dificulta hablar en público y expresar sus ideas, se evidencian buenos resultados en las respuestas de las anteriores preguntas en el instrumento diagnóstico.

Para la P1, aproximadamente seis estudiantes de forma espontánea participan, algunas de las respuestas son: *“porque a veces como la Luna gira y el Sol también a veces se topan los dos, por ejemplo, en las tardes cuando ya está a punto de anochecer se puede ver un poco la Luna y el Sol se ve en la otra parte”* y *“porque a veces la Luna y el Sol pasan por el mismo lado y por eso es que la Luna se puede ver de día”*. Se puede evidenciar que ambos estudiantes relacionan el fenómeno “Luna de día” con la rotación de la Luna, a pesar de que el segundo estudiante esté considerando que el Sol se mueve.

Las anteriores son las respuestas textuales de lo que dicen, pues como se puede observar tratan de explicarlo de la mejor forma posible, completando sus argumentos y dándoles un mejor sentido. Aunque de acuerdo con lo que exponen, el argumento 1 se ubica en el nivel 4 por el cualificador modal que presenta (a veces) y, el argumento 2 se ubica en el nivel 2, sigue ocurriendo que le falta justificación a lo que dicen.

Algunos estudiantes explicaron el fenómeno a partir de lo que constantemente ven: *“Yo he visto la Luna, no a las cinco de la tarde si no a las dos o tres y eso es un fenómeno”* y *“La Luna se ve normalmente a las cinco de la tarde porque ya se va a hacer de noche”*, para ellos es más

fácil poder expresar oralmente este tipo de opiniones que en forma escrita porque deben buscar una forma adecuada en la que expresen su idea y quién la lea, la comprenda.

Ante la P2, se animaron más estudiantes a participar y dar sus aportes, porque notaron la dinámica de los investigadores al llegarles a ellos de forma amena y tranquila, aceptando y valorando las respuestas que daban. Algunas respuestas son las siguientes: *“Si, porque el día empieza a las 6 de la mañana (hablando de la luz del Sol). Entonces pasan doce horas hasta las seis de la tarde”*, *“Creo que si duran lo mismo si también el día empieza a las 6 am y termina a las cinco porque ya viene la noche a las seis pm”*, *“Yo creo que sí porque varias veces conté las horas y por ejemplo ayer hubo 12 horas entonces yo sí creo que tienen la misma duración”*. Se puede notar en estos argumentos que los estudiantes están estableciendo una relación entre el tiempo medible y la duración del fenómeno del día y la noche. Algunos como estos consideran que sí duran lo mismo porque para ellos el fenómeno se da a partir de lo que mide y cuenta el reloj, a pesar de que en ocasiones sean las 6 a.m. y aún siga oscuro, para ellos cuenta como el comienzo de un nuevo día, pero no precisamente día porque sale el Sol, sino día como concepto.

Como lo evidencia un estudiante con este argumento *“Yo no creo que duren lo mismo, o sea ejemplo el día yo siento que sale a las cinco o cinco y media y la noche a veces oscurece temprano y no estoy muy seguro si el Sol y la Luna van con la misma velocidad”*. A diferencia de los demás, él da un contraargumento y, expone que no considera que duren lo mismo porque en ocasiones oscurece más temprano o más tarde. Este argumento demuestra que hay una confrontación de ideas como lo menciona Posada (2015), y se genera un punto de vista diferente, pero a partir de un análisis más profundo. Se puede evidenciar que al argumento le falte más fundamento, pero a diferencia de los demás, hay otro aspecto a tener en cuenta y es que la medida del tiempo en ocasiones no va conforme al fenómeno del día y la noche.

En esta pregunta, los argumentos son también, un poco sencillos y justificados a partir de lo que viven a diario. Ahora bien, este tema en especial lo pudieron ampliar y comprender más con las actividades propuestas sobre los husos horarios y el movimiento del Sol (desde una visión interna) y la rotación de la Tierra durante la semana 5 con la planeación y diseño de un modelo en 3D sobre esta.

Para la P3, aunque a aproximadamente tres estudiantes les gustaba participar en todas las preguntas, se le dio en esta ocasión la posibilidad a más estudiantes para poder analizar también lo que ellos conocían. Por ejemplo, estos respondieron: *“Porque el Sol está en un punto fijo y la Luna*

*también y mientras la Tierra da vueltas y Colombia y Australia están en lugares opuestos, entonces si en Colombia está la Luna, en Australia está el Sol”, “Tienen tantas horas de diferencia porque aquí en Colombia pueden ser las diez de la mañana y en China las nueve de la noche, porque tenemos horas de diferencia, porque en un lado está la Luna y el otro el Sol y van rodando así. Cuando aquí es de noche allá es día y cuando acá en Colombia es de día allá está de noche”, “Acá en Colombia son las nueve de la noche y en China las nueve de la mañana, eso quiere decir que una cara siempre va tener el día y una cara siempre va tener la noche”.*

Como se observa, los estudiantes reconocen la ubicación geográfica de los países, lo que les permite establecer una diferencia horaria entre ellos, algunos confunden Australia con China, concluyendo que de pronto ambos países están cerca, sin embargo, se reconoce y valora que en sus argumentos también establecen una comparación. Para algunos este fenómeno ocurre por la presencia de la Luna, para otros es porque la Tierra gira y, si los países están en lados opuestos de la Tierra, entonces ocurrirá esta manifestación. Es importante que, en estos argumentos se evidencian ejemplos, y es que oralmente es más posible brindarlos y hacerse entender a partir de ellos.

Para finalizar, frente a la P4 algunos estudiantes respondieron lo siguiente: *“El Sol siempre sale por el oriente y se esconde por el occidente”, “Yo creo que el Sol se mueve, pero nosotros lo vemos en el mismo lugar y el Sol sale siempre por el occidente y se esconde por el oriente”, “Si, hay veces, porque cuando yo me levanto veo que el Sol está en un lugar y, al otro día cuando me levanto y miro por la ventana, está en el mismo lugar que en el día anterior”.* Para estos estudiantes en particular el Sol tiene movimiento (desde una visión interna), es decir aparece por un lado y desaparece por otro. Es importante analizar el primer argumento que dice que el Sol sale y se esconde, de acuerdo con Vega (2007) esto es un error conceptual porque no se puede definir que el Sol “salga” o se “esconda” debido a que no hay una buena comprensión del fenómeno.

Por otro lado, en el segundo argumento, el estudiante aún no reconoce cuales son los puntos cardinales o se confundió al expresarlo. Y, en el tercer argumento el estudiante habla desde lo que ve diariamente, teniendo en cuenta que es observador y relaciona los acontecimientos cotidianos. En general, estos argumentos solo poseen afirmaciones, no hay una justificación de los mismos e incluso se vuelven descriptivos.

También se hace alusión a lo siguiente: *“Mi papá me contó que cuando no había celulares ni tecnología los barcos se orientaban por el sol y cuando era de noche por las estrellas”.* Este

estudiante en su argumentación hace referencia a otras fuentes y, relaciona el fenómeno con otros aspectos históricos y que han servido en la evolución tecnológica, se puede decir que brinda un respaldo a la conclusión y, genera un ejemplo para esto, por lo que el argumento tiene un nivel mayor.

En cuanto a la presentación del producto final (Figura 27), se evidenció que a los estudiantes les falta apropiación de este tipo de espacios, porque se les dificultó dar a entender su idea sobre las preguntas orientadoras a pesar de que se les propuso aprenderse el guion. Les genera pena hablar en público y, sobre todo expresar sus puntos de vista porque consideran que son errados. Por lo que se dice, que dan a entender mejor sus argumentos en forma oral cuando lo hacen individualmente, que cuando lo hacen en grupo, porque no logran concretar coherentemente sus ideas, por lo que el ejercicio en ocasiones lo resulta haciendo solo un estudiante.

### **Figura 27**

*Presentación del producto final del grupo Carl Sagan, charla SKY TALKS*



En esta presentación se evidenció también la forma en cómo trabajan en equipo, ya que también les costó organizarse y generar un producto que estuviera acorde a las directrices dadas. La charla debía ser tipo TED, en el que los participantes de los equipos declamaran su guion de forma natural. Sin embargo, por lo que se mencionó anteriormente, los estudiantes lo presentaron como una exposición más sobre el fenómeno del día y la noche. Por lo que se hace necesario, primero continuar fortaleciendo el trabajo colaborativo, con el fin de que los estudiantes estén en capacidad de delegar y asumir roles, equilibrar el trabajo y generar un producto conforme a las

indicaciones que se den, ya que es una situación que sirve para cualquier ámbito de la vida y está dentro de uno de los propósitos de la escuela, formar para la vida. Asimismo, en este aspecto, se resalta que hace parte de la investigación que las cosas no se lleven a cabo de la forma planeada, ya que esto es un indicio más para analizar.

Como se pudo observar en los argumentos en forma oral, la mayoría de los estudiantes los expresaron a partir de ejemplos. Según Santos (2012) los argumentos orales se pueden dar mediante un ejemplo, debido a que es el recurso más próximo y óptimo en el que él puede dar a entender su idea o, puede contraargumentar lo que está diciendo otra persona.

Además de lo anterior, los estudiantes comprendieron que la charla hacía parte de un producto STEAM, debido a que se les explicó cuál era la finalidad y el por qué se estaba llevando a cabo este producto.

### ***5.2.3 Relación entre Argumentación Escrita y Oral***

A continuación, se hace una reflexión acerca de los resultados hallados tanto en la argumentación escrita como en la oral.

De acuerdo con lo encontrado, se pudo evidenciar que los estudiantes expresan mejor sus ideas cuando argumentan oralmente porque relacionan lo que dicen con su contexto, se apoyan de ejemplos cotidianos, a pesar de que no tengan en el instante el recurso para buscar información, sino que sus conocimientos son la base de sus argumentos. Sin embargo, de acuerdo a lo que propone Erduran et al. (2008) en forma oral no brindan buenos argumentos porque no justifican los mismos, pero se valora que hacen referencia al fenómeno de acuerdo con lo que observan constantemente y, a lo que aprenden.

Otro aspecto que incide en la argumentación oral es la relación y comunicación entre los estudiantes. Esto se evidenció cuando se les proponía trabajar en grupo para socializar alguna pregunta y pudieran establecer conclusiones entre sus puntos de vista, como lo fue en la actividad de construcción del telescopio o, en los momentos de construcción del guion. No establecían una buena comunicación, por lo que no se lograba aprovechar el tiempo e incluso, se presentaba dificultad con los niños y niñas que estaban en la virtualidad porque no se enfocaban en la actividad que se estaba llevando a cabo.

En cuanto a la argumentación escrita, en general, los niños y niñas presentaron más dificultad cuando argumentaron de esta manera, porque al intentar escribir su idea, en ocasiones la

escribían mal o no lograban completarla, por lo que se perdía la idea de su argumento y, por tanto, la calidad del mismo.

Si bien la oralidad lleva a la escritura (Santos, 2012), se considera que en la ejecución de las actividades se pudo haber fortalecido más la argumentación escrita, porque se presentaron muchos espacios de discusión dentro de las actividades, debido a que los estudiantes estaban constantemente haciendo preguntas como *¿qué es un fenómeno?, ¿por qué se le llama día?, ¿por qué el Sol no se mueve?, ¿por qué sabemos cuándo despertarnos o dormirnos?, ¿qué le sucedería a los animales nocturnos si realizaran sus actividades en el día?* que hacían que se generaran espacios de discusión y debate. Se dice que era necesario haber fortalecido la escritura porque esta, a pesar de que se analizó de manera profunda, se evidenció principalmente en los instrumentos aplicados y en el guion.

## **5.3 Percepciones de los Estudiantes**

### **5.3.1 Participación del Proyecto**

En cuanto al análisis de las percepciones de los estudiantes sobre la implementación del proyecto se tomaron las siguientes evidencias, que fueron extraídas del instrumento de cierre, específicamente de las siguientes preguntas: *¿Qué fue lo que más te gustó y lo que menos te gustó de participar en el proyecto? (a) y ¿cuáles crees que fueron tus aprendizajes al participar del proyecto? (b).*

Respuestas a la pregunta (a)

E1: *“Lo que más, que fue muy divertido y aprendimos muchísimas cosas nuevas. Y lo que no me gustó... pues que a veces en los trabajos de grupo todo se desordenaba de resto todo muy bien”.*

E4: *“la verdad no me disgusta nada y lo que más me gustó fue que pudimos dar a saber la respuesta a las dudas del día y la noche”.*

E5: *“Lo que más me gustó fue el reloj y el telescopio”.*

E8: *“Todo me gustó y fue hacer el guion y nada me disgustó”.*

E9: *“Lo que más me gustó fue el espacio y lo que menos me gustó fue sobre los horarios”.*

E10: *“Lo que más me gustó fue que pude aprender más sobre el espacio y me pude disfrazar de científico y lo que menos me gustó fue que fue un poco difícil memorizar el guion”.*

Como es de notar los estudiantes se apropiaron de las actividades propuestas en el proyecto y, en sus respuestas muestran satisfacción por el trabajo realizado, debido a que todos responden que les llamó mucho la atención. Como lo menciona E1 y se expresó anteriormente, se presentaron dificultades en las actividades de trabajo en grupo y, los mismos estudiantes reconocen que en medio de su participación, hay algunos aspectos que deben mejorar para un buen desarrollo de las estrategias que se plantean.

Algunos estudiantes sintieron gusto por el ejercicio de la construcción del telescopio o del reloj de Sol, porque son actividades que cotidianamente no realizan y les generó curiosidad acceder a este tipo de instrumentos de forma casera. Teniendo en cuenta, además, que causaron mayor impacto en ellos porque se pudieron utilizar y aplicar los conocimientos aprendidos, por ejemplo, en el reloj de Sol para comprender las posiciones del Sol durante el día desde una visión interna del fenómeno.

Se destaca también la apreciación del E10, que expone su opinión frente al producto final que se llevó a cabo durante la última semana del proyecto. Con esta respuesta hay una clara evidencia de cómo se desarrolló la presentación de los guiones, ya que fue de los pocos estudiantes que buscó estrategias novedosas para presentar la charla.

Respuestas a la pregunta (b):

E1: *“Aprendí como es la rotación del planeta, también que la Tierra gira alrededor del Sol no al revés”.*

E3: *“Porque nuestro cuerpo sabe cuándo tenemos que levantarnos”.*

E6: *“Muchas cosas del universo y el reloj biológico y circadiano”.*

E8: *“Aprender de los ciclos circadianos y el reloj biológico, el fenómeno del día y la noche”.*

E10: *“La rotación de la Tierra, porque a veces se ve la Luna de día, pero las estrellas no, y porque existe el fenómeno del día y la noche en el planeta”.*

Se observó en las respuestas anteriores, cómo los estudiantes lograron algunos aprendizajes en relación con el proyecto y las actividades planteadas dentro de este. Si bien se presentaron dificultades en cuanto a la variación de los argumentos, los estudiantes manifestaron tener claridad con respecto a algunos de los asuntos trabajados e implementadas en el proyecto como lo deja en claro E1, que muestra comprensión sobre un fenómeno y la manera correcta en la que se presenta.

### **5.3.2 Relaciones STEAM**

Se considera que el proyecto STEAM, con sus actividades impactantes como la construcción del telescopio, el reloj de Sol, la explicación del ciclo circadiano y la construcción del guion a partir de preguntas orientadoras cotidianas favoreció la comprensión del fenómeno del día y la noche desde el punto de vista del movimiento de rotación de la Tierra, teniendo en cuenta que se evidenció la necesidad de aclarar más la presencia de la Luna en el fenómeno. Además, en cuanto a los argumentos permitió que los estudiantes fueran más claros en ellos, en la argumentación escrita, incluyendo respaldos y justificaciones de estas. Es notable el avance en esta habilidad, sobre todo porque la calidad de argumentos que brindan está acorde al grado de primaria en el que se encuentran.

De acuerdo con lo anterior, se logró evidenciar la motivación que el proyecto generó en los estudiantes del grado cuarto del Colegio Calasanz Medellín, dando respuesta a la pregunta orientadora ¿Por qué es importante el día y la noche para los terrícolas? Mediante la construcción de prototipos y participación en actividades dinámicas se logró una mejor comprensión sobre el fenómeno y diferentes tópicos derivados de este. Se logró una transversalización e integración con las diferentes áreas STEAM, es importante incluir la interdisciplinariedad, debido a su importante intervención en propuestas didácticas y es una referencia habitual al STEM.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y el análisis elaborado a partir de estos, se puede concluir que la habilidad argumentativa en los estudiantes se vio favorecida gracias a la implementación del proyecto, ya que al tener que escribir el guion del producto final con un formato en específico los estudiantes vieron la necesidad de recurrir a diversas fuentes de información como familiares, maestros, libros, entre otros. Además, tenían que contrastar las ideas iniciales sobre las preguntas que se habían formulado con lo que se encontraba en las fuentes de información y discutir con sus compañeros cuál era la forma más adecuada para construir sus argumentos.

De esta manera, en la construcción del producto final los estudiantes pasaron de crear argumentos que solo se enfocaban en descripciones sobre el fenómeno a utilizar respaldos y garantías con unas afirmaciones un poco más profundas. Sin embargo, los estudiantes en el instrumento de cierre mostraron que les hacía falta profundizar en las explicaciones que generaban acerca del fenómeno del día y la noche. Es necesario resaltar que el proyecto buscaba potenciar la habilidad, pero no encasillar a los estudiantes dentro de un nivel argumentativo, estos sirvieron de

guía para analizar la calidad de sus argumentos y definir si se logró un cambio después de implementado el proyecto.

## 6 Conclusiones

Teniendo en cuenta lo propuesto en esta investigación, se destaca la importancia de generar actividades y espacios que le permitan al estudiante crear sus propias preguntas, construir sus argumentos, discutirlos con otros compañeros y contrastar sus ideas con diversas fuentes de información; esto último también tiene gran relevancia ya que permite motivar a los estudiantes a que puedan investigar por sí mismos acerca de los asuntos que les causan interés.

En cuanto a las explicaciones relacionadas con el fenómeno del día y la noche también hubo diferentes cambios en los modelos utilizados por los estudiantes ya que en la construcción de explicaciones escritas se evidenció que explicaban el fenómeno a partir de la rotación de la Tierra, sin embargo, en sus representaciones se observa la predominancia de un modelo de alternancia. Esto último, se relaciona con la dificultad que poseen los estudiantes para desligarse de la idea de que la Luna está asociada con la noche, la cual constituye una idea que predomina en los libros de texto, en las ideas de sus familiares e incluso de otros maestros. Finalmente, los niños también añadieron a sus discursos otros conceptos y contenidos como: eje de rotación, ciclos circadianos, gravedad, luz y sombra, movimiento diario del sol, entre otros; y comprendieron la relación del fenómeno con su vida cotidiana y la importancia que este presenta en la vida de otros organismos del planeta Tierra.

Por lo que se concluye que el diseño y desarrollo de proyectos permiten una mejor adquisición del conocimiento, sobre todo porque el estudiante se sitúa bajo una problemática o situación y, empieza a aplicar todo lo aprendido con el fin de brindar un producto, que para este proyecto fue enriquecedor porque se trabajó de acuerdo con una pregunta orientadora que los mismos estudiantes formularon y que no estaba alejada de sus realidades. Adicional a esto, se considera que es fundamental que estos proyectos se desarrollen bajo metodologías activas y a la vanguardia del siglo XXI, como lo es el STEAM porque amplía la posibilidad de transversalizar el proyecto con diferentes áreas del conocimiento y, los estudiantes se reconocen la importancia de la ciencia en la escuela, como por ejemplo, la ubicación geográfica, las funciones biológicas del cuerpo humano, el uso de herramientas digitales para realizar simulaciones u observar material audiovisual complementario.

Es fundamental mencionar, que los cambios en las dinámicas escolares debido a la Pandemia por el virus Sars-Covid 19 que supusieron que la implementación del proyecto se diera inicialmente alternancia y posteriormente en presencialidad generó dificultades para la

organización de los equipos de trabajo e implicó que se tuvieron que crear actividades tanto para la virtualidad como para la presencialidad. Además, se evidenció poca participación de los estudiantes que se encontraban en la virtualidad por lo que se dificultó el proceso de enseñanza y aprendizaje de estos.

Finalmente, se lograron los objetivos propuestos para esta investigación, debido a que se identificaron las ideas previas que los estudiantes tenían sobre el fenómeno; se analizó el cambio en la argumentación de los estudiantes haciendo referencia a la importancia del enfoque STEAM para desarrollar competencias y habilidades en los estudiantes y, por último, se tuvieron en cuenta las opiniones de los estudiantes frente al proyecto para enriquecerlo y fortalecerlo en investigaciones futuras.

## **7 Recomendaciones**

Por lo anterior, se propone seguir desarrollando la habilidad de la argumentación en el aula, puesto que contribuye a la formación de un pensamiento crítico y reflexivo, que le permite al estudiante asumir posturas y defenderlas con argumentos que son apoyados por los conocimientos alcanzados.

Sin embargo, se hace necesario que el maestro genere espacios de argumentación más frecuentemente en el aula en donde se permita la inclusión de las diferentes áreas del conocimiento, ya que trabajar la habilidad de la argumentación no es únicamente una tarea del maestro de Lengua Castellana, sino que tiene que ver con cada una de las áreas del conocimiento. En este sentido, la argumentación permite la construcción de las explicaciones a los fenómenos de las Ciencias Naturales, sin embargo, en esta área no se suelen dar los espacios para que los estudiantes compartan y construyan sus argumentos en el aula de clase.

En cuanto al fenómeno del día y la noche, es necesario que el maestro continúe fortaleciendo las explicaciones correctas sobre el fenómeno también en edades posteriores, involucrando también otros fenómenos como las fases de la luna y trabajando sobre esas concepciones alternativas que en ocasiones están muy arraigadas en los estudiantes. Por lo anterior, se recomienda que los maestros sigan informándose e indagando sobre las concepciones que poseen los estudiantes en relación con los diferentes contenidos y fenómenos que se abordan en el aula de clase, puesto que constituyen un gran punto de partida para la comprensión de las formas en las que se aprende y esto permite pensar las prácticas de enseñanza de una manera más acorde a las necesidades de los estudiantes. A su vez, permite analizar las ideas que los maestros siguen difundiendo en el aula a partir de su lenguaje o los libros de textos utilizados, como, por ejemplo, la idea de que la Luna tiene que ver con la noche.

Por otro lado, se sugiere que el maestro sea objetivo con la planeación de las actividades para el proyecto, puesto que en el aula no todo surge tal cual como se planea, y en ocasiones se tiende a proponer muchas actividades que por cuestiones de tiempo no se pueden llevar a cabo. El contexto escolar es dinámico y cambiante, así que el maestro no debe tener miedo de que las cosas no salgan tal cual se planearon.

Finalmente, la metodología del ABPy requiere del trabajo constante del maestro, en la creación de actividades y de idear formas nuevas e innovadoras de hacer y pensar en el aula. Por ello es necesario seguir generando espacios en donde los maestros puedan aprender sobre estas

nuevas metodologías y se dé la oportunidad de aplicarlas en las instituciones. Lo anterior, gracias a que la metodología de ABPy junto con el enfoque STEAM, permite desarrollar actividades que integran diversas áreas del conocimiento. Por lo que se recomienda que se aplique además de forma explícita en las áreas propias del STEAM: ciencias naturales, tecnología e informática, matemáticas y educación artística, para que se puedan ejecutar actividades que le permitan al estudiante desarrollar las habilidades del siglo XXI y reconozca en sí mismo la posibilidad de que su aprendizaje sea de una manera más constructiva y autónoma, dejando experiencias significativas y potenciando una gran variedad de habilidades que pueda aplicar en su cotidianidad.

## Referencias

- Aguilera, D. y Perales, F. J. (2016). Metodología participativa en Ciencias Naturales: Implicación en el rendimiento académico y la actitud hacia la Ciencia del alumnado de Educación Primaria. *Revista Reidocrea*, (5)13, 119-129. <https://www.ugr.es/~reidocrea/5-13.pdf>
- Aguirregabiria, J. y García, A. (2020). Project-based learning and sustainable development at the degree in Primary Education. *Enseñanza de Las Ciencias*, 38(2), 5-24. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7639560>
- Álvarez, M., Galperin, D. y Quinteros, C. (2018). Indagación de los estudiantes primarios y secundarios sobre los fenómenos astronómicos cotidianos [congreso]. Congreso Nacional en Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza y la Matemática, Tandil, Buenos Aires. <https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/3781>
- Arboleda, L. M. (2008). El grupo de discusión como aproximación metodológica en investigaciones cualitativas. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 26(1). 69-77. <https://www.redalyc.org/pdf/120/12026111.pdf>
- Arteaga, C.E. y Del Sol, J. L. (2016). La Enseñanza de las Ciencias en el nuevo milenio. Retos y Sugerencias. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, (8)1, 169-176. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202016000100025](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100025)
- Balbi, P., Braun, M. y Roussos, A. (2008). Diseño y preparación de cuestionarios para investigación en psicología clínica. [http://www.ub.edu.ar/investigaciones/dt\\_nuevos/196\\_balbi.pdf](http://www.ub.edu.ar/investigaciones/dt_nuevos/196_balbi.pdf)
- Bernal, C. A. (2010). Metodología de la investigación, administración, economía, humanidades y ciencias sociales (3 ed). Pearson. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Buitrago, Á. R., Mejía, N. M. y Hernández, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Revista Innovación Educativa*, (13)63. 17-39. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v13n63/v13n63a3.pdf>
- Buck Institute for Education (2015). El estándar de oro del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): Elementos esenciales del diseño de los proyectos. BIE. 1-5. [http://sepade.cl/web/wp-content/uploads/2017/12/02A\\_bie\\_esta%CC%81nder-de-oro-elementos-ABP-1.pdf](http://sepade.cl/web/wp-content/uploads/2017/12/02A_bie_esta%CC%81nder-de-oro-elementos-ABP-1.pdf)
- Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna. *Enseñanza de las ciencias*, 13(1), 81-96. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21396/93355>
- Casado R. y Checa M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Píxel-BIT Revista de Medios y Educación*, (58). 51-49.

<https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/198947/CASADOPB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14(1), 61-71.  
<https://www.redalyc.org/pdf/299/29900107.pdf>
- Cuetos, M. J., Jara, D. y Serna, A. I. (2015). Didáctica de las ciencias naturales en Educación Primaria. *Unir*. <https://tinyurl.com/yhhwv2x9>
- Comet, C. y Jiménez, V.E., (2016). Los estudios de caso como enfoque metodológico. *ACADEMO Revista de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades*, (3)2.
- Couso, D., Márquez, C. y Pérez, M. (2020). ¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 2-21.  
[https://www.researchgate.net/publication/344630985\\_Como\\_disenar\\_un\\_buen\\_proyecto\\_STEM\\_Identificacion\\_de\\_tensiones\\_en\\_la\\_co-construccion\\_de\\_una\\_rubrica\\_para\\_su\\_mejora](https://www.researchgate.net/publication/344630985_Como_disenar_un_buen_proyecto_STEM_Identificacion_de_tensiones_en_la_co-construccion_de_una_rubrica_para_su_mejora)
- De Miguel, M. (2006). Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior. Alianza.  
[https://www.researchgate.net/publication/39381435\\_Metodologias\\_de\\_ensenanza\\_y\\_aprendizaje\\_para\\_el\\_desarrollo\\_de\\_competencias\\_Orientaciones\\_para\\_el\\_profesorado\\_universitario\\_ante\\_el\\_Espacio\\_Europeo\\_de\\_Educacion\\_Superior](https://www.researchgate.net/publication/39381435_Metodologias_de_ensenanza_y_aprendizaje_para_el_desarrollo_de_competencias_Orientaciones_para_el_profesorado_universitario_ante_el_Espacio_Europeo_de_Educacion_Superior)
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. <https://revistas.udc.es/index.php/apice/article/view/arec.2018.2.2.4524>
- Domènech-Casal, J., Lope, S. y Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 1-16.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6901894>
- Domènech-Casal, J. (2020). Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 2-17.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7697477>
- Furman, M. (2008). Ciencias Naturales en la Escuela Primaria: Colocando las piedras fundamentales del pensamiento científico. 4º Foro latinoamericano de Educación, Fundación Santillana.  
[https://www.researchgate.net/publication/262935422\\_CIENCIAS\\_NATURALES\\_EN\\_LA\\_ESCUELA\\_PRIMARIA\\_COLOCANDO\\_LAS\\_PIEDRAS\\_FUNDAMENTALES\\_DEL\\_PENSAMIENTO\\_CIENTIFICO](https://www.researchgate.net/publication/262935422_CIENCIAS_NATURALES_EN_LA_ESCUELA_PRIMARIA_COLOCANDO_LAS_PIEDRAS_FUNDAMENTALES_DEL_PENSAMIENTO_CIENTIFICO)

- Galeano, E. (2004). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Medellín, Colombia: EAFIT.
- Galperin, D., Raviolo, A., Señorans, L. y Prieto, L. (2012). El día y la noche: dificultades para la comprensión de un fenómeno muy cotidiano. [Exposición oral]. Simposio de Investigación en Educación en Física, Esquel, Argentina.  
[https://www.academia.edu/2582024/El\\_d%C3%ADa\\_y\\_la\\_noche\\_dificultades\\_para\\_la\\_comprensi%C3%B3n\\_de\\_un\\_fen%C3%B3meno\\_muy\\_cotidiano](https://www.academia.edu/2582024/El_d%C3%ADa_y_la_noche_dificultades_para_la_comprensi%C3%B3n_de_un_fen%C3%B3meno_muy_cotidiano)
- Galperin, D., Insaurralde, M., Kauderer, M., Luppi, P., Petrucci, D., Socolovsky, L. y Ure, J. E. (2015). *Propuestas didácticas para la enseñanza de la Astronomía*. Ciencias Naturales. Líneas de acción didáctica y perspectivas epistemológicas.  
<https://www.aacademica.org/diegogalperin/6>
- Galperin, D. (2016). *Sistemas de referencia y enseñanza de las ciencias: el caso de los fenómenos astronómicos cotidianos* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires]. *Acta Académica*. <https://www.aacademica.org/diegogalperin/8>
- Galperin, D., Alvarez, M., Heredia, L. y Haramina, J. (2020). Análisis de videos educativos y de divulgación sobre día/noche, estaciones y fases lunares. *Revista de enseñanza de la física*, 32(extra), 125-133. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/30974/31633>
- García, F., Alfaro, A., Hernández, A. y Molina, M. (2006). *Diseño de Cuestionarios para la recogida de información: metodología y limitaciones*. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, (1)5. <https://www.redalyc.org/pdf/1696/169617616006.pdf>
- Guitar, F. y Lope, S. (2019). Y tú, ¿te proteges del sol? Un proyecto STEM con mirada científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 3202, 1-11.  
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/5016>
- González, F. (2018). *Consideraciones éticas en trabajos de grado, modalidades: investigativa y de monografía*. Facultad de Derecho y Ciencias Políticas, Universidad de Antioquia, 0(10), 1–12.
- Henaó, B. L. y Stipcich, M. S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (7)1. 47-62. [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART3\\_Vol7\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART3_Vol7_N1.pdf)
- Hernández, C., Fernández, R. y Baptista, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed). Mac Graw Hill Education. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hoyos, C. (2000). *Un modelo para investigación documental, guía teórico – práctica sobre construcción de Estados del Arte, con importantes reflexiones sobre la investigación*. (1-50).

<https://es.scribd.com/document/406768006/Un-Modelo-Para-Investigacion-Documental-Consuelo-Hoyos-Botero>

- Jiménez, Á., Martín, C. y Prieto, T. P. (2015). Tendencias del profesorado de ciencias en formación inicial sobre las estrategias metodológicas en la enseñanza de las ciencias . Estudio de un caso en Málaga. *Enseñanza de las Ciencias*, 1, 167–184.  
<https://core.ac.uk/reader/132083890>
- Larraín, A., Freire, P. y Olivos, T. (2014). Habilidades de argumentación escrita: Una propuesta de medición para estudiantes de quinto grado. *Psicoperspectivas*, (13)1, 94-107.  
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/psicop/v13n1/art10.pdf>
- López, I. (2010). El grupo de discusión como estrategia metodológica de investigación: aplicación a un caso. *Revista Edetania*, (38). 147-156.
- López, V., Couso, D. y Simarro, C. (2020). Educación STEM en y para un mundo digital: el papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas. *Revista de Educación a Distancia*, 20(62), 1-29.  
<https://revistas.um.es/red/article/view/410011/279831>
- López, A., Ramírez, M. S. y Mendoza, A. M. (2012). Recursos educativos abiertos para la enseñanza de las ciencias en ambientes de educación básica enriquecidos con tecnología educativa. *Revista Iberoamericana de Educación*,(3)58.  
<https://rieoei.org/historico/deloslectores/4583Macias.pdf>
- Nieto, L. M. y Ruíz, F. J. (2020). Estudio de caso como estrategia para el desarrollo de la argumentación en docentes en formación. *Revista Educação e Pesquisa*, (6). 1-16.  
<https://www.scielo.br/pdf/ep/v46/1517-9702-ep-46-e216221.pdf>
- Márquez, C., Ruiz, F. J. y Tamayo, O. E. (2013). La enseñanza de la argumentación en ciencias: un proceso que requiere cambios en las concepciones epistemológicas, conceptuales, didácticas y en la estructura argumentativa de los docentes. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, (9)1, 29-52. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129372003.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional, 2016. Derechos Básicos de Aprendizaje: Ciencias Naturales, (1). [https://wccopre.s3.amazonaws.com/Derechos\\_Basicos\\_de\\_Aprendizaje\\_Ciencias.pdf](https://wccopre.s3.amazonaws.com/Derechos_Basicos_de_Aprendizaje_Ciencias.pdf)
- Osborne, J. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*. <https://science.sciencemag.org/content/328/5977/463.full>
- Pérez-Serrano, G. (1994). Investigación cualitativa. Retos, interrogantes y métodos. España.

- Pérez-Lisboa, S., Ríos-Binimelis, C. y Castillo, J. (2020). Realidad aumentada y simuladores: astronomía para niños y niñas de cinco años. *Alteridad*, 15(1), 24-39.  
<https://www.redalyc.org/journal/4677/467761669002/467761669002.pdf>
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Revista Ciência & Educação (Bauru)*, (21)2. 307-327.  
<http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150020004>
- Posada, J. L. (2015). The argumentation and its role in learning science. *Revista Tesis psicológica*, (10)1, 146-160. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5888819>
- Revel, A., Couló, A., Erduran, S., Furman, M., Iglesia, P. y Adúriz-Bravo, A. (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. Número extra.  
[https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRAp400estens.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp400estens.pdf)
- Rodríguez, L. I. (2004). El modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa. *Revista Digital Universitaria de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador*, (5)1. 1-18. <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art2/art2.htm>
- Romaña, C. (2016). Didáctica de las ciencias naturales en educación básica primaria. *Revista de la Facultad de Educación de la Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba*, (23)1, 48-61.  
[https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/4151/Did%C3%A1ctica%20de%20las%20Ciencias%20Naturales\\_Primaria\\_cap%204.pdf?sequence=1](https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/4151/Did%C3%A1ctica%20de%20las%20Ciencias%20Naturales_Primaria_cap%204.pdf?sequence=1)
- Ruíz, M. E. (2016). *Secuencia Didáctica para Favorecer la Argumentación Oral y Escrita en Grado Segundo [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]*  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56446/mariaeugeniaruizc.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, L., González, J. y García, A. (2013). La Argumentación en la Enseñanza de las Ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, (9)1. 11-28  
<https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129372002.pdf>
- Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16.  
<https://revistas.udc.es/index.php/apice/article/view/arec.2017.1.1.2020>
- Santos, N. P. (2012). La argumentación oral: propuesta en las aulas de primaria. *Revista Infancias Imágenes*, (11)2. 8-15.
- Schwarz, B., Neuman, Y., Gil, J. y Ilya, M. (2003). Construcción de saberes colectivos e individuales en la actividad argumentativa. *El Diario de las Ciencias del Aprendizaje*, 12(2), 219-256.  
[https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1207/S15327809JLS1202\\_3?needAccess=true](https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1207/S15327809JLS1202_3?needAccess=true)

- Stake, R. (1998). Investigación con estudio de casos. Cuarta edición. Madrid, Morata. 157.
- Stake, R. (s.f). Estudios de caso cualitativo. En Denzin, N.K y Lincoln, Y.S. (Gerisa). Las estrategias de investigación cualitativa: manual de investigación cualitativa, (pp. 154-156). <https://tinyurl.com/yzvw2arq>
- Simons, H. (2011). El estudio de caso: Teoría y práctica. Ediciones Morata S.L.
- Tamayo, O. E. (2011). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. Revista Hallazgos, (9)17, 211-233. <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/hallazgos/article/view/738/1018>
- Torres, M.I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. Revista Electrónica Educare, 14(1), 131-142. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4780946>
- Vega, A. (2001a). Tenerife tiene seguro de sol (y de luna): representaciones del profesorado de primaria acerca del día y la noche. Enseñanza de las ciencias, 19(1), 31-44. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=243341>
- Vega, A. (2001b). Sol y luna, una pareja precopernicana. Estudio del día y la noche en educación infantil. [Tesis de doctorado, Universidad de La Laguna]. RIULL-Repositorio Institucional. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/9870>
- Vega, A. (2003). El día y la noche en los cuentos. Currículum, (16). [https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/11773/Q\\_16\\_%282003%29\\_03.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/11773/Q_16_%282003%29_03.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Vega, A. (2007). Ideas, conocimientos y teorías de niños y adultos sobre las relaciones Sol-Tierra-Luna. Estado actual de las investigaciones. Revista de educación, (342), 475-500. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2254225>
- Vílchez-González, J. M. y Ramos-Tamajón, C. M. (2015). La enseñanza-aprendizaje de fenómenos astronómicos cotidianos en la Educación Primaria española. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 12(1), 2-21. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2899/2582>
- Vasilachis, I. (2006). La investigación cualitativa. En I.Vasilachis (coord), Estrategias de investigación cualitativa (pp. 23-60). Gedisa Editorial.