

LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL Y LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES DE FENÓMENOS TÉRMICOS EN ESTUDIANTES DE GRADO OCTAVO

Juan Felipe López Montealegre



Universidad del Valle
Facultad de Educación y Pedagogía
Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
Santiago de Cali (Valle del Cauca)
2022

LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL Y LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES DE FENÓMENOS TÉRMICOS EN ESTUDIANTES DE GRADO OCTAVO

Trabajo de grado presentado por:
Juan Felipe López Montealegre

Director:

Mg. Miyerdady Marín Quintero



Universidad del Valle
Facultad de Educación y Pedagogía
Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
Santiago de Cali (Valle del Cauca)
2022

AGRADECIMIENTOS

A Dios,

Por permitirme culminar una etapa tan importante en mi vida, por guiarme en el camino, darme la fuerza, las ganas y el amor para continuar y no desfallecer, sabiduría para aprender de mis errores y mejorar como persona.

A mi madre y a mi padre Luz Adíela Montealegre Sánchez y Ricardo López Gómez,

Por su apoyo incondicional es esta etapa de mi vida, por su comprensión, amor y cariño con el que me han brindado todo, por motivarme a cumplir mis sueños y a ser una mejor persona cada día. Además por guiarme y aconsejarme cuando lo necesitaba.

A mis hermanos, Nicolás López Montealegre y Arley David López Montealegre,

Por su comprensión y sus palabras de aliento, porque gracias a ellos forje un mejor carácter y un sentido de responsabilidad con mis acciones de cada día.

A mi directora de trabajo de grado Miyerdady Marín Quintero,

Por todas sus enseñanzas, por su dedicación, paciencia y disposición. Gracias por guiarme y hacer posible este logro en mi vida.

A Laura Isabel Bonilla, Yasmin Cuchillo, Andrés Felipe Escobar y Daniela López,

Por su colaboración, amistad, cariño y por todas sus palabras de aliento y motivación, porque gracias a ellos esta etapa de mi vida fue más gratificante, donde todos aprendimos de la mano el proceso, donde queda una amistad para toda la vida.

A docentes, amigos y compañeros,

Por todas las enseñanzas que me dejaron, por motivarme a ser mejor cada día y acompañarme en el proceso.

A mis familiares, amigos y compañeros,

Por su motivación, apoyo, cariño, palabras de aliento, consejos y cada momento en el que me ayudaron de diversas maneras a no desfallecer.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	4
TABLA DE CONTENIDO.....	5
INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
JUSTIFICACIÓN	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
2. ANTECEDENTES	21
2.1. Construcción de Explicaciones Científicas Escolares.....	21
2.2. La Actividad Experimental en la Enseñanza de las Ciencias Naturales	22
3. MARCO TEÓRICO	25
3.1. LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES	25
3.1.1. La enseñanza experimental de las ciencias naturales	25
3.1.2. El papel de la actividad experimental en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales.....	26
3.1.3. Los objetivos del trabajo de laboratorio y clasificación de las actividades experimentales	28
3.2. LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES EN LA CLASE DE CIENCIAS NATURALES	32
3.2.1. La explicación en las ciencias naturales y en su enseñanza: aproximaciones epistemológicas y didácticas	32
3.2.2. Tipos de explicación científica de los fenómenos en la clase de ciencias naturales	35
3.2.3. El desarrollo de la competencia científica “explicar” en ciencias naturales.	37

3.3. LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CAMPO CONCEPTUAL DE LOS FENÓMENOS TÉRMICOS	40
3.3.1. Los fenómenos térmicos.....	40
3.3.2 Los fenómenos térmicos en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.....	41
3.3.3 La transferencia de calor en los fenómenos térmicos.....	43
3.3.4. El problema de derretimiento del hielo polar entendido como fenómeno térmico	44
4. OBJETIVOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS	46
4.1. Objetivo General	46
4.2. Objetivos Específicos.....	46
4.3. Tipo de metodología.....	46
4.5. Procedimiento investigativo	47
4.6. Población y Muestra.....	48
4.7. Técnicas e Instrumentos de recolección de información	48
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
5.1. Dificultades de enseñanza de las ciencias naturales y de aprendizaje de los estudiantes respecto a la competencia “explicar fenómenos” en ciencias naturales.....	51
5.2. El conocimiento inicial de los estudiantes sobre la transferencia de calor y sus tipos.	56
5.3 Orientaciones didácticas para la enseñanza de la competencia explicar fenómenos en la clase de ciencias	64
a) Ruta metodológica para la planificación de la enseñanza	65
b) La relación entre el fenómeno natural y el contenido de ciencias naturales	66
c). Selección del fenómeno vinculado al problema contextualizado.....	66
d) Reconocer los intereses cognoscitivos de los estudiantes respecto al fenómeno vinculado al problema contextualizado	68
e) Motivar a los estudiantes a formular preguntas sobre el fenómeno y/o problema que busquen dar explicación	72
f) Explorar el conocimiento inicial de los estudiantes en la explicación al fenómeno vinculado al problema contextualizado	74

g) Uso de prácticas experimentales basadas en resolución de problemas	76
h) El uso de situaciones problemáticas experimentales.....	76
i) El uso de diversos tipos de actividades experimentales.....	78
j) El uso de rúbricas para evaluar la competencia explicar fenómenos en ciencias naturales.....	80
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de las actividades experimentales	28
Tabla 2. Clasificación de las prácticas experimentales.....	30
Tabla 3. Clasificación de las explicaciones sobre fenómenos	35
Tabla 4. Relación entre las explicaciones y los tipos de texto.....	37
Tabla 5. Preguntas del cuestionario exploratorio.....	50
Tabla 6. “Resultados De Las Pruebas Saber 11”	52
Tabla 7. Resultados obtenidos de la pregunta 1.....	56
Tabla 8. Explicaciones de los estudiantes sobre los tipos de transferencia de calor	58
Tabla 9. Tipo de explicaciones de los estudiantes respecto a las formas de transferencia de calor.....	62
Tabla 10. Relación entre fenómenos y contenidos sobre transferencia de calor	66
Tabla 11. Primera pregunta sobre los intereses de los estudiantes frente la problemática “Derretimiento del hielo polar”	68
Tabla 12. Segunda pregunta sobre los intereses de los estudiantes frente la problemática “Derretimiento del hielo polar”	70
Tabla 13. Sexta pregunta sobre los intereses de los estudiantes frente la problemática “Derretimiento del hielo polar”	73
Tabla 14. Explicaciones de las causas del derretimiento del hielo polar por parte de los estudiantes.....	74
Tabla 15. Fases de la práctica experimental basadas en resolución de problemas	76
Tabla 16. Relación preguntas y tipo de explicación a fenómenos	77
Tabla 17. Actividades experimentales	78
Tabla 18. Rúbrica de evaluación de la competencia de explicación a fenómenos	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto invernadero que genera el calentamiento global.....	44
Figura 2. Aumento del nivel del mar 1880-2013 + proyección hasta 2010.....	45
Figura 3. Etapas del proceso investigativo.	47
Figura 4. Ruta metodológica para la planificación de la enseñanza.....	66

RESUMEN

Este trabajo centra el interés investigativo en la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel de educación básica en torno a la construcción de explicaciones a fenómenos térmicos en estudiantes de grado octavo planteando como estrategia didáctica el uso de prácticas experimentales. Para ello, se inicia el estudio realizando una búsqueda en la literatura focalizada en: la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias naturales, la construcción de explicaciones en las clases de ciencias naturales y la enseñanza-aprendizaje del campo conceptual de los fenómenos térmicos. Desde dicho marco teórico de referencia se formula como pregunta de investigación *¿Cómo enseñar a construir explicaciones sobre el fenómeno de transferencia de calor a través de la actividad experimental en estudiantes de grado octavo?*

La metodología de esta investigación tiene un enfoque cualitativo, con un carácter descriptivo y que implicó realizar una indagación sobre tres asuntos principales: las dificultades de los estudiantes respecto a la competencia *explicar fenómenos* en ciencias naturales a partir de los resultados de pruebas externas recientes (Pruebas Saber 11) de una institución educativa de la ciudad de Cali; los intereses cognoscitivos y conocimientos iniciales respecto a los *fenómenos térmicos*. De igual forma, se elabora una revisión de estudios previos que aportaran en aspectos didácticos que contribuyeran a la promoción de la competencia explicar fenómenos a partir de una enseñanza de las ciencias que reconoce el potencial del uso de actividades de tipo experimental. Finalmente, se plantea el diseño de una práctica de laboratorio que compone actividades experimentales dirigidas a estudiantes de grado octavo con el propósito de fomentar la construcción de explicaciones basadas en la teoría de transferencia de calor aplicada al fenómeno del derretimiento del hielo polar.

Palabras claves: enseñanza en ciencias, competencias, construcción de explicaciones, actividad experimental, fenómenos térmicos.

INTRODUCCIÓN

La formación en competencias ha sido de gran importancia dentro de la educación, y dentro del área de ciencias naturales particularmente, hay una necesidad de desarrollar aquellas competencias científicas que en su conjunto permita al estudiante adquirir saberes, capacidades, y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en diferentes situaciones en las que se requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos de la ciencia (Hernández, 2005, citado por Sánchez y Gómez, 2013). En particular, encontramos la competencia de explicar fenómenos como parte de esos aprendizajes que el estudiante debe desarrollar durante su educación básica.

De esta forma, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) evalúa en los estudiantes la capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de un fenómeno, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico (ICFES, 2019). De la misma manera, en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias naturales se presentan en sus orientaciones y directrices para los diversos ciclos escolares la pretensión de que los estudiantes elaboren explicaciones tanto en los ámbitos de entorno vivo y físico. Por lo cual, se reconoce la construcción de explicaciones a fenómenos como una de las competencias de gran interés y relevancia en los aprendizajes de los estudiantes en nuestro país.

Para alcanzar tal fin, se pueden realizar diversas estrategias didácticas que permitan crear un espacio de aprendizaje en donde el estudiante pueda trabajar esta competencia. Las actividades experimentales específicamente, posee una serie de características que permiten: situar al estudiante en un problema específico, atraer la atención del estudiante, generar conocimientos desde la experiencia, establecer relaciones entre la teoría y práctica, entre otras más, que varían dependiendo del enfoque que tengan las actividades, que se consideran pertinentes para dicho propósito.

En relación a los fenómenos que se pretenden explicar desde el conocimiento de ciencias naturales resultan de gran interés aquellos que refieren a los procesos que involucran el intercambio energía en forma de calor entre distintos cuerpos y que se pueden reconocer en distintos contextos, entre ellos, el contexto científico y el contexto cotidiano. Por ello, este trabajo ubica la construcción de fenómenos térmicos que impliquen la transferencia de calor.

De acuerdo a lo anterior, el presente trabajo se organiza y estructura en los siguientes apartados:

La primera parte del escrito presenta el resumen, introducción y justificación del estudio. La segunda parte presenta cinco capítulos y finalmente una tercera parte en el que se presenta las conclusiones y referencias bibliográficas.

En el primer capítulo se presenta el planteamiento del problema en donde se reconoce la necesidad de empezar a desarrollar estrategias que les permita a los estudiantes adquirir habilidades para la construcción de explicaciones de fenómenos, específicamente los térmicos, de esta forma, se construye la siguiente pregunta problema: *¿Cómo enseñar a construir explicaciones sobre el fenómeno de transferencia de calor a través de la actividad experimental en estudiantes de grado octavo?*

En el segundo capítulo se presentan estudios antecedentes que reflejan aquellas investigaciones relacionados con dos líneas que aportan aspectos a tener en cuenta para el desarrollo de esta investigación. Estas líneas son: la construcción de explicaciones científicas escolares y la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias naturales.

En el tercer capítulo se realiza una revisión en la literatura para la construcción de un marco teórico. Este marco se divide en tres grandes bloques, los cuales son: la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias naturales, el cual busca reconocer por qué y para qué usar las actividades de este tipo en el aula de ciencias. La construcción de explicaciones en las clases de ciencias naturales, donde se hace un acercamiento epistemológico y didáctico de la enseñanza en ciencias relacionado con las explicaciones de fenómenos. Y finalmente, la enseñanza-aprendizaje del campo conceptual de los fenómenos térmicos, que brinda una conceptualización frente al caso particular del derretimiento del hielo polar que se trabaja en este escrito.

En el cuarto capítulo, se presentan el objetivo general y los objetivos específicos planteados en esta investigación y los aspectos metodológicos que se tuvieron en cuenta para su desarrollo. Frente a esto último, se describe el tipo de metodología, el procedimiento investigativo, la población y muestra que se tuvo en cuenta, los instrumentos de recolección de información y la técnica de análisis de dicha información.

Finalmente, en el quinto capítulo, se presenta los resultados y discusión, donde se evidencian tres resultados obtenidos. El primero de ellos revela las dificultades que se pudieron identificar en los estudiantes frente a la competencia “explicar fenómenos” en el área de ciencias naturales. En segundo lugar, se reconocen los intereses cognoscitivos y los conocimientos iniciales de los estudiantes respecto al campo teórico vinculado a los fenómenos térmicos. Y por último se presenta aportes para la enseñanza de las ciencias que consideran

asuntos de tipo didáctico como lo es el uso de actividades experimentales, todo lo anterior enfocado de fomentar la competencia de explicar fenómenos en los estudiantes de grado octavo.

JUSTIFICACIÓN

En los últimos años en la enseñanza de las ciencias, se ha percibido la importancia de las actividades experimentales, tanto así, que son consideradas como estrategias didácticas que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Según Espinoza, González y Hernández (2016) este tipo de actividades trasciende la simple construcción del conocimiento científico escolar y se transforman en estrategias que permiten aumentar el interés de los estudiantes por la ciencia para aprender nuevos conceptos, permite reconstruir las ideas o concepciones previas que tenían y permite el aprendizaje significativo, y el desarrollo de habilidades, de tal forma que puedan usar los conocimientos adquiridos para resolver alguna situación problema que se les presente en el aula de clase, o en su vida cotidiana.

Pese a esto, en los contextos escolares aún se conservan metodologías de enseñanza tradicionales, en las cuales existe preferencia a la *teoría* dejando a un lado la *práctica*, es por eso que el tiempo dedicado a las clases magistrales y la evaluación de conceptos es mayor comparado con las clases de tipo práctica que permiten fomentar o desarrollar los aspectos procedimentales y actitudinales en los estudiantes. Lo anterior se debe a que lo práctico es visto como una aplicación, consecuencia o ilustración de lo teórico. Por lo tanto, el orden de importancia entre lo teórico y lo práctico se evidencia en una relación jerárquica y de dependencia de la práctica respecto a la teoría.

Por lo tanto, se considera que es muy importante rescatar el valor educativo de la relación entre la teoría y la práctica en la clase de ciencias naturales, de manera que se reconozcan a las actividades experimentales como una estrategia de enseñanza potencialmente útil en la generación de aprendizajes significativos, dado que suscita en el estudiante preguntarse sobre sus saberes y exponer sus concepciones, puesto que el educando se sitúa desde sus conocimientos previos y los confronta con la realidad mediante la aproximación directa o indirecta a los fenómenos que estudia. De igual forma, una actividad experimental podría generar un conflicto cognitivo en el estudiante, en donde se sitúa en un escenario problemático y el estudiante se ve en la necesidad de solucionarlo.

Por otro lado, en diferentes investigaciones los autores se han mostrado de acuerdo en la importancia del laboratorio como escenario de aprendizaje (Malagón, Sandoval y Ayala, 2013) en el cual los estudiantes desde una participación más activa se comprometen en actividades experimentales que proponen abordar el estudio de fenómenos en busca de conocerlos y generar explicaciones más próximas a las ciencias. En este sentido, la actividad experimental juega un papel muy importante en la construcción o explicación de la experiencia

sensible que realiza el estudiante, que termina llevándolo a la construcción de fenomenologías de estudio.

De esta forma, hay una necesidad de cambiar esta concepción que frecuentemente encontramos en las clases teóricas, lo cual se puede re conceptualizar desde las actividades experimentales, contribuyendo a la construcción de explicaciones de fenómenos térmicos en estudiantes de la educación básica. En este sentido la propuesta de este trabajo pretende aportar elementos que permitan a los docentes de ciencias, concebir las actividades experimentales de una manera diferente y que los estudiantes empiecen a construir explicaciones sobre los fenómenos térmicos y que a su vez estas a partir de un buen diseño permiten fomentar la comunicación en el aula de clases y promover los diferentes tipos de explicaciones de la ciencia.

Igualmente, Monteiro et al., 2012 citado por Borja. Et al, 2017 afirma que solicitar a los estudiantes que den explicaciones desde sus propias palabras sobre un fenómeno en particular, permite involucrar a los mismos estudiantes en el proceso de la construcción del conocimiento. Lo anterior indica que, se quiere generar la construcción de explicaciones de fenómenos a partir de teorías ya preexistentes que den razón de fenómenos relacionados con el mundo y su vida cotidiana, por ende es necesario que en la práctica de aula se evidencie el desarrollo de esta competencia como eje esencial para que el estudiante tenga los referentes necesarios y pueda explicar la situación apoyado en modelos teóricos que le proporcione el docente desde su saber disciplinar y lo que él consulte y construya desde su propio aprendizaje.

Además de lo expuesto anteriormente, diferentes autores han afirmado que el uso de las actividades experimentales podría plantearse para contribuir en el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas, entre ellas, la argumentación y la construcción de explicaciones sobre los fenómenos naturales por parte de los estudiantes (Sánchez, Herrera y Rodriguez, 2020). Esto último se considera en la actualidad de gran importancia, ya que los estudios han mostrado resultados poco alentadores respecto a las competencias científicas en estudiantes de básica y media.

Por otro lado, uno de los fenómenos naturales de gran importancia que se deben abordar en las instituciones educativas es el cambio climático puesto que a nivel mundial se han realizado diferentes investigaciones en la última década donde concluyen que es importante el estudio del cambio climático en las aulas de los diferentes niveles educativos. Entre ellos, los publicados en EE.UU. (McWhirter y Shealy, 2018) o Asia (Ahmad y Numan, 2015). Esto se debe a que este fenómeno es uno de los mayores desafíos socio-ambientales de las últimas

década, tanto así que los saberes y la enseñanza de sus diferentes temáticas es un trabajo difícil, (Olcina, 2017 y Sánchez, 2000 citados por Morote y Olcina, 2020), incluso actualmente se observa como a la comunidad científica le resulta controvertido tener una explicación sencilla de la evolución de los rasgos climáticos a escala planetaria y su estado actual debido a la amalgama de factores que intervienen (Ozdem et al., 2014 citado por Morote y Olcina, 2020).

En concordancia con lo anterior, de modo reciente se han planteado desde el currículo Estatal, en particular, los Derechos Básicos de Aprendizaje de ciencias naturales el reconocimiento de la necesidad de estudiar fenómenos como el calentamiento global desde la escuela, esto evidencia en el siguiente aprendizaje: “Explica el fenómeno del calentamiento global, identificando sus causas y proponiendo acciones locales y globales para controlarlo” (MEN, 2016). Por consiguiente, esto conlleva a un desafío para la enseñanza por parte de los docentes debido a la responsabilidad de formar a los jóvenes en la comprensión y posible adaptación de este fenómeno (Eklund, 2018 citado por Morote y Olcina, 2020).

Con ello se hace necesario considerar que en la enseñanza de las ciencias naturales se pueden abordar una gran diversidad de fenómenos entre ellos los térmicos que pueden vincularse con hechos y eventos de la realidad como puede ser a modo de ejemplo, los efectos del calentamiento global en los océanos y que ha conllevado al derretimiento de grandes zonas en los polos, es decir, identificar el derretimiento del hielo polar asociado a fenómenos térmicos que implican transferencia de calor. Este hecho se ha convertido en una cuestión de conversación cotidiana (Olcina, 2017 citado por Morote y Olcina, 2020). Podemos precisar que la percepción ambiental sobre el calentamiento global entre el estudiantado indica pensamientos, emociones, significados y actitudes positivas hacia el ambiente, esto puede influir para que se sensibilice, concientice para cuidar y querer realizar acciones para mitigar los problemas ambientales.

Es claro que el presente trabajo no pretende enseñar el calentamiento global ni sus consecuencias, dada la complejidad del mismo que supera los intereses investigativos, sin embargo, se rescata su potencial para vincularlo desde la mirada del fenómeno térmico que involucra el derretimiento del hielo por efectos de transferencia de calor, asunto que si se considera se halla asociado al actual estudio.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la enseñanza de las ciencias naturales el uso de las prácticas o actividades experimentales de laboratorio, han sido reconocidas por diversos autores por su potencial en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales (Malagón, Sandoval y Ayala, (2013); Borja, (2017); Osorio (2004)).

Por un lado, favorece el aprendizaje de la ciencia, aprendizaje de la práctica de la ciencia y aprendizaje sobre la ciencia (Hodson, 1994), ya que promueve la generación de diversos contenidos en los estudiantes (conceptuales, procedimentales y actitudinales) (Osorio, 2004). Además, favorece el aprendizaje sobre algunos aspectos de la naturaleza de la ciencia entre ellos, el papel que cumple la observación y la experimentación en la construcción de explicaciones de fenómenos naturales. Sin embargo, estos aprendizajes que se pueden desarrollar por medio de las actividades experimentales no son tenidos en cuenta en la enseñanza de las ciencias, por el contrario, se sigue implementando la enseñanza tradicional.

Ahora bien, respecto a las dificultades que presentan los estudiantes para la construcción de explicaciones de fenómenos se encuentran una gran variedad de factores. Uno de estos se pudo apreciar desde experiencias propias como profesor en formación inicial, donde en una entrevista con el jefe del área de ciencias naturales de un colegio bilingüe de la ciudad de Cali comenta que los profesores que contrataba ese colegio, no necesariamente poseían una formación pedagógica ya que preferían contratar a profesores que tuvieran un dominio del idioma inglés. Esto recae en un déficit de conocimiento pedagógico-didáctico en los profesores de ciencia de la institución, lo cual conlleva a una falta de implementación de actividades experimentales que contribuyen a la realización de explicaciones por parte de los estudiantes.

Por otro lado, las dificultades encontradas en el análisis de las explicaciones didácticas dadas durante las clases magistrales que intentan dar cuenta de explicaciones científicas, es que los mismos fenómenos a explicarse suelen no ser evidentes. Por eso, gran parte de las explicaciones dadas en el aula de ciencias naturales se parecen a una descripción, una clasificación o a una definición del fenómeno. Por lo anterior, Ogborn y Cols (1998) citado por Eder y Adúriz-bravo (2008) realizan una distinción entre “sobre lo que se piensa” y “con lo que se piensa” ya que una gran mayoría de los casos los estudiantes a la hora de realizar

explicaciones exponen sus conocimientos, mas no construyen explicaciones con los conocimientos que poseen.

Ahora bien, se hace necesario recalcar aquellos problemas conceptuales que se presenta en el alumnado al ver estos fenómenos térmicos. En primer lugar, se puede apreciar que los estudiantes poseen concepciones espontáneas sobre calor y temperatura (no hay diferenciación de estos dos términos en la vida cotidiana), la comprensión y la aplicación de los principios y leyes de la Termodinámica (Cardenas y Ragout De Lozano, 1997).

En cuanto a la termodinámica, Rozier y Viennot (1990) citados por Cárdenas y Ragout De Lozano (1997), señalan que los problemas pueden deberse a que en la descripción de los fenómenos se hace a través de variables macroscópicas que cambian simultáneamente, ligadas por relaciones funcionales que a los estudiantes les resulta complicado comprender y manejar, pues regularmente los tópicos estudiados con anterioridad sólo requieren el empleo de funciones de una variable. Por lo tanto, una falencia en las concepciones de términos como temperatura y calor que giran alrededor del calentamiento global, genera falencias a la hora de realizar explicaciones de fenómenos térmicos por parte de los estudiantes.

A pesar de que el conocimiento de este fenómeno es importante, existen dificultades conceptuales y epistemológicas que poseen los estudiantes a la hora de realizar explicaciones energéticas de fenómenos físicos y químicos. A continuación, se muestran algunos aspectos frente esto:

En primer lugar, existe dificultad en diferenciar los conceptos de calor y temperatura, a esto se le suma que el estudio de la termodinámica presenta serios obstáculos en su comprensión. Como señalan Rozier y Viennot (1990) citados por Cardenas y Ragout De Lozano (1997), los problemas pueden deberse a que, en este tema de la química, la descripción de los fenómenos se hace a través de varias variables macroscópicas que cambian simultáneamente, ligadas por relaciones funcionales que a los alumnos les resulta complicado comprender y manejar, pues generalmente los temas estudiados previamente sólo requieren el empleo de funciones de una variable.

Lo anterior, conlleva a que los estudiantes se le dificulte la comprensión de la transferencia de calor. Debido a que, la falta de construcción explicaciones de la vida cotidiana donde se aplica este conocimiento no se realiza de la mejor manera, porque los estudiantes no están relacionando el calor como una unidad de energía sino como sinónimo de temperatura, lo que genera que estos mismos piensen de forma distorsionada la relación de los fenómenos térmicos, como lo es el caso de la energía de transferencia de calor.

En Colombia desde el año 1994 surgen políticas educativas que tienen como fin mejorar la calidad de educación del país, por medio de buenas prácticas educativas y mejorando las competencias científicas (entre ellas la construcción de explicaciones de fenómenos) para así mejorar el aprendizaje de los estudiantes (OCDE, 2005). De igual modo, se crean los referentes de calidad (Lineamientos Curriculares y estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental), esenciales para la generación de los planes de estudio y la definición de las estrategias pedagógicas, que cada institución educativa adopta en busca de promover las competencias científicas en los estudiantes donde estas aportan al desarrollo del pensamiento científico.

Sin embargo, los estudiantes colombianos presentaron un bajo desempeño en el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) en el año 2009 en las competencias científicas: identificación de cuestiones científicas; la explicación de fenómenos científicos y la utilización de pruebas científicas para tomar y comunicar decisiones (ICFES, 2010). De la misma manera, de acuerdo con la evaluación de competencias realizadas por la prueba SABER 11 del Ministerio de Educación Nacional (MEN) donde determina la calidad de la enseñanza que se imparte en el país, encontró que los estudiantes presentan dificultades para establecer relaciones sencillas entre fenómenos naturales que se presentan en su entorno cotidiano y escolar; en la búsqueda y uso de información que proporcionan los textos, tablas, gráficos y la que ha obtenido de su propia experiencia, así como plantear alternativas de solución y explicación a problemas sencillos (MEN, 2006).

Así mismo, el Instituto Colombiano Para la el Fomento de la Educación Superior (ICFES), desde el año 2014 tiene dentro de sus competencias a evaluar la explicación de fenómenos donde el estudiante debe estar en la capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de un fenómeno, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico (ICFES, 2019). Sin embargo, los profesores y directivos de la institución educativa donde se desarrolla esta investigación mencionan que los estudiantes no tienen esta competencia desarrollada. Lo cual se refleja en los resultados de la prueba saber 11 que tienen los estudiantes de la institución.

Por los argumentos mencionados anteriormente, la pregunta problema que se dará respuesta en este trabajo es: *¿Cómo enseñar a construir explicaciones de los fenómenos de transferencia de calor a través de la actividad experimental a estudiantes de grado octavo?*

La propuesta de enseñanza a través de la actividad experimental abordará el estudio de fenómenos térmicos en particular sobre la *transferencia de calor* y que para el diseño de la propuesta de actividades experimentales se hará abordando como situación contextualizada el derretimiento del hielo polar asociado al calentamiento global a modo de caso específico.

2. ANTECEDENTES

A continuación, se presentan los antecedentes más relevantes encontrados para la construcción de este trabajo. Estos están divididos en dos secciones: la primera sección aborda la construcción de explicaciones científicas escolares; y la segunda, la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias. A continuación, se relacionan aquellos que para este trabajo fueron más significativos.

2.1. Construcción de Explicaciones Científicas Escolares

En esta primera parte de antecedentes se dará a conocer investigaciones relacionadas con las implicaciones y la importancia que se ha percibido en frente a la construcción de explicaciones científicas escolares como un aprendizaje que permite desarrollar habilidades en los estudiantes y la comprensión integral de la ciencia.

En primer lugar, tenemos a Gómez (2006) quien presenta una investigación cuyo propósito es dar a conocer a la explicación científica escolar como una actividad situada que se desarrolla en un contexto dinámico con la finalidad de permitir la organización y unificación del conocimiento y la comprensión de diversos fenómenos. Dentro de la estructura del artículo, se describe cómo se entiende el término construcción de explicaciones científicas escolares desde la diversidad de interpretaciones que se pueden encontrar y presentar en la construcción de explicaciones en el aula de clase con el tema Seres Vivos. El documento concluye con una reflexión en la que se resalta la importancia de reconocer los diferentes tipos de explicaciones posibles y las utilidades que estas pueden traer en el aula, ya que éstas deben de construirse en un sistema coherente y articulado, formando explicaciones integradas, lo cual permite el aprendizaje significativo de las ciencias. Además, el autor plantea que el estudio de la construcción de explicaciones científicas escolares es un tema vigente y de interés en la investigación de didáctica de las ciencias.

Por su parte, González (2011) presenta un escrito investigativo donde muestra importantes aportes entorno a la siguiente pregunta: ¿cómo se construyen las explicaciones científicas acerca de la Teoría Electroquímica en las clases de Educación Media? La investigación se justifica en la necesidad de promover la explicación como una competencia científica y en el uso de la historia de la ciencia, como área metacientífica que contribuye favorablemente a dicha necesidad. Este artículo presenta resultados de una investigación que se realizó en Santiago de Chile, a través de un estudio de casos colectivo de diferentes docentes que diseñaron y aplicaron una unidad didáctica, en el cual se pudo evidenciar dos secuencias

diferentes para la construcción de las explicaciones mediante la enseñanza de la teoría electroquímica. Dentro de las conclusiones se destaca que en este proceso es importante y necesario plantear “*situaciones científicas escolares problematizadoras*”, en el cual interaccionan diferentes aspectos relacionados con la competencia científica, entre ellos, los espacios de discusión teórica y reflexión meta cognitiva, actividades de debate y prácticas experimentales que involucran el pensamiento, la experiencia y el lenguaje de las personas competentes.

En síntesis, la revisión de los documentos de este primer apartado permite conocer los diferentes tipos de explicaciones que se denotan en la literatura y a su vez trata de mostrar cómo la competencia de construcción de explicaciones científicas escolares contribuye al desarrollo de espacios de discusión teórica y reflexión meta cognitiva, actividades de debate y prácticas experimentales que involucran el pensamiento, la experiencia y el lenguaje de las personas competentes (Camacho, 2011). Reconociendo además que las explicaciones que se pueden dar por parte de los estudiantes desde sus propias vivencias son necesarias para conocer lo que piensan y partir desde sus conocimientos llegar al conocimiento científico. También a la hora de tratar el término construcción de explicaciones escolares, se debe tener una finalidad, y a su vez esta debe estar ligada al desarrollo de la a las prácticas y situaciones específicas que contribuyan a mejorar la explicación de los estudiantes (Gómez, 2006).

2.2. La Actividad Experimental en la Enseñanza de las Ciencias Naturales

En este segundo apartado se muestran los antecedentes que hacen referencia a lo que es una actividad experimental y los aportes significativos que puede tener en el proceso de enseñanza y aprendizaje si se usan de manera adecuada, no solo para reforzar la teoría, sino también mejorar las habilidades investigativas y el interés en las Ciencias Naturales, de este modo los artículos más significativos para este trabajo fueron los siguientes:

Para iniciar, tenemos a Cázares (2014) quien presenta un trabajo que tiene como objetivo dar a conocer algunos procedimientos que los estudiantes de docentes en formación realizan para aprender y enseñar ciencias por medio de la estrategia actividad experimental. Para tal efecto, se empleó un método de investigación etnográfica, con el fin de mostrar algunas reflexiones fruto del estudio que se hizo en una Escuela de Educación Normal del Estado de México. En él se planteó el contexto institucional en el que se forman los futuros docentes de educación primaria, centrándose en uno de los campos disciplinares de formación: Las ciencias naturales y su enseñanza. Dentro de sus principales conclusiones se tiene que: La actividad experimental se sitúa principalmente como un procedimiento metodológico para aprender y

enseñar ciencias, actualmente está consolidada como una estrategia didáctica que implícita directa o indirectamente en el currículo de la educación básica y la educación normal. Sin embargo, esta estrategia de enseñanza debe tener en sus adaptaciones respectivas de acuerdo a las características cognitivas de sus alumnos y al contexto social e institucional específico, ya que, sin estas, la actividad experimental pierde relevancia para los estudiantes y el proceso de aprendizaje se dificulta.

Por otro lado, tenemos la tesis de maestría de Borja Et al (2017) el cual presenta como objetivo el desarrollo de la competencia de explicación de fenómenos, por medio del diseño e implementación de estrategias didácticas. Es una propuesta de investigación-acción, de tipo cualitativa que se rige por las siguientes fases: diagnóstico, planificación, acción observación y reflexión; y se aplica a 42 estudiantes de grado séptimo. Para el desarrollo de la competencia científica “Explicación de fenómenos” en la secuencia didáctica, se incluyen las siguientes estrategias: exploración de ideas previas, actividades y estrategias de motivación, desarrollo de lenguaje técnico, situación vivencial y ajustada al contexto, formulación de preguntas, explicación del docente, utilización de diferentes fuentes bibliográficas para explorar fenómenos, conceptualización de la información y por último actividades de verificación del conocimiento. Los autores llegaron a la conclusión de que este tipo de actividades favorecen la comprensión en la clase de ciencias y desarrollan la competencia de explicación de fenómenos, ya que los estudiantes construyen sus argumentos, preguntas y explicaciones a partir de las bases teóricas de las Ciencias.

Ahora bien, este segundo apartado permite conocer las diferentes actividades experimentales que se pueden encontrar en la literatura tales como: Las de carácter metodológico pueden ser actividades experimentales de tipo abierto, cerrado, semiabiertos o semicerrados, de verificación o de predicción. Por sus objetivos didácticos puede ser inductivos o de investigación (integraría a los anteriores). Dentro de una estrategia general de trabajo pueden ser frontales o por Ciclos. Por su carácter de realización pueden ser personalizadas, temporales y semitemporales/semiespaciales (López y Tamayo, 2012). De igual forma se puede observar que los antecedentes sirven para aclarar el concepto de actividades experimentales y su importancia en el proceso de enseñanza y aprendizaje, con el fin de mejorar la planeación de actividades para buscar el desarrollo de habilidades y competencias científicas, en especial la explicación que muchas veces no se fomenta en el aula de ciencias.

Para finalizar, los antecedentes que se acaban de mencionar, son aceraciones que nos permite reconocer de qué forma se ha venido trabajando la construcción de explicaciones

científicas escolares en el aula de clase, de tal forma que se resaltan aspectos que se deben tener en cuenta a realizar estos procesos, tales como reconocer los diferentes tipos de explicaciones posibles y para que estas puedan ser utilizadas en el aula y la necesidad de plantear situaciones científicas escolares problematizadoras, lo cual permite al estudiante construir explicaciones. Adicionalmente se puede apreciar como las actividades experimentales en el aula de ciencia permite principalmente situar al estudiante en un procedimiento metodológico para aprender y enseñar ciencias, este último hace referencia a las diferentes explicaciones que pueden realizar los estudiantes en la clase de ciencias. Esto se debe a que, los estudiantes construyen sus argumentos, preguntas y explicaciones a partir de las bases teóricas que van aprendiendo durante las actividades experimentales.

De esta forma, se puede percibir la relación que se puede establecer entre la realización de actividades experimentales como un método para que el estudiante pueda construir explicaciones científicas escolares.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

3.1.1. La enseñanza experimental de las ciencias naturales

Las actividades experimentales son consideradas como estrategias didácticas que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Además, estas estrategias, métodos o formas de enseñanza permiten facilitar el proceso de aprendizaje de la química, debido a que van encaminadas a la comprensión de la naturaleza del conocimiento científico y permiten establecer la relación existente entre la teoría y la práctica.

Dentro de la literatura se pueden encontrar diversos autores que hablan de la importancia que tienen las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales y de las dificultades que se pueden encontrar en el momento en el que los docentes las implementan en su aula de clase, algunos de estos documentos se mencionan a continuación:

Para Espinoza, González y Hernández (2016) las prácticas de laboratorio van más allá de la simple construcción del conocimiento científico escolar por parte de los estudiantes, y son estrategias que permite al estudiante aumentar el interés en la ciencia, lo que les genera ganas por aprender nuevos conceptos y les da la capacidad de reconstruir las ideas que tenían para poder resolver alguna situación problema que se les presente en el aula de clase.

Sumando a lo anterior, López y Tamayo (2012) reconocen que las prácticas escolares responden a finalidades diversas, tales como: familiarizarse con algunos fenómenos, contrastar hipótesis e investigar. También se ha recalcado el valor de planear y desarrollar las prácticas según tres objetivos principales: aprender ciencias, aprender qué es la ciencia y aprender a hacer ciencias. Desde la perspectiva de los maestros se critica el hecho de que enseñan la ciencia de los científicos y no contextualizan la ciencia en el aula de clase (Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999)

Además, López y Tamayo (2012) consideran que las prácticas de laboratorio brindan a los estudiantes la posibilidad de entender cómo se construye el conocimiento dentro de una comunidad científica, cómo trabajan los científicos, cómo llegan a acuerdos y cómo reconocen desacuerdos, qué valores mueven la ciencia, cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y con la cultura, todo esto bajo un contexto de ciencia escolar. De esta forma, las prácticas de laboratorio aportan a la construcción de cierta visión sobre la ciencia en el estudiante, en la

cual ellos pueden entender que acceder a la ciencia no es imposible. Esto es importante ya que Hodson (1994) plantea que la ciencia no es infalible y que depende de otros factores o intereses (sociales, políticos, económicos y culturales).

De igual forma el trabajo de laboratorio favorece y promueve el aprendizaje de las ciencias, ya que permite que el estudiante se cuestione sobre sus saberes y los compare con la realidad. Por lo que el estudiante pone en juego sus conocimientos previos y los contrasta con los conocimientos promovidos en las prácticas. A su vez Osorio (2004) explica que la actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe incluir cualquier dispositivo pedagógico. Por todo lo anterior la enseñanza desde las actividades experimentales enriquecen la labor docente en el aula, permitiendo desarrollar en el estudiante nuevas habilidades y generando aprendizajes significativos.

3.1.2. El papel de la actividad experimental en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales

Ahora bien, si se analizan las actividades experimentales desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales, se puede observar que desde el constructivismo la actividad experimental desempeña un papel de suma importancia dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, siempre y cuando se realice de forma consciente e intencionada para lograr que las ideas previas de los estudiantes evolucionen a conceptos más elaborados y cercanos a los científicos (Tamayo y Sanmartí, 2007 y Tamayo, 2009 citados por López y Tamayo, 2012). Puesto que, se reconoce que el constructivismo toma en consideración las ideas previas de los estudiantes; por lo tanto, es indispensable que en el momento de implementar una actividad en el laboratorio se indague por estas cuestiones para que se logre el establecimiento de relaciones entre lo que el estudiante sabe, lo que debe saber y la experiencia, en función del logro de aprendizajes profundos de las temáticas estudiadas (Chin y Brown, 2000 y Ramírez y Tamayo, 2011 citados por López y Tamayo, 2012).

De igual forma, las actividades experimentales son consideradas como estrategias, métodos o formas de enseñanza que promueven y facilitan el proceso de aprendizaje de la química, debido a que van encaminadas a la comprensión de la naturaleza de los conocimientos científicos y permiten establecer la relación existente entre la teoría y la práctica. Existen diferentes artículos que describen algunos aspectos sobre la importancia de las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias y algunos otros estudios, en los cuales se

observan algunas de las dificultades que presentan los maestros para concebir las actividades experimentales, como se menciona a continuación:

Uno de los problemas más recurrentes que se encuentran en las instituciones educativas, es el desconocimiento por parte de los maestros frente a las estrategias de enseñanza adecuadas que relacionen la teoría con la práctica, y a impedimentos de otra naturaleza como la disponibilidad de espacios y recursos adecuados.

Adicionalmente, los maestros no suelen comprender que la actividad experimental en el aula de clase es diferente a la que se enfrenta un científico, lo que genera que se diseñen e implementen actividades tipo receta de cocina, en las cuales se realiza un paso a paso de instrucciones y se llega a un resultado determinado; situación que refuerza la idea de ciencia como producto. Por eso es importante dar un giro en la formación inicial de los docentes, ya que estos cuando se enfrentan a un aula de clases tienden a reproducir lo vivido en su etapa escolar e incluso este tipo de prácticas se ven reforzadas en su formación universitaria.

Por lo tanto, para subsanar el problema anterior, hay algunos factores que se deben considerar en el momento de realizar una actividad experimental, Tacca (2010) citado por Bernal y Flores (2020) los describe a continuación: predecir lo que puede suceder; expresar su punto de vista y fundamentarlas para convencer a los demás; buscar explicaciones a los problemas para poder entenderlos; encontrar semejanzas y diferencias en diversas situaciones; prestar atención a opiniones distintas a las suyas; poner en duda toda información que brinde al alumno; resolver las situaciones problemáticas al formar grupos de trabajo; entender por qué ocurren las cosas y analizar la posibilidad de que ocurran de otra manera.

Además, como se ha mencionado anteriormente, la experimentación que se realiza en la enseñanza no es la misma que se lleva a cabo en la investigación científica, esto debido a que esta última necesita de procesos más elaborados que llevan al científico a un descubrimiento o a la formulación de una ley, mientras que los experimentos con fines didácticos tienen siempre el carácter de una verificación mediante el redescubrimiento. Por lo que los autores como García y Calixto (1999) proponen que las actividades experimentales deben beneficiar el proceso de enseñanza-aprendizaje, debido a que: Permiten que el alumno pueda obtener experiencias que le permitan desarrollar el pensamiento científico, crean el hábito de tratar de dar explicaciones a los hechos, donde genere un sentido crítico en el estudiante y a su vez despierte en ellos la curiosidad y su capacidad de observación.

De esta forma, Colado (2006) citado por Rodríguez (2019) considera que el papel de las actividades experimentales en la enseñanza de la ciencia, deben estar enfocadas a: a)

generar y reforzar la formación del pensamiento científico en los estudiantes, b) permitir que los educandos se familiaricen con la actividad investigativa, que incluye métodos de observación y experimentación mediante la problematización de la realidad, y c) propiciar una mejor valoración y actitud hacia el estudio de la asignatura y la ciencia.

Es importante que los estudiantes participen activamente en la realización de las actividades experimentales, ya sea para formar y desarrollar las habilidades y hábitos que le ayuden a comprender el entorno que lo rodea. Por ello, Joao, Tamayo, Arguelles & García (2013) dicen que las ciencias nacen y se desarrollan desde la práctica a la teoría y de nuevo se reconocen en la práctica, por lo que la actividad experimental toma un papel importante dentro de la enseñanza en ciencias porque le permite al estudiante comprender su esencia y sistema de conocimientos, además de conocer cómo se aprenden y cómo se enseñan.

3.1.3. Los objetivos del trabajo de laboratorio y clasificación de las actividades experimentales

Frente a este tipo de actividades es importante distinguir la diversidad de las prácticas de laboratorio dado que, un amplio entendimiento de los fines de las prácticas requiere una clarificación del significado de los distintos tipos de actividades prácticas, que son diferentes en naturaleza y pueden ser empleadas en distintas formas y utilizadas para lograr diversas metas. Respecto a la clasificación de las prácticas de laboratorio no hay un consenso respecto a los tipos prácticas que se pueden llevar a cabo en el aula, por ello, se plantea una clasificación basados en la tabla realizada por Marín (2008). Donde se muestran las finalidades u objetivos didácticos que se pueden alcanzar y las posibilidades de las prácticas experimentales en el laboratorio en términos del aprendizaje (tabla 1).

Tabla 1. Tipos de las actividades experimentales

Clasificación	Definición
Demostraciones/ de verificación/ ilustrativas	Realizadas por el profesor a un grupo de estudiantes, involucrando o no alguna discusión sobre lo que está haciendo, es fuerte en su capacidad para ilustrar la teoría (Johnston y Wham, 1980). Está dirigido a la verificación o comprobación experimental de los contenidos teóricos de la asignatura, de leyes y principios, del comportamiento de magnitudes o el análisis de un fenómeno estudiado (Segura, 1994). Son actividades para ejemplificar principios, comprobar leyes o mejorar la comprensión de determinados conceptos operativos.
Experiencias	Son actividades exploratorias, generalmente cualitativas, muy cortas y rápidas, pueden ser interesantes y actividades beneficiosas en relación a dar a los alumnos un primer acercamiento al fenómeno científico que conducirá

	a la comprensión y creencia (Woolnough y Allsop, 1985). Destinados a obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos. Se refiere a mostrar hechos y fenómenos científicos fácilmente comprobables y comportamientos no cotidianos (Segura, 1994).
Actividades ateóricas/ Ejercicios prácticos/ trabajos prácticos propriadmente dichos	Son aquellas destinadas a mejorar las habilidades prácticas y los conocimientos técnicos, pero que están desligadas, parcial o totalmente, de un cuerpo teórico y de verdaderos problemas planteados en relación al mismo. Están relativos al desarrollo de habilidades prácticas y estrategias de investigación. Están orientados al aprendizaje de técnicas y uso del material de laboratorio instrumental de medición y proceso. Dirigidos a desarrollar en los estudiantes hábitos y habilidades o destrezas de manipulación y medición con los instrumentos y equipos, así como con los métodos de procesamientos estadísticos de los datos experimentales (Crespo Madera y Álvarez Vizcoso, citados por Marín (2008).).).
Experimento Didáctico	Los experimentos se pueden distinguir según sean de predicción, siendo aquellos que dirigen la atención del estudiante hacia un hecho, manifestación u ocurrencia en un montaje experimental dado, de forma que sea capaz de predecir el comportamiento de las magnitudes físicas involucradas, así como identificar la teoría en que se fundamenta tal hecho, lo que conllevaría a una verificación posterior para darle continuidad lógica a la experimentación. Los experimentos de descubrimiento guiado en los cuales los procedimientos son realizados por los estudiantes a una determinada respuesta correcta. Y los experimentos para contrastar hipótesis establecidas por los estudiantes o por el profesor para la interpretación de fenómenos. El interés de razonar sobre lo concreto del caso particular, más que sobre lo abstracto en las clases de aula y en las sesiones habituales de ejercicios (Sere y Marie-Genevieve, 2005 citados por Marín (2008).).).
Pequeñas Investigaciones dirigidas	Están direccionadas al aprendizaje de metodología del trabajo científico, por ende, facilitan en los estudiantes la aproximación a los procesos de construcción de la ciencia. Se trata de tentativas de acercarlos con una verdadera tarea de investigación. Son actividades diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar cómo los científicos o los tecnólogos en la resolución de problemas, pueden ser investigaciones teóricas, dirigidas a la resolución de un problema teórico y las investigaciones prácticas, dirigidas a resolver un problema práctico. Es un tipo de actividad muy completa, precedida de una situación problemática, y en la que muy bien se pueden integrar los demás tipos de prácticas de laboratorio, desarrollándose como una pequeña investigación al tener que enfrentarse los estudiantes a una serie de etapas de la labor científica, que transitan desde la exploración de la realidad hasta la generalización del método, luego de la comunicación de los resultados en la discusión del informe técnico como parte del sistema de evaluación, en eventos científico estudiantiles de otra (Crespo Madera y Álvarez Vizcoso citados por Marín (2008).

Fuente: Tomado de Marín (2008).

Sin embargo, a lo expuesto anteriormente, se encontró en la literatura diferentes clasificaciones de las prácticas experimentales. A continuación, se presentan algunas de las

más relevantes, sin desconocer que existen muchas más. Esta clasificación tiene en cuenta los siguientes criterios: carácter metodológico, objetivos didácticos, en relación al aprendizaje de experiencias, estrategia general de trabajo, carácter de realización, carácter organizativo docente, situaciones que se presentan y nivel de abertura. En la Tabla 2 se muestra la clasificación que plantean los autores citados.

Tabla 2. Clasificación de las prácticas experimentales

Por su carácter metodológico	Abiertos: Se le plantea un problema al estudiante, el cual debe conducirlo a la experimentación, en la que le sirven sus conocimientos hábitos y habilidades, pero no le son suficientes para resolverlo.
	Cerrados (“Tipo Receta”): Se ofrecen a los estudiantes todos los conocimientos bien elaborados y estructurados.
	Semiabiertos o Semicerrados: No se le facilitan a los estudiantes todos los conocimientos elaborados y con el empleo de situaciones problemáticas se les motiva a indagar, suponer y hasta emitir alguna hipótesis.
	De verificación: Dirigido a la verificación o comprobación experimental de los contenidos teóricos de la asignatura, de leyes y principios.
	De predicción: Se dirige la atención del estudiante hacia un hecho, manifestación u ocurrencia en un montaje experimental dado.
Por sus objetivos didácticos	Inductivos: A través de tareas bien estructuradas se le orienta al estudiante paso a paso el desarrollo de un experimento hasta la obtención de un resultado que desconoce.
	De Investigación (integraría a los anteriores): A través de tareas bien estructuradas se le orienta al estudiante paso a paso el desarrollo de un experimento hasta la obtención de un resultado que desconoce.
En relación al aprendizaje de	Demostraciones/de verificación/ilustrativas: hacen relación al aprendizaje de los conceptos, principios y leyes científicas.
	Experiencias: hacen relación al aprendizaje de los hechos, fenómenos, objetos, eventos
	Actividades atóricas/ Ejercicios prácticos/ trabajos prácticos propiamente dichos: hacen relación al aprendizaje de procedimientos
	Experimento didáctico: hacen relación al aprendizaje de los hechos, fenómenos, objetos, eventos, los conceptos, principios y leyes científicas y los procedimientos
	Pequeñas Investigaciones dirigidas: hacen relación al aprendizaje de los hechos, fenómenos, objetos, eventos, los conceptos, principios y leyes científicas, los procedimientos y las actitudes relacionadas con la ciencia.
Dentro de una estrategia general de trabajo	Frontales: En las que todos los estudiantes realizan la práctica de laboratorio con el mismo diseño experimental e instrucciones para su desarrollo. Casi siempre se realizan al concluir un ciclo de conferencias de un contenido teórico de determinado tema, y se utiliza como complemento de la teoría o para desarrollar habilidades manipulativas.

	Por Ciclos: El sistema de P.L. se fracciona en subsistemas según la estructura didáctica del curso, siguiendo como criterio las dimensiones del contenido, o sea, unidades conceptuales, procedimentales o actitudinales.
Por su carácter de realización	Personalizadas: Los estudiantes van rotando por diferentes diseños experimentales relacionados con determinados contenidos de la asignatura, que recibirán durante todo el curso y que puede ser que aún no lo hayan recibido en las clases teóricas.
	Temporales: Se planifican en el horario docente y que el profesor ubica, con el tiempo de duración correspondiente, para que sea de estricto cumplimiento por parte de los estudiantes.
	Semitemporales / Semiespaciales: Se establece un límite espacio-temporal, en su planificación docente, para que los alumnos puedan y deban realizar las prácticas de laboratorios correspondientes a determinado ciclo de los contenidos teóricos.
Por su carácter organizativo docente	Espaciales: Se le informa a los estudiantes, al inicio del curso escolar, el sistema de prácticas de laboratorios que deben vencer en la asignatura para darle cumplimiento a los objetivos de su programa de estudio, y se les facilitan las orientaciones para su realización.
Según las situaciones que se presentan	Problemas-Cuestiones: Su finalidad no es más que reforzar y aplicar la teoría.
	Problemas-Ejercicio: Generalmente útiles para lograr el aprendizaje de técnicas de resolución ya establecidas (usar la balanza o pipetear).
	Problema-Investigación: Los alumnos resuelven con metodología de investigación.
De acuerdo al nivel de abertura	Nivel cero. Se les da la pregunta, el método y la respuesta.
	Nivel uno. Se da la pregunta y el método, y el estudiante tiene que hallar la respuesta.
	Nivel dos. Se da la pregunta y el estudiante tiene que encontrar un método y una respuesta.
	Nivel tres. Se le indica un fenómeno y tiene que formular una pregunta adecuada y encontrar un método y una respuesta a la pregunta.

Fuente: Elaborado a partir de los aportes de Marín (2008); Caamaño (1992, 2003), Perales (1994), Caballer y Oñorbe (1999) y Herron citados por López y Tamayo (2012).

La tabla 2 recoge los aportes de diferentes autores que realizan una clasificación de las prácticas de laboratorio, y se re-agruparon de acuerdo a las similitudes en los propósitos que se desean alcanzar en cada uno de los criterios.

La información presentada en esta tabla permite deslumbrar como la experimentación cobra una gran importancia debido a que se considera que promueve el aprendizaje y el conocimiento significativo y necesita de medios pertinentes para su desarrollo. Es importante incentivar el diseño de prácticas experimentales en las instituciones educativas desde un

enfoque constructivista. Por lo anterior, la ciencia es parte fundamental para construir un espacio dinámico que contribuya al desarrollo de las actividades y que los estudiantes puedan ser parte del proceso donde pueden destacarse por intentar resolver problemas o interrogantes, desde su propia perspectiva y experiencia con el trabajo experimental. Así mismo, el manipular adecuadamente el laboratorio permite que el estudiante desarrolle habilidades para un buen aprendizaje, que dicho por Sere (2002) son: Entender la teoría, leyes y razonamientos abstractos; adquirir experiencias enriquecedoras que serán difíciles de olvidar; aprender de los procedimientos prácticos; usar la teoría anteriormente explicada para la realización de la práctica investigativa; motivación en el proceso y más interés en los experimentos que en las clases abstractas.

Ahora bien, para al hablar de prácticas de laboratorio dentro de la didáctica hay que entender que estas son una forma de comprender y organizar la enseñanza de las ciencias de tal forma que aporte a los estudiantes en cuanto a: la construcción de conocimientos, la adquisición de formas de trabajo científico y al desarrollo de actitudes, habilidades y destrezas propias del trabajo experimental. Hoy en día son de especial interés: el aporte del trabajo experimental al desarrollo de habilidades para el trabajo en equipo, el establecimiento de relaciones significativas entre las actividades prácticas propuestas y la vida cotidiana de los estudiantes, y las relaciones entre el campo específico de la actividad práctica (biología, química, física) con otros campos del conocimiento (López y Tamayo, 2012).

3.2. LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES EN LA CLASE DE CIENCIAS NATURALES

3.2.1. La explicación en las ciencias naturales y en su enseñanza: aproximaciones epistemológicas y didácticas

La explicación es un término que ha sido abordado desde distintos ámbitos; como el científico, social, psicológico, entre otros. Debido a esto existe una gran variedad de significados del término (tiene carácter polisémico) y además existen diferentes tipos de explicaciones. Dentro de las primeras ideas que se pasan por la mente, se puede definir como una tarea relativamente sencilla, por lo que el término se usa en el lenguaje coloquial. De igual forma en la cotidianidad se solicita dar explicaciones sobre cómo funciona el mundo en el que vivimos y sobre las acciones que realizamos y las que realizan los demás (Bujedo, Fernández, Domínguez y García, S.f.).

Para Marimón (2008) citado por Rodríguez (2019) y Norris et al. (2005) citado por Gómez (2006), explicar es hacer entender un concepto o una situación; se explica cuando se cree que algo no está suficientemente claro o no ha sido comprendido por el interlocutor, por lo tanto, la explicación debe ser entendible o inteligible y que además pueden existir diversos tipos de explicaciones (comunes, históricas, científicas, etc.). Al realizar un acto explicativo se debe poner todo el empeño en aclarar aquellas ideas o conceptos que ofrecen alguna dificultad. Por ende, en su elaboración influyen las circunstancias y razones por las que se producen, buscando todas ellas resolver un problema, enigma o dificultad.

Según Klimovsky e Hidalgo (1998) citado por Eder y Adúriz-Bravo (2008) el término ‘explicación’ implica: 1. Dar reglas para la acción; 2. Aclarar el significado de una palabra; 3. Proveer un porqué, proporcionar la razón de algo que inicialmente resulta ininteligible.

Por otro lado, algunos diccionarios definen que explicar es: 1. “declarar, manifestar, dar a conocer lo que alguien piensa”; 2. “declarar o exponer cualquier materia, doctrina o texto difícil, con palabras muy claras para hacerlos más perceptibles”; 3. “enseñar en la cátedra”; 4. “dar a conocer la causa o motivo de algo”; y 5. “llegar a comprender la razón de algo, darse cuenta de ello” (RAE, 2022).

En los significados anteriores, el lenguaje y sus diferentes formas de interpretarlo llevan a ese ‘desplegar’ (explicāre) que etimológicamente se encuentra por debajo del término; hay que tener en cuenta que se explica cuando se hace ver a otros “todo el cuadro”, cuando desactivamos relaciones o vínculos no obvios, cuando traemos a la superficie sentidos latentes; cuando comparamos lo desconocido con lo familiar (Ferrater, 1965 citado por Eder y Adúriz-Bravo, 2008).

Por la gran diversidad de formas en que se pueden encontrar al entender la explicación científica, Norris et al. (2005) citado por Gómez (2006) recurre a Kitcher, quien presenta una alternativa: una aproximación unificada de la explicación, o explicación integrada. Kitcher se centra en la finalidad y el valor de la construcción de explicaciones, donde su importancia radica en que permite unificar y organizar el conocimiento, por lo tanto, las explicaciones integradas no se evalúan individualmente, sino que se consideran dentro de una historia narrativa o un grupo de explicaciones relacionadas, y su finalidad es aumentar la comprensión del fenómeno.

Sumado a lo anterior, ya visto desde la metateoría, se puede analizar la definición que se le da a la palabra ‘explicación’ en las ciencias naturales. Desde esta área del conocimiento,

la explicación se refiere a preguntas del tipo de qué, cómo, por qué y para qué. Para otros autores, la explicación necesita de causas de diferentes clases, y para otros, de mecanismos o relaciones, de motivos o razones (Gaeta, 1997 y Klimovsky e Hidalgo, 1998 citados por Eder y Adúriz-Bravo, 2008). Hay que entender que los objetivos que se plantean por las preguntas mencionadas anteriormente son diferentes, esto debido a la diversidad que presentan las diferentes disciplinas científicas o con las distintas ‘tipologías’ de explicación (Schuster, 1982 citado por Eder y Adúriz-Bravo, 2008).

En el contexto escolar, estas explicaciones integradas están asociadas a la construcción de modelos teóricos. Al apoyar la unificación de conocimiento permiten abarcar más fenómenos que pueden parecer diversos pero que se relacionan al ser explicados por un modelo teórico (Solsona, 1999 citado Gómez, 2006). Así, apoyan la organización del conocimiento dado que se utilizan pocas ideas, pero claras, para considerar una diversidad de hechos.

La competencia específica “explicar la explicación” en ciencias naturales se puede ver desde dos miradas metateóricas (la epistemología y la didáctica de las ciencias naturales). El estudio de la explicación desde la epistemología permite identificar, a partir de diversos metamodelos propuestos a lo largo del siglo XX, las características de la “buena” explicación científica erudita y escolar. Y a su vez este estudio de la explicación desde la didáctica da una luz sobre la labor que lleva adelante el profesorado de ciencias naturales en el aula cuando expone para co-construir textos que expliquen.

Ahora bien, se hace necesario hablar sobre cómo se establece la explicación como procedimiento cognitivo lingüístico de orden superior y la práctica de enseñar ciencias naturales. Por lo que se asume que la explicación es una de las maneras que acoge la enseñanza en sus múltiples configuraciones didácticas (Litwin, 1997 citado por Eder y Adúriz-Bravo, 2008), ya que se considera que el profesor “explica” para que sus estudiantes aprendan (Ogborn, 1996 citado por Eder y Adúriz-Bravo, 2008), así se puede observar que la forma de análisis es evidentemente didáctica. El análisis de las explicaciones que se construyen y circulan en el aula favorece la comprensión de las acciones comunicativas y de la producción colectiva de conocimiento promovida por ellas (Litwin, 1996, 1997 citado por Eder y Adúriz-Bravo, 2008)

Sin embargo, desde otra perspectiva, el término explicación, también hace alusión a ‘exposición’ y ‘lección’. Donde se define como una manera “didáctica” de expresión por la cual el profesor explica un contenido, tema o lección y presenta de forma colectiva el material correspondiente. El estudiante tiene una participación restringida, debido a que es imposible

que el profesor haga uso de todos los recursos posibles y sea estricto y claro en la exposición, de forma que logre motivar y suscitar el interés del alumno por el tema. (AA.VV. 1991 citado por Eder y Adúriz-Bravo, 2008).

El uso cotidiano del concepto ‘explicar’, además del que plantean los diccionarios técnicos, tal vez está más relacionado con los procesos de comunicación y enseñanza, a la “transmisión” de un saber (sea éste científico o no) a terceros, y a la comprensión por parte de ellos de tal saber “recibido”. Desde el análisis epistemológico, se observa una nueva visión al hablar de ‘explicación’ que remonta a cuestionamientos relacionados con la descripción, la significación o las condiciones de uso, y las causas, motivos y razones (Eder y Adúriz-Bravo, 2008).

3.2.2. Tipos de explicación científica de los fenómenos en la clase de ciencias naturales

Las explicaciones se pueden separar de acuerdo a su función, donde según Gómez (2006) son cuatro: a) para ampliar un significado, es decir, explican qué es algo, lo hacen entendible y lo clarifican; b) para justificar, lo que implica apelar a normas, estándares o valores establecidos; c) para describir, esto es, decir qué pasa o sucede; se introduce generalmente una secuencia temporal, o d) para establecer causalidades, en la cual se introducen los mecanismos que causan un patrón observado. Existen otras propuestas de clasificación donde, por ejemplo, la explicación es una categoría aparte de la justificación y la descripción.

Citando a Norris et al. (2005) citado por Gómez, (2006) presentan otra posible clasificación, en este caso dirigida a las explicaciones científicas. Tendríamos entonces las siguientes: a) Las deductivas, en las que nos preguntamos: ¿por qué sucede un fenómeno?, y construimos la respuesta atendiendo a leyes generales y de acuerdo con las condiciones antecedentes de ocurrencia del fenómeno. Así, lo que se explica debe deducirse lógicamente de las condiciones antecedentes y apelando a leyes generales. b) Las probabilísticas inductivas, donde un evento se explica mostrando que su ocurrencia es altamente probable con base en los hechos conocidos y en las nociones probabilísticas. c) Las explicaciones funcionales, que se asocian con estudios biológicos o preocupaciones humanas; en ellas se aborda el propósito o función de algo, por ejemplo: ¿por qué los huesos tienen potasio? o ¿por qué los árboles caducifolios tienen hojas que caen en otoño? d) Las genéticas o narrativas, que relatan la historia que permite comprender un acontecimiento.

Ahora bien, respecto a las explicaciones científicas Gilbert et al., (1998) citado por Rodríguez (2019) realiza una clasificación según cuatro categorías:

Tabla 3. Clasificación de las explicaciones sobre fenómenos

Tipo	Objetivo	Descripción
Descriptiva	Cómo se comporta el fenómeno explicado	Características del fenómeno y sus componentes.
Interpretativa	De qué se compone el fenómeno	Condiciones en que se presenta y las distintas maneras en que se puede manifestar.
Explicación causal	Por qué se comporta como lo hace	Causas del fenómeno y pruebas empíricas de las proposiciones de la teoría
Predictiva	Cómo debería comportarse en otras circunstancias	Pronosticar eventos que aún no ocurren y que pueden ser explicados antes de que sucedan

Fuente: Tomado de Gilbert et al., (1998) citado por Rodríguez (2019).

Siguiendo este orden de ideas, se puede afirmar que la tipología de explicaciones propuesta por Gilbert, brinda elementos fundamentales a la hora de abordar una clase de ciencias; ya que permite estudiar más a fondo un fenómeno natural e invita a los estudiantes a cuestionarse sobre el mundo que los rodea y a comprenderlo. Sin embargo, se ha podido evidenciar que en el aula de clase se han descuidado la explicación intencional y la explicación predictiva, teniendo como prioridad la explicación descriptiva. Para Concari (2001) citado por Rodríguez (2019), en las clases de ciencia los estudiantes deberían tener oportunidades de desarrollar las habilidades para proporcionar más explicaciones, esto hace parte de la labor docente; proporcionar herramientas y estrategias que le permitan a los estudiantes comprender y explicar distintos fenómenos que trascienda la explicación descriptiva.

La explicación que generan los estudiantes frente a fenómenos se puede describir de forma textual y eso hace que se pueda relacionar los tipos de explicación con algunos tipos de texto. Sin embargo, se debe tener en cuenta que en el proceso de enseñanza-aprendizaje hay una constante comunicación, donde cada uno expone su forma de entender el mundo de la vida y de manera conjunta se llegan a acuerdos y una negociación de significados. De esta forma, por medio de la participación y la comunicación, los educandos contrastan sus diferentes posturas respecto con las de los demás. En este proceso el vehículo de comunicación es la lengua, cuyo uso comporta dominar habilidades cognitivas (analizar, comparar, clasificar, interpretar, inferir, deducir, sintetizar, aplicar, valorar) que se concretan en habilidades cognitivo-lingüísticas (describir, definir, resumir, explicar, justificar, argumentar, demostrar)

(Jorba, 2000 citado por Rodríguez, V. A. 2019). Por lo anterior, se muestra la tabla 4 donde se relaciona la explicación con los diferentes tipos de texto.

Tabla 4. Relación entre las explicaciones y los tipos de texto.

EXPLICACIÓN		TIPO DE TEXTO
Descriptiva	Cómo se comporta el fenómeno explicado	Texto descriptivo
Interpretativa	De qué se compone el fenómeno.	
Explicación causal	Por qué se comporta como lo hace	Texto explicativo
Predictiva	Cómo debería comportarse en otras circunstancias	Texto de justificación

Fuente: Tomado de Rodríguez V. A. (2019)

3.2.3. El desarrollo de la competencia científica “explicar” en ciencias naturales.

Por otro lado, la importancia de la competencia científica explicar, se muestra claramente en el **Programme for International Student Assessment (PISA)**, ya que esta competencia es una de las que se evalúa en la prueba. En las PISA las competencias científicas evaluadas son tres: explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar indagaciones científicas, e interpretar datos y evidencias científicamente (OCDE, 2016). Cabe resaltar que este apartado se enfocará en la primera competencia, ya que esta busca que los estudiantes reconozcan, ofrezcan y evalúen las explicaciones para diversos aspectos naturales y tecnológicos, con lo que se quiere se propicie el: recordar y aplicar el conocimiento científico apropiado; identificar, utilizar y generar representaciones y modelos explicativos; hacer y justificar predicciones apropiadas; ofrecer hipótesis explicativas; y explicar las posibles implicaciones del conocimiento científico para la sociedad.

Todas estas encaminadas a la formación de estudiantes con una gran capacidad de análisis y críticos referente a los problemas y/o situaciones que se les puedan presentar. La competencia de explicar fenómenos naturales, artefactos técnicos y tecnologías, y sus implicaciones para la sociedad, es importante desarrollarla, ya que le permite al estudiante entender y participar en debates críticos sobre temas de ciencia y tecnología. Dicha capacidad requiere un conocimiento de las ideas fundamentales de la ciencia y las preguntas que enmarcan la práctica y los objetivos de la ciencia (OCDE 2016).

De igual forma, explicar fenómenos científicos, va más allá de solo recordar y utilizar teorías, ideas explicativas, información y datos (conocimiento del contenido). Ya que para realizar explicaciones requiere de una comprensión de cómo este conocimiento se ha derivado y el nivel de confianza que podría contener acerca de las demandas científicas. Para esta

competencia, el individuo requiere un conocimiento de las formas y procedimientos estándar que se utilizan en la investigación científica para obtener tal conocimiento (conocimiento procedimental) y una comprensión de su papel y función en la justificación de los conocimientos producidos por la ciencia (conocimiento epistémico) (OCDE 2016).

En el informe de la OCDE (2016) dice que en la competencia de explicar fenómenos científicamente requiere que los estudiantes recuerden el conocimiento de contenidos adecuado en una situación dada y lo usen para interpretar y explicar el fenómeno que se quiere estudiar. Ese conocimiento se puede utilizar para generar hipótesis explicativas conjeturales en contextos donde hay una falta de conocimiento o de datos. Donde se quiere que una persona con conocimientos científicos básicos sea capaz de disponer de modelos científicos estándar para construir representaciones simples para explicar fenómenos cotidianos y utilizarlos para hacer predicciones. Esta competencia incluye la capacidad de describir o interpretar fenómenos y predecir posibles cambios.

Por otra parte, para el ICFES (2019) la explicación de fenómenos consiste en la capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de un fenómeno, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico. Cuando el ICFES evalúa esta competencia espera que los estudiantes estén o tengan la capacidad de explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza sobre la base de observaciones, patrones y conceptos propios del conocimiento científico. Lo que se cumple si un estudiante realiza las siguientes acciones desde el área de Ciencias Naturales: analiza la dinámica interna de los organismos y de los ecosistemas, y da razón de cómo funcionan sus componentes por separado y en conjunto para mantenerse en equilibrio; elabora explicaciones al relacionar las variables de estado que describen un sistema, argumentando a partir de los conceptos y leyes de la física; analiza los distintos fenómenos naturales y establece argumentos para explicarlos, usando distintos conceptos químicos. Lo que se cumple cuando un estudiante: Reconoce el modelo biológico, físico o químico apropiado para representar un fenómeno natural o cuando usa modelos biológicos, físicos y químicos para explicar y predecir fenómenos naturales.

Además, el ICFES espera que el estudiante pueda analizar el uso potencial de los recursos naturales o artefactos y sus efectos sobre el entorno y la salud, así como las posibilidades de desarrollo que brindan para las comunidades. Esto se logra cuando un estudiante: explica algunos principios para mantener la buena salud individual y pública, sobre la base de conceptos biológicos, químicos y físicos; al explicar cómo la explotación de un

recurso natural o el uso de una tecnología tiene efectos positivos o negativos en las personas y en el entorno; y por último el estudiante debe explicar el uso correcto y seguro de una tecnología o de un artefacto en un contexto específico.

Finalmente, derivado de la revisión teórica se puede afirmar que la actividad experimental como estrategia de enseñanza-aprendizaje presentan una visión de las ciencias, sin embargo, es frecuente encontrarse casos en donde las instituciones educativas desarrollan actividades que refleja una visión deformada de la ciencia. Una visión de ciencia que, como aseveran Furió, Payá y Valdés (2005) citados por Jordán (2017), desconoce la naturaleza social y en consecuencia, no tiene en cuenta la multiplicidad de facetas que caracterizan dicho trabajo, ni tampoco otras formas de contrastar conceptos y teorías diferentes al experimento. Esta deformada imagen de ciencia modifica también el desarrollo de las prácticas experimentales, transformando así la experimentación en una simple “receta”, que solo hace énfasis en la realización de mediciones y cálculos, dejando de lado muchos de los aspectos fundamentales para la construcción de conocimientos científicos que pudiesen ser reflejados a través de estas actividades experimentales (Jordán, 2017).

Por otro lado, con la realización de actividades experimentales se puede aportar al desarrollo de explicaciones, que permite dar cuenta de la realidad social, además de reconocer las características o elementos constituyentes del fenómeno abordado, se proporciona información de mayor relevancia sobre el mismo, permitiendo al interlocutor acercarse al porqué y los para qué de dichos elementos y, con base en ellos, comprender el fenómeno o hecho social de manera más integral. Jorba, et al. (2000) y Casas, et al. (2005) Citados por Arango (2016), hacen énfasis en la importancia del trabajo alrededor de esta habilidad al interior del aula de clases, como punto de partida de la comprensión por parte de los estudiantes de la realidad social en la que se encuentran inmersos, la cual, además del conocimiento y explicación de los fenómenos sociales, implica la elaboración de sus propias teorías de dicha realidad.

Sumado a lo anterior, según Arango (2016), la explicación en los procesos de comunicativos de los estudiantes, utilizados para expresar su pensamiento social, se encuentra en un nivel inicial, ya que, al tratar de explicar un fenómeno social, los estudiantes, normalmente, logran hacer explícitos el por qué y el para qué de dicho fenómeno, pero se quedan cortos en lo relacionado con las consecuencias y las personas sobre quienes recae el fenómeno social estudiado. Cuando no se usan estos elementos que hacen parte de la explicación, se puede observar dificultades en el proceso de comprensión, por parte del

interlocutor, que es quien recibe la explicación. Así mismo la explicación requiere tener un conocimiento suficiente de la situación que permita construir una imagen fidedigna de la realidad, porque en la explicación hay que identificar en la realidad elementos y relaciones implícitas en ella, para poder dar cuenta de manera ordenada, sistemática y lógica de la misma (Casas et al., 2005 citados por Arango, 2016), este aspecto de pensamiento social puede ser trabajado desde las actividades experimentales siempre y cuando el docente realice una buena planeación de estas actividades.

Además, Arango (2016); Mena y Machado (2014), plantean que para los estudiantes es más fácil comunicar una idea (brindar una explicación) de forma oral que de forma escrita. Y desde el proceso llevado a cabo dentro de una actividad experimental, se puede formar al estudiante en realizar explicaciones escritas por medio de la guía del docente para realizar informes de las prácticas experimentales. Con esto queda claro la importancia de las prácticas de laboratorio para dar explicación de los fenómenos como habilidad cognitivo-lingüística.

3.3. LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CAMPO CONCEPTUAL DE LOS FENÓMENOS TÉRMICOS

3.3.1. Los fenómenos térmicos

Los fenómenos térmicos hacen parte de los fenómenos físicos y químicos cotidianos, el calor y la temperatura hacen parte del lenguaje común y raramente son utilizados de la forma científica correcta. Errores como afirmar que la temperatura “mide el calor que hace”, o cuando de una persona que tiene fiebre se dice que “tiene calor”. Otras veces se identifica el calor con algún ingrediente material de los cuerpos, como cuando se dice que se cierran las ventanas “para que no se vaya el calor”. Sin embargo, un fenómeno térmico es aquel que implica en cierta forma la emisión o absorción de calor. Todos los cuerpos y materiales poseen un grado de calor o temperatura: frío, tibio, caliente.

Algunos ejemplos de fenómenos térmicos, que implican emisión o absorción de calor (transferencia de calor de un cuerpo a otro de menor temperatura) son: radiación solar (se conoce así a las radiaciones generadas por el sol, en este caso el sol actúa como emisor de calor), la combustión (es un proceso químico que implica generación de calor por la quema de combustibles), la dilatación (es un fenómeno que consiste en la variación de dimensión de un material por la variación de temperatura que experimenta), la refrigeración (fenómeno térmico que consiste en enfriar o quitar el calor de un cuerpo para mantenerlo en su temperatura adecuada para un fin determinado).

Gracias al estudio de la energía térmica se pueden calcular algunos fenómenos térmicos, ya que esta energía está asociada a los tipos de movimiento de las partículas como los átomos y las moléculas. Normalmente esta es calculada por medio de la temperatura, ya que entre más movimiento haya de las partículas en una muestra de materia, estará más caliente y su energía térmica será mayor. Por ejemplo, una taza de café puede estar a 70°C mientras que una bañera con agua caliente a 40°C, pero la energía térmica de la bañera será mayor que la de la taza de café, porque contiene mayor cantidad de materia (masa y volumen), por ende, muchas más moléculas de agua, lo que generará un mayor movimiento molecular (Chang, 2002).

3.3.2 Los fenómenos térmicos en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias

La importancia del estudio de los fenómenos térmicos, permite ver las reacciones y comprender un poco más en contexto las formas en las que se transfiere la energía en forma de calor, entender conceptos propios como la ley de conservación de la energía, y temas más complejos como la termodinámica. Además, gracias al estudio de estos fenómenos también se puede ver que la acumulación y retención ciertos tipos de energía en la tierra, ha generado cambios de temperatura en el mundo, y estragos que trae consigo el cambio climático, específicamente el calentamiento global.

A pesar de que el conocimiento de este fenómeno es importante, existen dificultades conceptuales y epistemológicas que poseen los estudiantes a la hora de realizar explicaciones energéticas de fenómenos físicos y químicos. A continuación, se muestran algunos aspectos frente a esto:

En primer lugar, existe dificultad en diferenciar los conceptos de calor y temperatura, a esto se le suma que el estudio de la termodinámica presenta serios obstáculos en su comprensión. Como señalan Rozier y Viennot (1990) citados por Cardenas y Ragout De Lozano (1997), los problemas pueden deberse a que, en este tema de la química, la descripción de los fenómenos se hace a través de varias variables macroscópicas que cambian simultáneamente, ligadas por relaciones funcionales que a los alumnos les resulta complicado comprender y manejar, pues generalmente los temas estudiados previamente sólo requieren el empleo de funciones de una variable.

En segundo lugar, hay formas erradas de designar conceptos y procesos, tanto en los libros de texto como en el lenguaje que usan los profesores de Física y Química, en las clases. Por ende, este se considera un obstáculo para lograr objetivos de enseñanza y aprendizaje frente a este tema (García Hourcade y Rodríguez De Avila, 1985).

Y como tercer aspecto a considerar, radica en que los profesores de ciencias no tratan con la profundidad suficiente ni tan siquiera los aspectos conceptuales relacionados con la energía, siendo así que se trata de aquella parcela a la que suelen limitarse (Doménech y Limiñana, 2013).

Por otro lado, hay investigaciones que han encontrado aspectos importantes que se deben tener en cuenta a la hora de abordar los fenómenos térmicos en el aula de ciencia. A continuación, se muestran algunas investigaciones encontradas al respecto:

Para iniciar, es importante reconocer que los estudiantes utilizan espontáneamente sus propios modelos para explicar los fenómenos y que dichos modelos no se corresponden con los aceptados por la comunidad científica. Sin embargo, esto no quiere decir que no hay que tener en cuenta los marcos alternativos de los estudiantes. Puesto que se debe ser muy precavido en el proceso de enseñanza en la construcción de modelos, procurando que se produzca la evolución de las concepciones personales de los estudiantes hacia las de la ciencia.

En concordancia con lo anterior, se debe mejorar la forma del lenguaje con el que se le habla a los estudiantes cuando se refiere a conceptos relacionados con la energía, además no se le debe definir al calor como energía sino como un proceso y no como solo una manifestación de energía, la interpretación correcta traería como beneficio que se relacione el término con los cambios de estado, es decir los procesos de interacción térmica o de calentamiento, pero sin asociarlo siempre con estos (García Hourcade, y Rodríguez De Avila, 1985). Adicionalmente, los estudiantes tienen una preferencia por explicaciones de carácter batígeno (es decir, a los mecanismos profundos que dan lugar a los fenómenos), ya que dan cuenta de los mecanismos explicativos subyacentes en los fenómenos térmicos, haciendo referencia a otorgar significado físico a las variables y relaciones que la teoría cinético-molecular en un nivel adecuado (Cárdenas y Ragout De Lozano, 1996).

Por otro lado, en cuanto al diseño de propuestas didácticas fundamentadas desde una perspectiva constructivista del proceso enseñanza-aprendizaje permite lograr la construcción de conceptos fundamentales para el estudio de la Termodinámica (Cardenas y Ragout De Lozano, 1997).

Finalmente, el uso de la metodología de aprendizaje activo colaborativo para tratar los conceptos de calor y temperatura, por medio prácticas experimentales permite lograr el cambio conceptual en los estudiantes y realiza una revisión histórica epistemológica y disciplinar de los conceptos mencionados. En estas prácticas experimentales se parte de la idea de que los estudiantes no vienen a clase con la mente en blanco y generalmente tienen preconceptos

propios para interpretar los fenómenos de la naturaleza, los cuales, en algunos casos, concuerdan con los nuevos conocimientos enseñados en clase o a veces existen contradicciones entre sus creencias y las ideas científicamente aceptadas (Muñoz, 2013).

Teniendo en cuenta lo mencionado en este apartado, es decir, cada una de las dificultades y posibilidades encontradas en la literatura permite conocer cuáles son los posibles cambios que se pueden generar con la elaboración de este trabajo. Cabe resaltar que el propósito no es generar estrategias que contribuyan a la explicación de estos fenómenos sino describir el cómo la actividad experimental puede contribuir a la construcción de explicaciones relacionadas con el tópico fenómenos térmicos.

3.3.3 La transferencia de calor en los fenómenos térmicos

Es importante aclarar lo que se entenderá por transferencia de calor y sus tres mecanismos convección, conducción y radiación para este trabajo por lo que se muestra a continuación:

Ahora bien la transferencia de calor se va a entender como la energía en movimiento (energía cinética) debido a una diferencia de temperatura, según Cengel, 2020 citado por (Barrera, F. J. et al. 2021). “el calor es la forma de la energía que se puede transferir de un sistema a otro como resultado de la diferencia en la temperatura”. De igual manera en la naturaleza existen tres mecanismos o tipos de transferencia de calor como, la convección es una forma de transferencia de energía entre una superficie sólida y el fluido adyacente que se encuentra en movimiento. La radiación es la energía emitida por la materia en forma de fotones u ondas electromagnéticas y la conducción donde la transferencia de energía sucede entre sólidos (Barrera, F. J. et al. 2021).

Este último autor a su vez desglosa los conceptos de la siguiente manera:

“La transmisión por conducción se produce cuando la energía se propaga debido a los choques entre las partículas, de forma que en cada choque las partículas ceden parte de su energía cinética a las partículas con las que interaccionan, todo ello sin que haya transporte neto de materia. La transmisión por convección es típica de los fluidos (líquidos y gases). En ella se produce un transporte de energía asociado al desplazamiento de masas de fluido dentro del propio fluido, debido a las diferencias de densidad originadas por las distintas temperaturas de unas zonas y otras. La transmisión de calor por radiación se caracteriza porque la energía se transporta en forma de ondas electromagnéticas, que se propagan a la velocidad de la luz. El transporte de energía

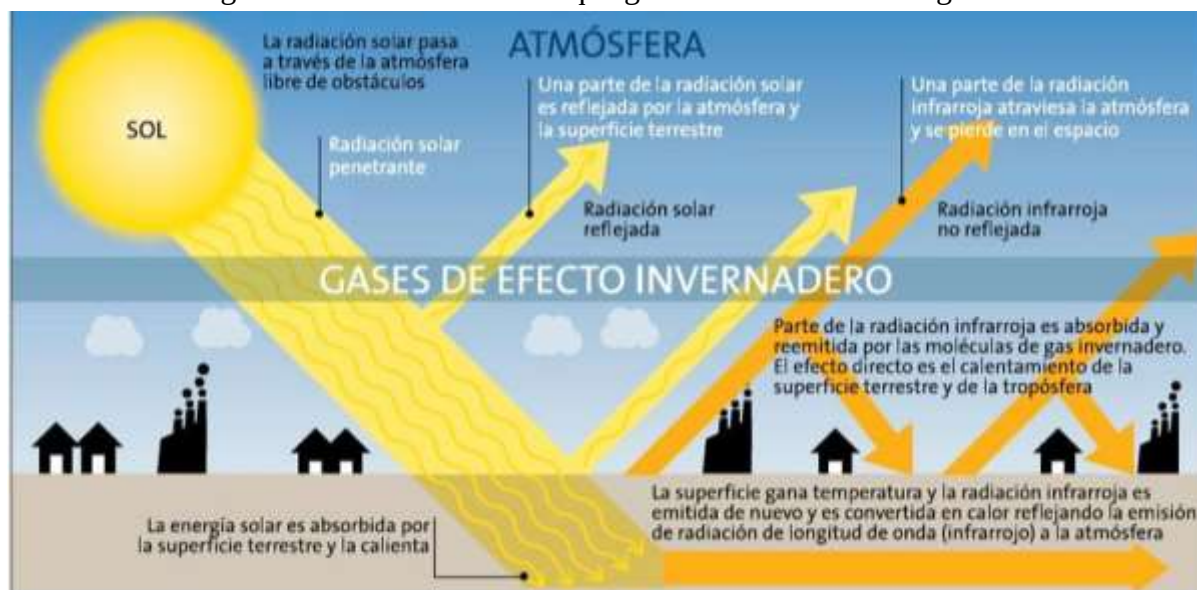
por radiación puede verificarse entre superficies separadas por el vacío” (Barrera, F. J. et al. 2021, p 39-40).

3.3.4. El problema de derretimiento del hielo polar entendido como fenómeno térmico

El interés por este asunto aumenta en la enseñanza del cambio climático debido a que este constituye uno de los principales desafíos del siglo actual (Kagawa y Selby, 2012 citado por Morote y Olcina, 2020) y por lo profundo a la hora de analizar y explicar sus causas y consecuencias, a pesar de haberse convertido en una cuestión de conversación cotidiana (Olcina, 2017 citado por Morote y Olcina, 2020).

Profundizando un poco en la problemática del cambio climático, se encuentra una situación que está provocando una alteración en el efecto invernadero, que es el causante del aumento del calor retenido en la atmósfera terrestre y, por tanto, se produce un incremento de las temperaturas a nivel mundial (Calentamiento global). Este proceso se puede ampliar más a en el siguiente gráfico:

Figura 1. Efecto invernadero que genera el calentamiento global.



Fuente: Asociación Celtaia (2014).

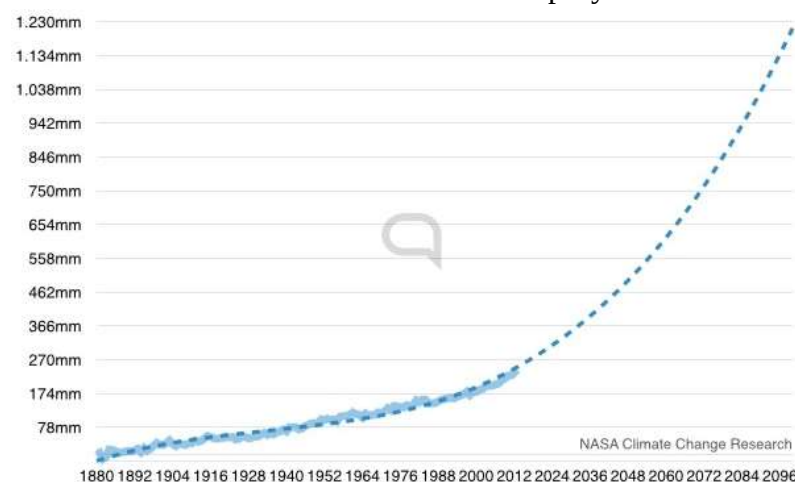
Asociación Celtaia (13 de mayo del 2014). *Efecto invernadero, cambio climático y calentamiento global*. <https://celtaiamadrid.wordpress.com/2014/05/13/efecto-invernadero-cambio-climatico-y-calentamiento-global/>

Una de las muchas consecuencias del calentamiento global es el deshielo progresivo de los casquetes polares, donde muchos de los estudios científicos apuntan que su causa radica en el aumento del gas dióxido de carbono (entre otros) en la atmósfera producido por la constante intensificación de las actividades industriales del ser humano. Lo más impactante, es que al

calentarse los polos de la tierra se derriten los glaciares y aumentaría el nivel del agua extremadamente el cual causa crecimiento del océano, mares y golfos de manera que se trazarían nuevos mapas (Olmos, 2013 y Guhl, 2008, citados por Espejel y Flores, 2015) y en unos años, podrá incluso ocasionar que la población circundante tenga la necesidad de migrar por las condiciones (Mejía y García, 2021). Tal como se puede observar en la gráfica 2 donde se ve un aumento significativo del nivel del mar que va empeorando con los años según predicciones realizadas por las NASA.

Mejía, C. B. C., & García, R. M. (2021). Deshielo, un problema a flote: Calentamiento global, cambio climático, deshielo, amenazas. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 12, 1-3.

Figura 2. Aumento del nivel del mar 1880-2013 + proyección hasta 2100.



Fuente: Tomado de Asociación ambiente y sociedad (2015).

Asociación ambiente y sociedad (31 de agosto del 2015). *El nivel del mar ha aumentado 23 centímetros durante el último siglo según la NASA.*
<https://www.ambienteysociedad.org.co/el-nivel-del-mar-ha-aumentado-23-centimetros-durante-el-ultimo-siglo-segun-la-nasa/>

Por esta razón, una de las principales actividades educativas va encaminadas a que los estudiantes sean conscientes de que la actividad humana provoca importantes cambios en el entorno y que estos a su vez generan una serie de efectos en cadena que acaban por afectar el equilibrio del planeta, y a su vez se busca que los estudiantes se consideren partícipes y asuman la responsabilidad de generar acciones que aporten soluciones a este problema y puedan explicar el fenómeno en mención. Por ello nace la importancia de este tema en el entorno educativo y para los fines de este trabajo de grado.

4. OBJETIVOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

En este capítulo se describen los aspectos metodológicos de la siguiente forma. En primer lugar, se encuentran los objetivos propuestos para este trabajo; seguido del tipo de metodología utilizadas para alcanzar dichos objetivos, por lo tanto, se tiene en cuenta aspectos relacionados con: contexto y población intervenida, técnicas e instrumentos de recogida de datos.

4.1. Objetivo General

- Brindar aportes didácticos para la enseñanza, que contribuyan a la promoción de la competencia “explicar fenómenos” aplicada al estudio de la transferencia de calor en estudiantes de grado octavo desde el uso de actividades experimentales contextualizadas como estrategia didáctica.

4.2. Objetivos Específicos

- Identificar las dificultades de los estudiantes respecto a la competencia “explicar fenómenos” en ciencias naturales a partir de los resultados de pruebas externas recientes (Pruebas Saber 11).
- Indagar en los estudiantes los intereses cognoscitivos y los conocimientos iniciales respecto al tema de transferencia de calor en los fenómenos térmicos.
- Plantear orientaciones didácticas para la enseñanza de la competencia explicar fenómenos y proponer algunas actividades experimentales contextualizadas para fomentar de construcción de explicaciones basados en la teoría de transferencia de calor aplicada al fenómeno del derretimiento del hielo polar.

4.3. Tipo de metodología

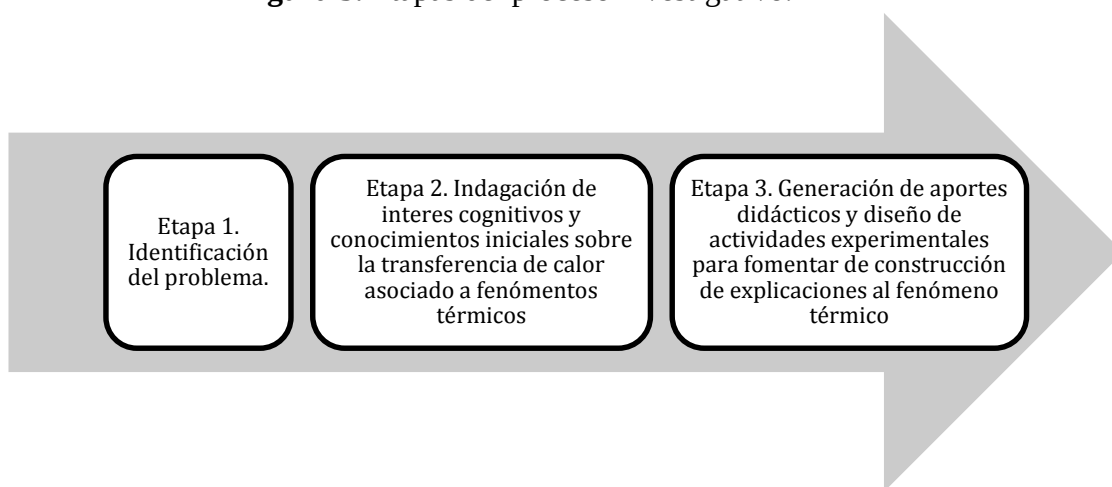
El estudio se encuentra enmarcado bajo el enfoque de investigación *cualitativa*, el cual según (Sampieri et al., 2006) se orienta en comprender y profundizar los fenómenos, explotándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con el contexto; lo que permite evidenciar los avances que presentan los individuos que participan en la investigación en cuanto a los procesos explicativos, teniendo como apoyo la realización de actividades experimentales bajo la perspectiva constructivista, ya que estas desempeñan un papel fundamental en la Enseñanza de las Ciencias y en particular de la Química. Es de carácter *descriptivo* ya que implica observar y describir el comportamiento de la población, sin influir sobre los mismos de ninguna manera, es decir, sin afectar el

comportamiento natural. De esta forma, se hacen descripciones frente a indagaciones relacionadas a las dificultades e intereses de los estudiantes alrededor del tema de interés en este trabajo. Adicionalmente, se hace una descripción de las actividades experimentales que se proponen en este trabajo.

4.5. Procedimiento investigativo

El proceso investigativo que se llevó a cabo consta de tres etapas, las cuales permitieron alcanzar los objetivos planteados y que permiten dar respuesta la pregunta problema que orienta el proceso. En el siguiente gráfico se verán reflejadas estas etapas:

Figura 3. Etapas del proceso investigativo.



Fuente: Elaboración propia

Etapa 1: Se lleva a cabo la identificación del problema en la institución educativa frente al desempeño que tienen los estudiantes a la hora de construir explicaciones de fenómenos. Para recoger esta información se usa como instrumento una entrevista estructurada el cual fue aplicado al jefe y docente del área de ciencias naturales de la institución educativa. En dicha entrevista se amplía la información obtenida de la revisión de los resultados de las pruebas saber 11 más reciente de la institución educativa respecto a la competencia explicar fenómenos.

Etapa 2: Se realiza una indagación frente a los intereses cognoscitivos de los estudiantes y los conocimientos que tienen los estudiantes frente al tema de transferencia de calor. Para ello se usa como instrumento un cuestionario exploratorio el cual recoge información útil para el diseño de las actividades experimentales.

Etapa 3: Finalmente se realizan aportes de tipo didáctico para la enseñanza de las ciencias naturales en cuanto a la promoción de construcción de explicaciones de fenómenos térmicos y al diseño de actividades experimentales. Para la elaboración de estas actividades, se

tiene en cuenta la información recogida en las etapas anteriores y de la revisión de la literatura sobre el tema.

4.6. Población y Muestra

La población de esta investigación son los estudiantes de un colegio de carácter privado que se encuentra ubicado en la ciudad de Santiago de Cali. La institución es un colegio con modalidad mixta y bilingüe (inglés-español) que ofrece educación desde el preescolar hasta la educación media. Además, el colegio funciona bajo el calendario B (año lectivo septiembre-junio).

Este establecimiento educativo tiene como enfoque pedagógico la Enseñanza para la Comprensión (EpC), siendo esta una orientación pedagógica de la Universidad de Harvard que busca formar estudiantes a ser capaces de pensar por sí mismos, de actuar de manera responsable y de emplear sus conocimientos para resolver los problemas de la vida cotidiana. A nivel curricular, la institución maneja un currículo internacional de la Universidad de Cambridge. Estas características hacen que los docentes de ciencias que contratan sean bilingües y que sean expertos en la disciplina (sin una formación pedagógico-didáctica), esto hace que haya falencias en el aspecto diseño e implementación de actividades didácticas.

La muestra la conforman diez estudiantes entre el rango de edad 12 y 14 años que se encontraban cursando el grado octavo, los cuales fueron participantes para este proceso investigativo y fueron a quienes se les realiza la indagación descrita en el procedimiento investigativo.

4.7. Técnicas e Instrumentos de recolección de información

Para este trabajo se usaron dos técnicas de recolección de información, cada uno con unas finalidades específicas que permiten alcanzar los objetivos planteados. A continuación, se describirán dichos instrumentos:

Entrevista estructurada: En este tipo de entrevistas hay un preciso guión y orden de preguntas abiertas. Además, este tipo de entrevista permite abarcar una complejidad de dimensiones que de alguna forma inciden en la problemática de estudio (Tejero González, 2021).

De esta forma, esta entrevista tiene como propósito realizar un reconocimiento del contexto institucional específico, de tal forma que haya un acercamiento al espacio de aprendizaje-enseñanza en el que se encuentra la población de estudio y en particular sobre la competencia específica explicar fenómenos. La entrevista se aplicó al jefe del área de ciencias

naturales de la institución educativa, la cual está estructurada en cinco preguntas abiertas como se describen a continuación.

Respecto a las competencias científicas en el área de las ciencias naturales 1. ¿Cuáles son las dificultades que los estudiantes presentan en relación a las competencias del área de ciencias naturales que evalúan las pruebas de estado SABER 11 recientes (2018)?; 2. ¿Cuáles son los resultados institucionales obtenidos en la evaluación de la competencia Explicar fenómenos en los tres procesos (vivo, físico y químico) y en relación a los resultados nacionales qué opina? *Respecto a la enseñanza de las ciencias naturales se cuestiona:* 3. ¿en la clase de ciencias se promueve el desarrollo de la competencia explicar fenómenos?; 4. ¿se hace uso de metodologías basada en la práctica experimental?; 5. ¿la institución educativa cuenta con laboratorio escolar u otro espacio dispuesto para la realización de actividades experimentales?

Cuestionario exploratorio: Un cuestionario es un conjunto de preguntas el cual es preparado sistemática y cuidadosamente, sobre los hechos y aspectos que interesan en una investigación o evaluación. Y tienen como finalidad obtener, de manera sistemática y ordenada, información acerca de la población con la que se trabaja, sobre las variables objeto de la investigación o evaluación (Muñoz, 2003). Y teniendo en cuenta que es de tipo exploratorio, permite tener un primer acercamiento o explorar intereses y los conocimientos iniciales de los estudiantes frente al tema a abordar.

Por lo anterior se elabora un cuestionario exploratorio, el cual está dividido en dos partes que son aplicados en momentos distintos. En la primera parte del cuestionario (parte A) tiene como propósito Indagar en los estudiantes las concepciones sobre la transferencia de calor. E indagar el conocimiento conceptual y el tipo de explicación sobre la transferencia de calor en sus tres formas, este último contenido escolar ha sido enseñado en grados anteriores a los estudiantes, por tanto, las preguntas no están dirigidas a la exploración de ideas previas o concepciones ya que los estudiantes tendrían un conocimiento más informado e influenciado por la clase de ciencias naturales de grados anteriores. La tabla 5 muestra las dos preguntas abiertas que se les formularon a los estudiantes, la primera hace referencia a una actividad práctica de tipo experimental (pregunta 1), mientras que la segunda es una pregunta de tipo teórica (pregunta 2).

La segunda parte del cuestionario (parte B) se aplica posteriormente, cuando se ha seleccionado el problema contextualizado y a partir del cual se identifica el fenómeno térmico elegido para la propuesta de actividades experimentales, que aportarían a la construcción de explicaciones de fenómenos como competencia científica. Las preguntas son cuatro y de tipo

abiertas, el propósito es indagar los intereses cognoscitivos (corresponden a los intereses por aprender) de los estudiantes respecto al problema del derretimiento del hielo polar (preguntas 3, 4, 5) como también indagar qué explicación dan a la causa del derretimiento del hielo polar (pregunta 6).

Tabla 5. Preguntas del cuestionario exploratorio

Partes del cuestionario	Pregunta	Propósito
Parte A	Pregunta 1. Realiza la siguiente experiencia práctica: deposita en un vaso agua del grifo y tomar su temperatura inicial. Luego, agrega un cubo de hielo, calcular el tiempo en que se demora en derretirse y toma la temperatura final. ¿La temperatura final es más alta o más baja que la temperatura inicial?, ¿Cómo explicas el cambio de temperatura?	Indagar en los estudiantes las concepciones sobre la transferencia de calor.
	Pregunta 2. Explica en tus palabras ¿en qué consiste la transferencia de calor en sus tres formas?	Indagar el conocimiento conceptual y el tipo de explicación sobre la transferencia de calor en sus tres formas
Parte B	Pregunta 3. ¿Qué te interesa conocer sobre el problema del derretimiento del hielo polar? Indica 3 preguntas.	Indagar los intereses cognoscitivos de los estudiantes respecto al problema del derretimiento del hielo polar
	Pregunta 4. ¿Crees que el derretimiento del hielo polar es una problemática de interés social? Justifica	
	Pregunta 5. ¿Qué preguntas sobre el problema del derretimiento del hielo polar se podrían formular que se puedan resolver desde los conocimientos las ciencias naturales? Indica 3.	
	Pregunta 6. ¿Qué causa el derretimiento hielo polar? Explica con tus propias palabras.	Indagar en los estudiantes qué explicación dan a la causa del derretimiento del hielo polar.

Fuente: Elaboración propia.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se presentan dos aspectos importantes de esta investigación. En primer lugar, se muestran los resultados obtenidos a partir de la recolección de datos que revelan: las características específicas contextuales del estudio realizado. Por otro lado, se obtiene en una serie de tablas, que muestran los intereses meta cognitivos de los estudiantes respecto al problema del derretimiento del hielo polar y los conocimientos de los estudiantes frente al concepto de transferencia de calor. En segundo lugar, se realiza una discusión de los resultados obtenidos los cuales permitieron el diseño de una propuesta que permite fomentar la competencia de explicar fenómenos en estudiantes de grado octavo.

5.1. Dificultades de enseñanza de las ciencias naturales y de aprendizaje de los estudiantes respecto a la competencia “explicar fenómenos” en ciencias naturales

Uno de los puntos más importantes que se quería conocer fue el estado en el que se encuentran los estudiantes respecto a la competencia explicar a partir de los resultados de la prueba saber 11 desde la perspectiva del jefe del área de ciencias naturales de la institución educativa estudiada. Debido a que, de esta forma, tenemos un mayor acercamiento y entendimiento de los resultados que han tenido los estudiantes en la institución educativa un poco más allá de los datos del informe de resultados, para conocer cómo los estudiantes desde la práctica se logran desarrollar esta competencia. Por eso es importante conocer que dificultades que presentaron los estudiantes en las pruebas saber y lo que se logró explorar con la entrevista al jefe del área de ciencias naturales del colegio.

Teniendo en cuenta lo anterior, dentro de la entrevista realizada al profesor de ciencias naturales se presentaron dos momentos diferentes, en el primero se querían conocer las dificultades que los estudiantes podrían estar presentando en las pruebas Saber 11. El segundo momento buscaba conocer las estrategias, la metodología, los recursos y la forma como los docentes abordaban las diferentes clases.

Ahora bien, en la primera pregunta ¿Cuáles son las dificultades que los estudiantes presentan en relación a las competencias del área de ciencias naturales que evalúan las pruebas de estado SABER 11 recientes (2018)? El docente respondió que una de las competencias que se pretendía mejorar era la explicación de fenómenos químicos y físicos, ya que era una de sus prioridades dentro del colegio y por eso habían creado recientemente un Laboratorio de química y física.

En la pregunta dos ¿Cuáles son los resultados institucionales obtenidos en la evaluación de la competencia Explicar fenómenos en los tres procesos (vivo, físico y químico) y en relación a los resultados nacionales qué opina? El maestro hacía a alusión a que en las pruebas Saber 11 le había ido muy bien al colegio en los últimos años, pero, justamente en la competencia explicar fenómenos era la que mostraba los menores resultados en relación a los resultados institucionales y que dentro de los objetivos institucionales estaba el mejorar los resultados de las pruebas tanto a nivel institucional como a nivel nacional.

Sumando a lo anterior en el segundo momento que se refiere principalmente a la enseñanza de las ciencias naturales, se cuestiona sobre ¿En la clase de ciencias se promueve el desarrollo de la competencia explicar fenómenos? A lo que el docente responde que las clases son de tipo magistral y que está en su objetivo como colegio trabajar la competencia desde su laboratorio, pero que todavía no es una realidad, es decir, no se está abordando de una mejor manera por parte de los maestros de ciencias naturales.

En la cuarta pregunta se alude a ¿Se hace uso de metodologías basada en la práctica experimental? A lo que el profesor comunica que el colegio ha sido magistral a la hora de impartir sus clases pero que justamente por eso se construyó un laboratorio, para realizar procesos más vivenciales con los estudiantes y que los estos puedan realizar ciencia desde la práctica y la teoría.

Para finalizar con la entrevista, la última pregunta buscaba conocer los recursos institucionales, la pregunta fue: ¿la institución educativa cuenta con laboratorio escolar u otro espacio dispuesto para la realización de actividades experimentales? La respuesta estaba encaminada a que el colegio contaba con un nuevo laboratorio de habilidades, donde se podía realizar diferentes tipos de experiencias, tanto físicas como químicas y que justamente se pretendía mejorar las clases con el uso de este tipo de espacios.

Ahora bien se muestran los datos obtenidos por el ICFES prueba aplicada en el periodo 2018-1. Dentro de los resultados se pudo observar que a nivel del colegio los estudiantes de grado once obtuvieron un puntaje promedio de 351 puntos de 500 y en la prueba de ciencias naturales obtuvieron de 100 puntos posibles un promedio de 68 puntos en el establecimiento educativo (EE). Con respecto a los componentes que evalúan la explicación de fenómenos el colegio obtuvo los siguientes datos que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6. “Resultados De Las Pruebas Saber 11”

Aprendizaje	EE	Colombia
Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basado en observaciones, en patrones y en conceptos propios del conocimiento científico. - Procesos químicos	23%	32%
Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basado en observaciones, en patrones y en conceptos propios del conocimiento científico. - Procesos vivos	13%	27%
Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basado en observaciones, en patrones y en conceptos propios del conocimiento científico. -Procesos físicos	10%	29%

Fuente: ICFES 2018

De acuerdo a la tabla anterior se debe aclarar algunos términos, cuando se habla de EE (Establecimiento educativo), Colombia, ETC (Establecimiento educativo en Colombia), teniendo en cuenta la anterior de acuerdo el porcentaje promedio de respuestas incorrectas se mide así: mayor o igual al 20% y menor al 40%, porcentaje promedio de respuestas incorrectas es mayor o igual al 40% y menor al 70% y el porcentaje promedio de respuestas incorrectas es mayor o igual al 70%. El resultado presentado en la tabla es de gran utilidad en términos pedagógicos pues es un indicador del desempeño de los estudiantes al realizar acciones complejas que articulan varios procesos de pensamiento. Cuanto menor sea el porcentaje promedio de respuestas incorrectas, mejor será el desempeño de los estudiantes (ICFES, 2018).

De la tabla anterior se puede inferir que los estudiantes presentan algunas falencias en la competencia específica de explicación de fenómenos físicos y químicos principalmente si se compara con otras instituciones educativas en Colombia, aunque la pruebas muestran que los estudiantes presentan conocimientos adquiridos de forma positiva, aun les falta un poco para poder mejorar, por eso que se hace necesario generar estrategias que puedan ayudar posiblemente a que los estudiantes puedan potencializar sus explicaciones de fenómenos.

La construcción de explicaciones basadas en observaciones son importantes ya que según Niño, M. N., Pedraza, N. Z. (2015). Existen tres aspectos que deben ir de la mano: el primero, la necesidad de construir preguntas que sean significativas para los estudiantes. El segundo, construir las respuestas a esas preguntas partiendo de las ideas de los estudiantes, estableciendo relaciones con nuevas ideas que son socializadas e integrando la observación ya sea a través de la manipularon maquetas, la visita a entornos naturales y utilización de otras fuentes como sus experiencias de vida. Y tercero, las explicaciones construidas deben permitir actuar o intervenir en el mundo por medio de la toma de decisiones y la alfabetización científica. Si observa es claro que la interacción de estos tres elementos permiten que el estudiante pueda llegar a elaborar mejorar sus explicaciones y a profundizar en ellas no solo

porque las va hacer parte de su vida, sino que también le servirán para resolver problemáticas para el mundo real.

De igual forma, Arca, Guidoni, & Mazzoli (1990) citados por Niño, M. N., Pedraza, N. Z. (2015), dicen que para la creación de explicaciones hay que tener presente que los jóvenes poseen conocimientos que han sido elaborados a partir de informaciones recibidas por medio de los sentidos, en este caso, la observación se convierte en la actividad central de la experiencia donde el sujeto juega un papel esencial en el proceso cognitivo, porque usa nuevas maneras de ver, de hablar y de construir conocimiento. Por lo anterior, en las prácticas de enseñanza, la observación debe ser un pilar y es necesario recurrir a la experiencia para poder ampliar dichas observaciones.

De la idea de experiencia entendida como la relación entre la vivencia y la realidad, Arca, Guidoni, & Mazzoli (1990) citados por Niño, M. N., Pedraza, N. Z. (2015). plantean que cuando los sujetos se relacionan con su entorno físico y cultural donde crean vivencias a partir de la observación de objetos de su experiencia; el cómo interactúa, procede o los organiza, hace parte de los procesos cognoscitivos, con un papel activo del sujeto, donde presenta la necesidad de cuestionarse y explicitar su experiencia por medio del lenguaje con el fin de socializarla, lo que le permite adquirir la capacidad de reorganizar experiencias anteriores con nuevas vivencias, ampliando y enriqueciendo las explicaciones y conocimientos del mundo o de la realidad.

Siguiendo con el mismo orden de ideas que responde a las dificultades de aprendizaje, se realizó una entrevista (presentada anteriormente), donde el jefe del área de ciencias naturales del colegio, afirmó que las dificultades que más podían presentar los estudiantes era en cuanto a la competencia de la explicación de fenómenos. Al contrastarlo con los resultados del establecimiento educativo de las pruebas saber, se puede observar que los estudiantes tienen un mayor porcentaje de preguntas incorrectas en la parte de la explicación de los fenómenos químicos y físicos, por ende es claro que aunque no han tenido tan malos resultados en estas pruebas de Estado, se puede mejorar mucho más el resultado y es justo lo que busca el jefe del área de ciencias naturales del colegio, quién manifiesta su deseo de mejorar estos resultados.

Ahora bien, se avanza en indagar sobre la enseñanza de las ciencias naturales y en particular con el uso de la metodología basada en la práctica experimental, dentro de la indagación en la entrevista que se le realizó al jefe del área de ciencias naturales, se puede inferir que, los estudiantes cuentan con diferentes espacios académicos que les permite vivenciar la actividad científica desde sus laboratorios, pero la elaboración de las prácticas de

laboratorio tienden a ser muy dirigidas “tipo receta de cocina”, de tal forma que los estudiantes deben seguir un paso a paso la elaboración de un producto de la ciencia, sin tener un resultado aplicado y contextualizado en su diario vivir. Es por eso que los conocimientos adquiridos no son realmente significativos, y por ende se deben potenciar el tipo de explicación que los estudiantes den a través de la observación de un fenómeno y los datos obtenidos que serán útiles para resolver un problema real y llevará al estudiante a la toma de decisiones.

Es por eso que se hace necesario la elaboración de estrategias que potencien las explicaciones de fenómenos en los estudiantes del colegio de estudio, principalmente en el tema de fenómenos térmicos en estudiantes de grado octavo.

A manera de conclusión se puede decir que una de las principales problemáticas presente en el Colegio con respecto a las dificultades presentadas en los estudiantes son la explicación de fenómenos, de acuerdo a la información que presenta la tabla N°6, por lo que este trabajo cobra una importancia significativa al elaborar propuestas de enseñanza que buscan que el estudiante posiblemente pueda potenciar la competencia explicar fenómenos naturales.

Ahora bien, para la determinación de la propuesta y la selección de la temática en la que se iba a enfocar este trabajo, primero se basó en el plan de estudios del establecimiento educativo, la temática a desarrollar era los tipos de energía de transferencia de calor. Así mismo se decidió enfocar el concepto en la física por los términos de los que se debía hablar y por lo que los estudiantes debían conocer, este tema se abordó desde la física ya que los fenómenos térmicos son especialmente parte de esta área del conocimiento, y posteriormente se inclinarían por una problemática real que es de vital importancia como lo es el derretimiento del hielo polar.

Sumado a lo anterior, el término energía de transferencia está vinculada a la toma de decisiones relativas al desarrollo industrial, las fuentes de energía, el consumo responsable y métodos de disminución del “consumo energético” (García-Carmona y Criado, A. M . 2010) Además se usa para explicar situaciones, donde los estudiantes muestran un progreso más generalizado, ya que ningún alumno se limita a justificar desde la transformación de energía: todos los alumnos que llegan a ese nivel de sofisticación en el uso del modelo incluyen también menciones a la degradación y conservación de la energía. En ese sentido, el nivel

Transformación de energía” parece ser una barrera conceptual en la resolución de situaciones problema. Por lo anterior se creyó que era pertinente el término energía de transferencia de calor para enfocar e iniciar el desarrollo de experiencias didácticas como material.

5.2. El conocimiento inicial de los estudiantes sobre la transferencia de calor y sus tipos.

Para explorar el conocimiento inicial de los estudiantes sobre la transferencia de calor y sus tipos o formas se realiza de la siguiente manera: en la pregunta 1 del cuestionario se presenta a los estudiantes una experiencia práctica, mientras que en la pregunta 2 se les presenta una pregunta teórica.

Respecto a la pregunta 1 en el cuestionario se les se le solicita que deposite en un vaso agua del grifo y tomar su temperatura inicial. Luego, agrega un cubo de hielo, calcular el tiempo en que se demora en derretirse y toma la temperatura final. Y les pide que den respuesta: a. ¿La temperatura final es más alta o más baja que la temperatura inicial?, b. ¿Cómo explicas el cambio de temperatura? A partir de las respuestas de los estudiantes se pretende indagar las concepciones de los estudiantes respecto a la transferencia de calor.

La tabla 7. muestra los resultados obtenidos respecto a la indagación de las concepciones de los estudiantes sobre la transferencia de calor a partir de la experiencia práctica realizada.

Tabla 7. Resultados obtenidos de la pregunta 1.

Respuesta	Concepción	Expresión textual (ejemplo)	Número de estudiantes	%
La temperatura final será más baja	Tienen una concepción de transferencia basada en la existencia del “frio”.	(E4) Creo que esta es más baja, esto porque el hielo enfriará la temperatura del agua, como ejemplo, cuando pones un hielo en una bebida para que se ponga más frío, por eso creo se va a enfriar.	5 (E4, E7, E5, E6 E10)	50%
	La respuesta no representa una explicación al hecho	(E2) Yo digo que la temperatura es más baja porque, a pesar de que el hielo se ha derretido, igual deja una temperatura más baja o más fría.	1 (E2)	10%
La temperatura final será más alta	No hubo respuestas encaminada a esta.	No aplica	0	0%
No responde	Estudiantes no respondieron	No aplica	4 (E1,E3,E8 y E9)	40%

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 7 se puede extraer que el 50% de los estudiantes tienen la concepción de que el “frio” es el que se transfiere de un cuerpo a otro, es decir tienen la idea contraria al transferencia de calor, porque piensan que un objeto que está a menor temperatura como lo puede ser el hielo, es el que trasfiere ese poco movimiento de partículas al otro objeto que está

a mayor temperatura, lo que en últimas es una idea errónea sobre la transferencia de calor y por ende no interpretan el concepto de calor como un proceso de transferencia ya que según Young, H. D. & Freedman, R. A. (2013) el calor se define como la energía cinética total de todos los átomo o moléculas de una sustancia, es decir que los estudiantes tal vez si pueden observar que hay una transferencia de calor, pero esta transferencia la asocian con la temperatura y al termino enfriar, por lo que se considera que si presentan una concepción errónea de lo que es el calor y la temperatura y por ende pueden confundir los términos.

De igual forma los educando tienen la idea de que hay una transferencia de algo, pero de lo “frio” a lo “caliente”. Bañas et al. (2001) Citado Por Rodríguez, V. & Díaz. H. S. (2012) Halló una relación interesante donde plantea que la mayoría de los estudiantes tiene la idea de que el calor es una forma de energía y no interpretan el concepto como un proceso de transferencia o modificación de energía, es ahí donde se puede analizar el por qué que es común que los estudiantes presenten concepciones erróneas sobre el calor y la temperatura. Lo que deja claro que es necesario el diseño de nuevas estrategias para la enseñanza el tema energía de transferencia de calor.

Ahora bien el 10% de los estudiantes cuando dan su respuesta, esta no representa una explicación al hecho que se vivenció, pero aun así se muestra que saben que se va a derretir el hielo y que este va a hacer que la temperatura del agua disminuya, lo que muestra que no interpreta que hay una transferencia de calor desde la el agua que presenta una temperatura mayor hacia el cubo de hielo que tiene una temperatura menor.

Cabe a aclarar que el 60 % los alumnos tenían la idea de lo que iba a pasar con la experiencia, discrepando un poco de las formas en como lo expresaron, pero las diferentes formas de hacerlo dejan claro que presentan una concepción errónea sobre la transferencia de calor.

Además la tabla también muestra que ningún estudiante dijo que el agua aumentaría su temperatura lo que es bueno, porque muchos de este tipo de experiencias están presentes en de la vida cotidiana de los estudiantes y pueden extraer esa información justo de su diario vivir. Algo que si fue preocupante es la cantidad de estudiantes que no respondieron en el taller, pues queda la duda sobre si no sabían sobre lo que se les preguntó o simplemente no lo hicieron por otro motivo diferente. De igual forma la tabla nos presenta una gran variedad de datos que se pueden tener en cuenta para la parte final de este capítulo que es la de brindar aportes didácticos para la enseñanza de la transferencia de calor.

En relación a la segunda pregunta, *Explica en tus palabras ¿en qué consiste la transferencia de calor en sus tres formas?* Los resultados obtenidos permitieron indagar el conocimiento conceptual sobre la transferencia de calor en los estudiantes, al igual que identificar el tipo de explicación que elaboran al respecto.

En la tabla 8 se muestran las respuestas obtenidas en la indagación del conocimiento conceptual sobre la transferencia de calor en los estudiantes.

Tabla 8. Explicaciones de los estudiantes sobre los tipos de transferencia de calor

Explicaciones de los estudiantes sobre los tipos de transferencia de calor				
Formas de transferencia de calor	Conocimiento conceptual de los estudiantes	Expresión textual (ejemplo)	Número de estudiantes	%
Convección	1. Plantea que se da por medio del movimiento de fluidos.	E1: “La convección se produce únicamente por medio de materiales, la evaporación del agua o fluidos. En si es el transporte de calor por medio del movimiento del fluido”	2 (E1,E7)	20%
	2. Argumenta que se genera un ciclo de gas debido al aumento de temperatura o disminución de temperatura en un fluido	E2 “Esta manera de transferencia consiste en que algún material logra convertir algún fluido o gas a una temperatura más caliente creando un ciclo de aire caliente y frío”	6 (E2, E4, E5, E6,E10, E8)	60%
	3. Dice que se debe a un cambio de estado de líquido a gaseoso, donde tienden experimentar un aumento o disminución de temperatura.	E3: “La convección sólo se puede presentar en la transferencia de calor entre gases o en los líquidos cuando tienen un cambio de estado de líquido a gaseoso, donde tienden experimentar un aumento o disminución de temperatura.”	1 (E3)	10%
	4. plantea que se da por la Transferencia indirecta de calor, sin tocar el objeto.	E9: “Transferencia indirecta de calor sin necesidad de tocar el objeto que contiene la temperatura.”	1 (E9)	10%
Conducción	transición de calor basado en el contacto directo entre los cuerpos, sin intercambio de materia	E1: “es un proceso de transición de calor basado en el contacto directo entre los cuerpos, sin intercambio de materia, porque el calor fluye desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor	4 (E1, E2, E8, E9)	40%

		temperatura, que están en contacto.”		
	Transferencia por el Contacto entre dos o más partículas de diferentes materiales	E3: “La conducción de calor es la manera directa de transferir este entre dos partículas de distintos materiales. Este método incluye el contacto directo entre los dos objetos, uno de ellos transfiere el calor mientras que el otro a temperatura menor lo va recibiendo.”	6 (E3, E4, E5, E6, E7, E10)	60%
Radiación	Emisión de energía o de partículas que producen algunos cuerpos y que se propaga a través del espacio.	E1: “emisión de energía o de partículas que producen algunos cuerpos y que se propaga a través del espacio.”	6 (E1, E4, E5, E6, E7, E10)	60%
	Se transfiere la energía, sin necesidad de que los elementos tengan contacto	E2: “Se crea cuando un elemento o material que tiene una muy alta temperatura, sin necesidad de que los elementos tengan contacto, le transmite una temperatura caliente a otro elemento. El ejemplo más conocido es el sol y como nos pasa temperatura caliente a los humanos, plantas, etc.	2 (E2, E3)	20%
	Un material con temperatura y esta traspasa a otra cosa por la energía.	E8: “Es cuando un material tiene una temperatura y se puede traspasar a otra cosa por la energía. Por ejemplo, el sol con básicamente todo”	1 (E8)	10%
	Transferencia indirecta por medio de ondas que transporta la temperatura.	E9: “Transferencia indirecta de calor producida por ondas que transporta la temperatura por el aire”	1 (E9)	10%

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 8 se puede inferir que muchos de los estudiantes presentaban conceptos alternos sobre lo que es la de transferencia de calor y su tres formas. Teniendo en cuenta que la convección se define como:

“La convección es una forma de transferencia de energía entre una superficie sólida y el fluido adyacente que se encuentra en movimiento. La transmisión por convección es típica de los fluidos (líquidos y gases). En ella se produce un transporte de energía

asociado al desplazamiento de masas de fluido dentro del propio fluido, debido a las diferencias de densidad originadas por las distintas temperaturas de unas zonas y otras”. (Barrera, F. J. et al. 2021, p 39-40).

Se lograron hacer cuatro divisiones respecto a cómo conciben los estudiantes el tema de convección:

El primer grupo alcanzó el 20% y plantearon que la convección se da por medio del movimiento de fluidos, lo que de acuerdo a la definición que se está manejando está muy cercana a esta, ya que la convección si se realiza por el movimiento de fluidos de que al ser sometidos a una fuente de energía, por ejemplo, una llama calienta una olla con agua, esta va a hacer que se genere un aumento del movimiento de las partículas de agua y las que están más calientes irán hacia arriba y las más frías hacia abajo generando un fenómeno denominado corrientes de convección.

El segundo grupo con un 60% este argumentó que esta misma genera un ciclo de gas debido al aumento de temperatura o disminución de temperatura en un fluido. Lo que sí es correcto debido a que se produce un transporte de energía asociado al desplazamiento de masas de fluido (este puede ser líquido o gaseoso) dentro del propio fluido, por las diferencias de densidad originadas por las distintas temperaturas de unas zonas y otras, generalmente se dan entre un sólido y un fluido.

El tercer grupo obtuvo un 10% dijo que la convección se debe a un cambio de estado de líquido a gaseoso, donde tienden experimentar un aumento o disminución de temperatura. Esta afirmación puede ser válida, retomemos el ejemplo anterior entre más fuente de calor haya mayor va ser el movimiento de las partículas es decir la temperatura, si esta temperatura llega a los 96,67°C, si se está en Cali, el agua empezará a evaporarse lo que quiere decir que habrá un movimiento de partículas desde la parte inferior de la olla hacia la superior.

Y el cuarto que alcanzó un 10% plantea que se da por la transferencia indirecta de calor, sin tocar el objeto. Esta respuesta es la que más alejada de la realidad pues para que haya convección si debe haber un contacto entre el objeto sólido y el fluido.

De las ideas anteriores se puede concluir que la mayoría de los estudiantes presentan ideas claras sobre lo que es la convección, a diferencia del cuarto grupo que si se aleja mucho de la propia definición.

Teniendo en cuenta que la conducción presenta la siguiente definición:

“La conducción es la transferencia de energía que sucede entre sólidos. La transmisión por conducción se produce cuando la energía se propaga debido a los

choques entre las partículas, de forma que en cada choque las partículas ceden parte de su energía cinética a las partículas con las que interaccionan, todo ello sin que haya transporte neto de materia” (Barrera, F. J. et al. 2021, p 39-40).

Siguiendo la misma idea, la explicación sobre que es conducción se dividió en dos grupos:

En el primer grupo que alcanzó el 40% de los estudiantes, dijeron que es la transición de calor basado en el contacto directo entre los cuerpos, sin intercambio de materia, esta afirmación es correcta pues tiene en cuenta que se da entre cuerpos y que no hay una pérdida de materia en el proceso, que solo es el aumento de energía cinética en las partículas del objeto A que al entrar en contacto con el objeto B hace que aumente el movimiento de sus partículas y por ende choquen más estas.

El segundo grupo con el 60% planteo la Conducción como un tipo de transferencia de calor que se da por el contacto entre dos o más partículas de diferentes materiales y va en dirección del objeto de mayor temperatura al de menor temperatura. Este grupo tiene una visión clara de que hay una transferencia de energía cinética en forma de calor cuando dice que la conducción va en dirección del objeto de mayor temperatura al de menor temperatura y que debe haber un contacto directo entre los materiales.

Cabe aclarar que las dos definiciones son muy similares a lo que se plantea como definición propia de conducción.

Para finalizar, teniendo en cuenta la siguiente definición de radiación:

“La radiación es la energía emitida por la materia en forma de fotones u ondas electromagnéticas y La transmisión de calor por radiación se caracteriza porque la energía se transporta en forma de ondas electromagnéticas, que se propagan a la velocidad de la luz. El transporte de energía por radiación puede verificarse entre superficies separadas por el vacío” (Barrera, F. J. et al. 2021, p 39-40).

Se logró encontrar cuatro tipos diferentes de respuestas asociadas:

En el primer grupo estaban el 60% de las respuestas y definieron esta como una emisión de energía o de partículas que producen algunos cuerpos y que se propaga a través del espacio. Esta respuesta si lee con cuidado al referirse a que hay un espacio entre el objeto habla de una transferencia sin contacto directo y se puede decir que asumen que es por la energía que se transporta por medio de las ondas electromagnéticas lo que se acerca bastante a la definición que se maneja para radiación en este escrito.

En el segundo estaban el 20% de las respuestas y la entendían como un objeto que transfiere la energía, sin necesidad de que los elementos tengan contacto. La respuesta muestra que piensan que hay una transferencia de energía en forma de calor sin que los elementos tengan contacto, aunque se infiere lo que tratan de decir no lo explican de manera argumentada, pero tienen la idea de lo que sucede en la transferencia por radiación.

En el tercero estaban el 10% de las respuestas y dijeron que la radiación se da de un material con temperatura y esta traspasa a otra cosa por la energía, en esta respuesta se observa que no hay una respuesta muy coherente ni argumentada, lo que deja claro que no tenía los conocimientos básicos para explicar la transferencia de calor por radiación y podría confundir los tres conceptos.

En el cuarto y último grupo estaban el 10% de las respuestas y sostuvieron que era una transferencia indirecta por medio de ondas que transporta la temperatura. De este último se puede inferir que presentan una idea errónea pues están asociando el calor con temperatura, ya que las ondas no transportan la temperatura sino el calor emitido por un cuerpo.

Por otro lado, a partir de las respuestas a la pregunta 2 del cuestionario se analizan para identificar el tipo de explicación elaborada para las tres formas de transferencia de calor. La tabla 9, está estructurada de la siguiente manera: En la primera columna se encuentra el tipo de transferencia de calor; en la segunda columna algunas de las respuestas dadas por los estudiantes, esta se presentan a modo de ejemplo; en la tercera columna el tipo de explicación que presentó el grupo de estudiantes, se encuentra agrupado de acuerdo a las categorías que corresponden a los cuatro tipos de explicaciones mencionados en la tabla 3 (Descriptivo, interpretativo, explicación casual y predictivo). En la cuarta columna el número de estudiantes que responden a ese tipo de explicación; y en la quinta y última columna el porcentaje al que corresponde ese tipo de explicación (siendo 30 el 100% ya que la tabla presenta un total de 30 respuestas agrupadas de acuerdo al tipo de explicación (hay casos donde una respuesta presenta dos tipos de explicaciones)).

Tabla 9. Tipo de explicaciones de los estudiantes respecto a las formas de transferencia de calor

Tipo de transferencia de calor	Respuestas ejemplo	Tipo de explicación	Núm. Estud.	%
Convección	E9: “Transferencia indirecta de calor sin necesidad de tocar el objeto que contiene la temperatura.”	Descriptivo	1(E9)	10%

	E1: “La convección se produce únicamente por medio de materiales, la evaporación del agua o fluidos. En si es el transporte de calor por medio del movimiento del fluido” E2 “Esta manera de transferencia consiste en que algún material logra convertir algún fluido o gas a una temperatura más caliente creando un ciclo de aire caliente y frío” E3: “La convección sólo se puede presentar en la transferencia de calor entre gases o en los líquidos cuando tienen un cambio de estado de líquido a gaseoso, donde tienden experimentar un aumento o disminución de temperatura.”	Descriptivo e interpretativo	9 (E1, E7, E2, E3, E4, E5, E6, E10, E8)	90%
Conducción	E1: “Es un proceso de transición de calor basado en el contacto directo entre los cuerpos, sin intercambio de materia, porque el calor fluye desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura, que están en contacto.” E3 “La conducción de calor es la manera directa de transferir este entre dos partículas de distintos materiales. Este método incluye el contacto directo entre los dos objetos, uno de ellos transfiere el calor mientras que el otro a temperatura menor lo va recibiendo.”	Descriptivo e interpretativo	10 (E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10,)	100 %
Radiación	E1 “emisión de energía o de partículas que producen algunos cuerpos y que se propaga a través del espacio.” E9 “Transferencia indirecta de calor producida por ondas que transporta la temperatura por el aire”	Descriptivo	7 (E1, E4, E5, E6, E7, E9, E10)	70%
	E2: “Se crea cuando un elemento o material que tiene una muy alta temperatura, sin necesidad de que los elementos tengan contacto, le transmite una temperatura caliente a otro elemento. El ejemplo más conocido es el sol y como nos pasa temperatura caliente a los humanos, plantas, etc. “Es cuando un material tiene una temperatura y se puede traspasar a otra cosa por la energía. Por ejemplo, el sol con básicamente todo”	Descriptivo e interpretativo	2 (E2, E3, E8)	30%

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior se divide en tres grandes grupos organizados de acuerdo al tipo de transferencia de calor, en cuanto al tipo de explicación de convección se encontraron dos

grupos el primero corresponde al 10% donde se enfocaron en identificar los componentes del fenómeno, de una forma muy simple; en el segundo grupo alcanzó el 90% que fue el descriptivo e interpretativo, donde se enfocaron en identificar los componentes del fenómeno y además se refieren a las condiciones en que se presenta el fenómeno.

Ahora bien en el segundo grupo de Conducción se encontró un solo tipo de explicación que es el Descriptivo e Interpretativo equivalente al 100%, donde se enfocaron en identificar los componentes del fenómeno, se refieren a las condiciones en que se presenta el fenómeno y además, producen razones o argumentos donde establece relaciones entre ellos y con la teoría en el que se incluyen los contenidos de la justificación.

Por último en cuanto a la Radiación se encontraron dos grupos el descriptivo con el 30% de los participantes donde solo se dedicaron a identificar los componentes del fenómeno de una manera bastante simple. El segundo grupo con el 70% fue descriptivo e interpretativo donde se enfocaron en identificar los componentes del fenómeno, también se refieren a las condiciones en que se presenta el fenómeno y además, producen razones o argumentos donde establece relaciones entre ellos y con la teoría en el que se incluyen los contenidos de la justificación.

Se puede analizar que la mayoría de las explicaciones estaban relacionadas con la combinación de la interpretativa y descriptiva y algunas solo con la descriptiva. Lo que muestra que se deben generar estrategias en la que se potencialice el tipo de explicación causal y predictiva que va más allá de la mera descripción de fenómeno.

5.3 Orientaciones didácticas para la enseñanza de la competencia explicar fenómenos en la clase de ciencias

En adelante se plantean algunas orientaciones didácticas que fundamentadas en los aportes de la investigación educativa se consideran relevantes para la enseñanza de las ciencias naturales y en particular que contribuirían al desarrollo de la competencia explicar fenómenos en los estudiantes. Se describen brevemente a continuación, no se consideran que su presentación correspondan un orden que haya que seguirse pero si se consideran que todas deben tenerse en cuenta e implementarse: a) Tener una ruta metodológica para la planificación de la enseñanza; b) Establecer relación entre el fenómeno natural y el contenido de ciencias naturales; c) Seleccionar adecuadamente el fenómeno vinculado al problema contextualizado; d) Reconocer los intereses cognoscitivos de los estudiantes respecto al fenómeno vinculado al problema contextualizado; e) Motivar a los estudiantes a formular preguntas sobre el fenómeno

y/o problema que busquen dar explicación; f) Explorar el conocimiento inicial de los estudiantes en la explicación al fenómeno vinculado al problema contextualizado; g) El uso de prácticas experimentales basadas en resolución de problemas; h) el uso de situaciones problemáticas experimentales; i) El uso de diversos tipos de actividades experimentales; j) El uso de rúbricas como instrumento de evaluación.

En las orientaciones brindadas se hará referencia algunas de modo general y otras utilizando a modo de caso particular para ilustrar respecto a la construcción de explicaciones basadas en la teoría de transferencia de calor aplicada al fenómeno vinculado al problema del derretimiento del hielo polar.

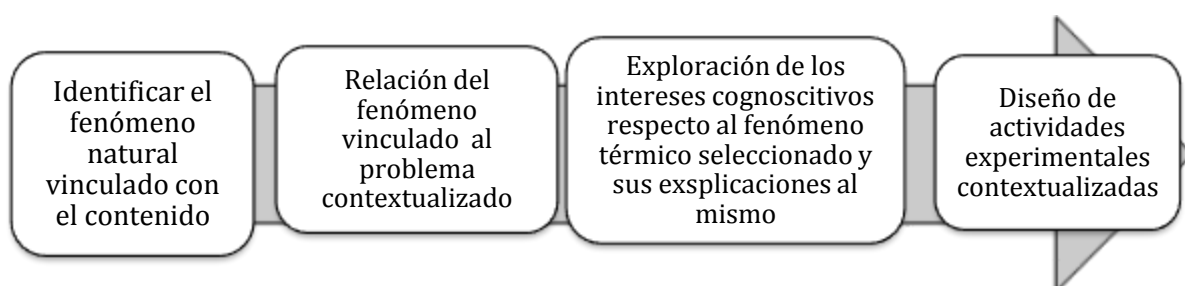
a) Ruta metodológica para la planificación de la enseñanza

Es importante que el profesor realice un proceso de focalización de la enseñanza donde se deben tener en cuenta los conocimientos cognoscitivos de los estudiantes. Según Rivas (2008), los procesos cognoscitivos son el canal a través del cual se adquiere, almacena, recupera y se usa el conocimiento, por lo que saber cuáles son los conocimientos que traen los estudiantes y aplicarlos al contexto es supremamente importante, porque se logra contextualizar ese conocimiento y se aprende de una mejor manera.

Así mismo el informe OCDE (2014) dice que es la capacidad para acceder, comprender, y reflexionar sobre cualquier tipo de información y es importante que el estudiante pueda ser partícipe de la sociedad actual que está basada en el conocimiento. Como se muestra en los apartados anteriores es importante partir de los conocimientos que puedan llevar los estudiantes al aula y de los intereses que ellos puedan presentar, pues de esa manera se puede generar una red de información que hace que el estudiante aprenda desde un contexto que le permite aplicar los conocimientos que ya trae y los que va adquirir a su diario vivir.

Por lo anterior se presenta la siguiente ruta metodológica que está enfocada de la siguiente manera: Primero indagar sobre los conocimientos iniciales de los estudiantes al explicar al fenómeno térmico; segundo seleccionar el fenómeno térmico vinculado al problema contextualizado; tercero usar los datos obtenidos en la exploración de los intereses cognoscitivos respecto al fenómeno térmico seleccionado y por último se presentará el diseño de las actividades experimentales contextualizadas, por consiguiente se muestra la siguiente ruta metodológica (Ver figura 4):

Figura 4. Ruta metodológica para la planificación de la enseñanza



b) La relación entre el fenómeno natural y el contenido de ciencias naturales

En el aprendizaje de las ciencias naturales es fundamental establecer relación entre los fenómenos y los contenidos, cuando se pretende desarrollar la competencia de explicar en los estudiantes es necesario que además de obtener familiarización perceptiva de los hechos y fenómenos (Caamaño, 1992) es también necesario identificar y visualizar los objetos, eventos y fenómenos que la Ciencia conceptualiza y explica (Seré, Marie- Genevieve 2002), citados por Marín, M. (2008). La tabla 10 muestra una selección de fenómenos térmicos cercanos al entorno de los estudiantes que se vinculan con el contenido sobre la transferencia de calor que los explica.

Tabla 10. Relación entre fenómenos y contenidos sobre transferencia de calor

Situaciones y fenómenos cotidianos	Contenido
Refrigeración de los alimentos	Trasferencia de calor: convección
Perdida de calor en un hogar	Trasferencia de calor: convección
Calentamiento del motor de un carro	Trasferencia de calor: convección
Enfriamiento de un huevo cocido	Trasferencia de calor: convección
Calentamiento por Chimenea	Transferencia de calor: radiación
Búsqueda de la comodidad térmica	Transferencia de calor: hacia el medio
Calentamiento de alimentos	Trasferencia de calor: conducción
Refrescar la Casa por medio del techo.	Transferencia de calor: aislantes térmicos
Conservar la frescura del aire acondicionado en un hogar	Transferencia de calor:
Cocción de alimentos	Trasferencia de calor: radiación
Derretimiento del hielo polar	Trasferencia de calor: radiación

Fuente. Elaboración propia

c). Selección del fenómeno vinculado al problema contextualizado

El fenómeno térmico que se seleccionó fue la transferencia de calor, donde se pretende desarrollar a través de un problema contextualizado que involucra a todo el mundo como lo es el derretimiento del hielo polar, por medio de esta problemática socio ambiental el estudiante

podrá estar más familiarizado y motivado a desarrollar posibles soluciones a la problemática, mientras van generando diferentes explicaciones a los fenómenos que van observando.

La selección de fenómeno térmico estuvo ligado al desarrollo de las temáticas que venía trabajando el colegio, por ende se ajustó al tema de energía de transferencia de calor (Conducción, convección y radiación) para seguir con las temáticas que tenía el colegio en su plan de área. Sumado a lo anterior, una de las problemáticas que más nos aquejan a nivel mundial, tiene que ver con el calentamiento global que ha generado un aumento en la temperatura de la tierra, lo que ha causado un inusual derretimiento de los casquetes polares, por eso se determinó que una de las mejores maneras para contextualizar el tema fue la utilización de noticias que involucraran el derretimiento del hielo polar como introducción al nuevo tema.

Para nadie es un secreto que estas problemáticas ambientales involucran a todos y al ser de carácter ambiental se puede transversalizar en diferentes ramas de conocimiento como la biología, la física, la química, la sociedad, el comportamiento humano, las conductas entre otras. Son justo estas ramas de conocimiento las que permiten observar que la problemática es grande y que se puede abordar desde la temática seleccionada sin problema y posibilita que los estudiantes puedan expresar diferentes ideas previas de acuerdo a lo que conocen sobre el fenómeno natural a estudiar.

Es importante entender que la enseñanza de las ciencias naturales debe ser contextualizada, por esto se debe tener en cuenta a la hora de impartir conocimientos, ya que garantiza que el proceso de enseñanza y aprendizaje sea más efectivo porque el estudiante se ve forzado a mostrar los conocimientos previos y además a resolver problemáticas que aquejan a todo el mundo con los conocimientos adquiridos y los que va a adquirir.

Para ciertos autores como Ramos, Herrera y Ramírez (2010) los procesos cognitivos se pueden dividir en básicos y superiores, los básicos se consideran centrales y ayudan a formar los superiores, encargándose estos últimos de la solución de problemas, pensamiento crítico, toma de decisiones y pensamiento creativo. Por consiguiente los básicos se pueden entender como los conocimientos que traen los estudiantes de su vida diaria, de conocimientos que ya han adquirido etc. Es decir los conocimientos previos y los conocimientos superiores son los que se van a adquirir y son los que en últimas le van a permitir al alumno resolver la problemática contextualizada que se les presente.

d) Reconocer los intereses cognoscitivos de los estudiantes respecto al fenómeno vinculado al problema contextualizado

En la propuesta de enseñanza se pretende vincular el uso de problemas reales con el contenido de enseñanza y la importancia de explorar los intereses cognoscitivos de los estudiantes sobre el problema a trabajar, ya que a partir de lo anterior se diseña el conjunto de actividades experimentales para que el docente en ciencias pueda enseñar la construcción de las explicaciones sobre el fenómeno térmico asociado al problema real. Para ello, se aplican las tres primeras preguntas del cuestionario exploratorio, las cuales son:

En la primera pregunta *¿Qué te interesa conocer sobre el problema del derretimiento del hielo polar?* se busca identificar en los estudiantes las posibles interrogantes que pueden surgir a la hora de hablar del problema del derretimiento del hielo polar. Esto brinda un acercamiento a cuáles son los aspectos que llama la atención del estudiante y cuáles son los principales aspectos que se deberían de conocer al ahora de abordar esta problemática. A continuación, se muestra la tabla 11 donde se evidencia las respuestas obtenidas frente a esta pregunta. La tabla está conformada de la siguiente manera: en la primera columna se encuentra el número de estudiantes que realizaron preguntas bajo una misma área del conocimiento, en la segunda columna se encuentra las preguntas que formularon los estudiantes, en la tercera columna se encuentra el número de preguntas que resultaron bajo una misma área del conocimiento, en la cuarta columna se muestra el porcentaje de las preguntas que se obtuvieron (las 30 preguntas que debían resultar son el 100%) y en la quinta columna se encuentra el área de conocimiento el cual agrupa a las preguntas obtenidas (ciencias naturales, ambiental, otros, no sabe/no responde). Finalmente, en la última fila se encuentra el número de preguntas obtenidas.

Tabla 11. Primera pregunta sobre los intereses de los estudiantes frente la problemática “Derretimiento del hielo polar”

Pregunta 3. ¿Qué te interesa conocer sobre el problema del derretimiento del hielo polar? Indica 3				
Número de Estudiantes	Respuestas ejemplos	Total de pregun.	%	Área de conocimiento
10 (E1, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 y E10)	¿Qué sucedería con las especies de este hábitat? (E1) ¿Qué pasaría con los animales acuáticos que había en los polos si estos desaparecen? (E3) ¿Cuáles son los animales mayormente afectados? (E4) ¿Qué sucederá con la fauna y flora de estos polos? (E5)	12	40%	Ciencias naturales

7 (E1,E2, E3, E4, E5, E9 y E10)	¿Cómo se puede prevenir o solucionar el derretimiento del hielo polar? (E3) ¿Qué podemos hacer las personas que vivimos en países sin polos para prevenir su derretimiento? (E9)	11	36,6%	Ambiental
4 (E2, E5, E6 y E7)	¿Qué zonas ha afectado el derretimiento del hielo polar? (E2) ¿A qué lugares exactamente del planeta ira el deshilo de los polos? (E5) ¿Por qué la humanidad se ve tan alarmada por resolver este problema, pero no realiza cambios, o por lo menos no significantes? (E7)	6	20%	Otros
1. E8	(E8)	1	3,33%	NS/NR
Total de preguntas realizadas		29		

Fuente: Elaboración propia

Al revisar la tabla 11, sobre los intereses de los estudiantes frente a la problemática del “Derretimiento del hielo polar”, se puede observar que las interrogantes que surgen en los alumnos están repartidas de la siguiente manera: Las que se pueden responder desde el área de conocimiento de las ciencias naturales (biología, física y química) son el 40% de las preguntas, con un total de 12 preguntas; de las interrogantes que se pueden resolver desde la educación ambiental o ciencias ambientales fueron 11 que corresponden al 36,6%; por otro lado las interrogantes que se puedan resolverse con otras áreas del conocimiento es decir que no tienen que ver con la explicación de las ciencias naturales o ambientales fueron del 20% con un total de 6 preguntas; además el estudiante E8 realizó solo 2 interrogantes de las 3 que debía presentar, por lo tanto, una pregunta de las tres preguntas fue catalogada como No sabe/ No responde, que equivale al 3,33%.

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que el mayor porcentaje de las preguntas revela cierto interés por parte de los estudiantes en cuanto ver esta problemática desde las ciencias naturales y las ciencias ambientales y con una menor proporción frente a otras áreas del conocimiento. Esto posiblemente se debe a que los estudiantes perciben esta situación, como un fenómeno que en gran medida se puede explicar y resolver con el conocimiento científico.

Por otro lado, existe percepción por parte de algunos estudiantes para realizar preguntas donde requiere de un conocimiento de tipo geográfico y social. Lo cual es de gran importancia ya que esta problemática al ser tan compleja se requiere que los estudiantes reconozcan otros tipos de conocimientos que inciden de alguna forma en la causa, efectos y posible solución del derretimiento del hielo polar.

En cuanto a la segunda pregunta, *¿Crees que el derretimiento del hielo polar es una problemática de interés social?* se busca identificar si los estudiantes reconocen esta problemática como un asunto de interés social, y por ende, ellos como ciudadanos también deben de estar interesados en la problemática pues los involucra en esta situación. De esta forma, los resultados obtenidos se encuentran organizadas en la tabla 12. El cual está organizada de la siguiente forma: en la primera columna se encuentra las respuestas de los estudiantes, el cual muestra una justificación que realizan los estudiantes frente al porque este problema debe de interesarnos a todos como partes de una sociedad, en la segunda columna se muestra el número de estudiantes que tuvieron respuestas similares o bajo un mismo enfoque, en la tercera columna representa el porcentaje de respuestas que resultaron (resultaron 14 respuestas que son el 100%), y en la cuarta columna se encuentra la categoría que agrupa las respuestas de acuerdo a las consecuencias que generamos nosotros como sociedad y que por lo tanto, debe ser de interés social. Finalmente, en la última fila se encuentra el número de respuestas obtenidas.

Tabla 12. Segunda pregunta sobre los intereses de los estudiantes frente la problemática “Derretimiento del hielo polar”

Pregunta 4. ¿Crees que el derretimiento del hielo polar es una problemática de interés social? Justifica			
Respuesta ejemplo	Estud.	%	Categoría (grupos)
Primero que todo el derretimiento del hielo polar trae graves consecuencias para la tierra y el ecosistema ya que provocan un aumento de temperatura o calentamiento en el planeta. El mayor problema de	2 (E6, E7)	14,3%	Calentamiento Global

interés social es que toda la humanidad se ve afectada ante esto, tanto los países, ciudades, pueblos etc. Van a tener grandes consecuencias a futuro con el calentamiento global. Aunque en estos momentos muchos gobiernos y políticos, no les resulta un grave problema el medio ambiente entonces lo que hacen es guardarse el dinero para su vida personal y no son conscientes que está afectando a toda la humanidad. (E6)			
El derretimiento del hielo polar sería un problema de interés social, ya que el nivel del mar subiría tanto a un punto de que muchas ciudades se afectarían. (E1)	7 (E1, E2, E4, E5, E8, E9, E10)	50%	Aumento en el nivel del mar
El derretimiento del hielo polar es un problema tanto de interés social como ambiental ya que una de las principales consecuencias del deshielo es el gran aumento del nivel del mar, lo que podría llegar a ser un problema para las ciudades costeras que podrían ser inundadas. Por otra parte, miles de animales quedarían fuera de su hábitat y se pierden todas las especies que habitan en él. (E3)	2 (E2, E3)	14,3%	Daño de hábitats
El derretimiento del hielo polar es un problema tanto de interés social como ambiental ya que una de las principales consecuencias del deshielo es el gran aumento del nivel del mar, lo que podría llegar a ser un problema para las ciudades costeras que podrían ser inundadas. Por otra parte, miles de animales quedarían fuera de su hábitat y se pierden todas las especies que habitan en él. (E3)	3 (E3, E4, E9)	21,4%	Extinción de especies
No sabe/No responde	0	0	No sabe/No responde
Total de Respuestas	14		

Fuente: Elaboración propia

Frente a los resultados obtenidos se puede apreciar lo siguiente: el 50% de los estudiantes (E1, E2, E4, E5, E8, E9, E10) consideran que es importante reconocer este problema como un asunto de interés social porque se vincula directamente con el aumento del nivel del mar que termina afectando tanto a la sociedad como a diversos ecosistemas del planeta. Seguidamente, un 21, 4% de los estudiantes (E3, E4, E9) considera la extinción de especies como un asunto importante. Luego se obtiene un 14,3% de estudiantes que hablan del calentamiento global (E6, E7) como el problema general de interés social, y bajo este mismo porcentaje los estudiantes E2 y E3 resaltan el daño de hábitat.

Como se puede percibir, hay un considerable reconocimiento por parte de los estudiantes frente la consecuencia del aumento del nivel del mar como un asunto de interés social. Estas después posiblemente fueron generadas por razones de pensamiento lógico de un

fenómeno térmico en el que hay un derretimiento del hielo lo cual se relaciona directamente un aumento en la cantidad de agua (nivel del mar). Sumado a ello, otras situaciones que también generan interés, tales como: extinción de especies, calentamiento global y el daño de hábitats. Estos aspectos son conocidos por los estudiantes en gran medida por la información que suele circular por diversos medios de comunicación o por suposiciones que poseen los estudiantes que son contruïdos desde sus conocimientos.

A manera de conclusión frente a los intereses cognoscitivos de los estudiantes frente a la problemática de los polos, nos indica dos aspectos importantes a la hora de tener en cuenta en el diseño de la propuesta educativa. El primero consiste en abordar en gran medida la consecuencia del aumento del nivel del mar como una situación de interés social. Y en el segundo aspecto, consiste en la necesidad de tener en cuenta una participación interdisciplinar el cual involucre a otras asignaturas diferentes a las de ciencias naturales y medio ambiente para estudiar el fenómeno del derretimiento del hielo polar de tal forma que se planteen situaciones que le puedan permitir al estudiante construir una explicación más holística frente al fenómeno térmico de estudio.

e) Motivar a los estudiantes a formular preguntas sobre el fenómeno y/o problema que busquen dar explicación

En este apartado se muestran las tablas que involucran la información recolectada sobre algunas preguntas, en la que los estudiantes pueden tener interés en resolver para partir de allí para motivar su proceso de enseñanza y la resolución del problema.

En cuanto a la sexta pregunta *¿Qué preguntas sobre el problema del derretimiento del hielo polar se podrían formular que se puedan resolver desde los conocimientos las ciencias naturales?* se pretende que los estudiantes muestren cuáles son sus intereses frente a la disciplina científica que consideran importante a la hora de abordar la problemática del derretimiento del hielo polar. Para ello se obtuvo unos resultados que se encuentran organizados en la tabla 13 de la siguiente manera: en la primera columna se encuentra el número de estudiantes que realizaron preguntas bajo una misma asignatura, en la segunda columna se encuentra las preguntas que formularon los estudiantes, en la tercera columna se encuentra el número de preguntas que resultaron bajo una misma asignatura, en la cuarta columna se muestra el porcentaje de las preguntas que se obtuvieron (las 30 preguntas que debían resultar son el 100%) y en la quinta columna se encuentra las categorías el cual agrupa

a las preguntas obtenidas bajo una disciplina (biología, química, física, ambiental, otro y no sabe/no responde). Finalmente, en la última fila se encuentra el número de preguntas obtenidas.

Tabla 13. Sexta pregunta sobre los intereses de los estudiantes frente la problemática “Derretimiento del hielo polar”

Pregunta 5. ¿Qué preguntas sobre el problema del derretimiento del hielo polar se podrían formular que se puedan resolver desde los conocimientos las ciencias naturales? Indica 3.				
Número de Estudiantes	Respuesta ejemplos	Total de pregun.	%	Asignatura
3 (E2, E3, E6)	¿Qué animales han sido más afectados por el deshielo? (E2) ¿Cuál sería el impacto en la cadena alimenticia si el ecosistema se ve afectado? (E3)	5	16,6%	Biología
3 (E4, E7, E9)	¿Cuánta agua hay en los polos? (E4) ¿Cuáles podrían ser las alternativas a los combustibles fósiles que no dañan el medio ambiente? (E7)	3	9,9%	Química
2 (E3, E4)	¿Qué cambios de temperatura se podrían observar en cuanto a los animales y la temperatura del mar? (E3) ¿Hay manera de que se vuelvan a congelar? (E4)	2	6,6%	Física
4 (E1, E2, E6, E7)	¿Qué podría concluir al respecto del porqué del calentamiento global? (E1) ¿Una de las formas para acabar con el calentamiento global sería el reciclaje? (E1)	6	19,9%	Ambiental
5 (E2, E4, E5, E7, E9)	¿Qué zonas son las más propensas a ser afectadas por el derretimiento? (E2) ¿Hay manera de ayudar? (E4)	8	26,6%	Otro
2 E8, E10	No sabe/No responde	6	19,9%	NS/NR
Total de preguntas realizadas		24		

Fuente. Elaboración propia

En la tabla anterior se puede encontrar lo siguiente: el 26,6 % de las preguntas dadas por los estudiantes que son un total de 8 preguntas, pueden ser abordadas desde otro tipo de conocimiento al de las ciencias naturales. Por otro lado, 19,9 % que corresponden a 6 preguntas resultantes, se enmarco bajo un conocimiento de tipo ambiental, un 16,6% que corresponden a 5 preguntas se encuentran bajo el campo de la biología, un 9,9% que son 3 preguntas se encuentran bajo el campo de la química y finalmente, un 6,6% que corresponden a 2 preguntas fueron agrupadas bajo el campo de la física. En este caso, también se encuentra que, en algunos

casos, los estudiantes no realizaron las 3 preguntas que debían hacer, por lo tanto, se reportan 6 preguntas faltantes que fueron ubicadas en la categoría de no sabe/no responde.

De estos resultados podemos decir que, en gran medida, tal como se encontró en los resultados de la pregunta 1, existe un interés por parte de los estudiantes en estudiar esta problemática desde distintos campos del conocimiento. En este caso se le atribuye una considerable atención a las preguntas que se pueden resolver desde áreas diferentes a las relacionadas con las ciencias naturales y ambientales. Esto es de gran importancia ya que los estudiantes muestran una disposición inicial a abordar esta problemática como un asunto que demanda distintos saberes para entenderlo y explicarlo.

f) Explorar el conocimiento inicial de los estudiantes en la explicación al fenómeno vinculado al problema contextualizado

Para explorar el conocimiento inicial de los estudiantes sobre el término de transferencia de energía que se encuentra involucrado en problema del derretimiento del hielo polar y generar pequeñas explicaciones desde sus propias palabras, se plantean dos preguntas abiertas. Estas preguntas son:

En la pregunta 6 *¿Qué causa el derretimiento del hielo polar? Explica con tus propias palabras.* se espera que los estudiantes realicen una explicación frente a lo que conocen al tema del derretimiento del hielo polar, de tal forma que tenga en cuenta las causas que genera dicho problema. En la tabla 14 se muestran los resultados obtenidos de la pregunta 7, está conformada de la siguiente manera: En la primera columna encontramos el número de estudiantes que tienen como respuesta la misma causa. En la segunda columna están las respuestas de los estudiantes frente a la pregunta. En la tercera columna se encuentra el porcentaje de estudiantes que dieron respuestas similares frente a la causa del derretimiento del hielo polar y finalmente, tenemos las causas que son las categorías que agrupan las respuestas de los estudiantes.

Tabla 14. Explicaciones de las causas del derretimiento del hielo polar por parte de los estudiantes.

Pregunta 6. ¿Qué causa el derretimiento del hielo polar? Explica con tus propias palabras			
Número de Est.	Respuestas ejemplo	%	Causa
10 (E1, E2, E3, E4, E5,	El derretimiento del hielo polar es obviamente causado por un incremento de temperatura, las causas del incremento de temperatura se deben a el calentamiento global, existen muchas teorías sobre lo que es este	100%	Gases de invernadero en la atmosfera

E6, E7, E8, E9 y E10)	fenómeno y la más acertada, propone que es causada por <i>gases de invernadero</i> , creados por los humanos. (E2)		
2 (E1 y E5)	El derretimiento del hielo polar es causado por el mismo ser humano que o tiene conciencia y hace acciones laborales que ayudan a la economía, pero no al medio ambiente. La Antártida y el polo norte están perdiendo mucha cantidad de hielo y esto es causado por (...) la descomposición de <i>desechos sólidos</i> . (E5)	20%	Desechos sólidos
1 (E1)	En mis palabras el derretimiento del hielo polar es causado gracias al muy conocido y mayormente peligroso incremento del calor masivo o calentamiento global y este es producido por diferentes puntos determinantes, como: El efecto invernadero, (...) la gran cantidad de <i>satélites artificiales</i> alrededor de la atmósfera de la tierra, etc.(E1)	10%	Satélites artificiales
2 (E5 y E10)	El derretimiento del hielo polar. Este es una consecuencia mundial ya que los humanos han causado este calentamiento global. El calentamiento global se crea por qué se va mucho CO2 a la atmósfera, y cuando los rayos del sol entran por la atmósfera no pueden salir se quedan circulando en ella. Esto ocurre gracias a (...) <i>deforestación</i> (E10)	20%	Deforestación
1 (E5)	El derretimiento del hielo polar es causado por el mismo ser humano que o tiene conciencia y hace acciones laborales que ayudan a la economía, pero no al medio ambiente. La Antártida y el polo norte están perdiendo mucha cantidad de hielo y esto es causado por (...) la utilización de <i>fertilizantes en la agricultura</i> (E5)	10%	Uso de fertilizantes agrícolas

Fuente: Elaboración propia

Como resultado frente a esta pregunta se encuentra que: el 100% que son las 10 respuestas obtenidas de los estudiantes reconocen a los gases de efecto invernadero como el principal causante del calentamiento global. También se encontró un porcentaje de 20% lo cual son 2 respuestas en donde los estudiantes tienen en cuenta la deforestación (E5 y E10) y en este mismo porcentaje, se encontró respuestas que mencionan los desechos de residuos sólidos (E1y E5) como causantes de esta problemática ambiental. Finalmente, un 10 % que corresponde a 1 respuesta considera que el uso de satélites (E1) y otra respuesta consideran que el uso de fertilizantes en la agricultura (E5) hace parte de las causas que genera el problema del calentamiento global.

Frente a lo anterior se puede decir que todos los estudiantes identifican la emisión de gases de efecto de invernadero como la principal causa del derretimiento del hielo polar. Y en algunos casos, realizan explicaciones un poco más completas donde tiene en cuenta otras

causas que no suelen ser relacionadas de forma directa, tales como la deforestación, el desecho de residuos sólidos y el uso de fertilizantes en la agricultura. Sin embargo, hay una respuesta que se alejan un poco de las posibles causas que generan este problema, la del uso de satélites. Aun así, se puede observar que una gran cantidad de estudiantes van encaminadas a nociones importantes que permiten generar una buena explicación frente a este fenómeno térmico.

g) Uso de prácticas experimentales basadas en resolución de problemas

Rodríguez y Marín (2019) afirman que el uso de actividades experimentales incide positivamente en la construcción de explicaciones a fenómenos. En la tabla 15 se muestra las fases de la práctica experimental basada en resolución de problemas realizada a partir de los aportes de Marín, M. (2010) y con algunas modificaciones.

Tabla 15. Fases de la práctica experimental basadas en resolución de problemas

Práctica experimental como pequeña investigación		
Fases		Momento didácticos de la práctica experimental
Planeación	Plantear una situación problemática experimental vinculando fenómenos y contenidos de estudio Diseño de las actividades experimentales	Pre- experimentación
Aplicación	Aplicación de las actividades experimentales que favorezcan la solución de la situación problemática basada en metodologías investigativas	Trabajo experimental
Evaluación	Solución a la situación problemática experimental	Post-experimentación

Fuente: Propia adaptada de Marín, M (2010)

h) El uso de situaciones problemáticas experimentales

Según García, G. (1998) citado por Marín, M (2010) “Las situaciones problemáticas se definen como situaciones objetivas que generan un estado psíquico de dificultad intelectual que provocan preguntas y la necesidad de elaborar respuestas y que pueden marcar el momento inicial de pensamiento porque el hombre comienza a pensar sólo cuando aparece la necesidad de comprender algo. Exigen la interpretación de situaciones reales, lo que requiere de la comprensión de la situación, y de estrategias para utilizar y transformar esta información para llegar a la resolución del problema”. Recientemente Rojas C., y Torres G., (2016) han planteado el uso de situaciones problemáticas de tipo experimental (SPE), en el desarrollo de competencias. En este sentido, la tabla 16 se propone 12 situaciones problemáticas

experimentales que se formulan de acuerdo al tipo de la explicación que se pretende promover en los estudiantes.

Tabla 16. Relación preguntas y tipo de explicación a fenómenos

Pregunta orientadora	Tipo de explicación
Hoy día, la nevera se ha vuelto parte del diario vivir de todos los hogares, tanto así que la mayoría de los hogares tienen una para mantener los alimentos frescos y conservarlos. <i>¿Cómo explicas que la nevera pueda mantener bajas temperaturas en su interior?</i>	Explicación Descriptiva
Las ventanas permiten ver los paisajes exteriores de una casa y le da un cierto nivel de estética, aunque en temporada de lluvias es responsable de perder 1/3 del calor en un hogar. <i>¿Por qué el calor se “pierde” dentro del hogar en las habitaciones dónde hay ventanas?</i>	Explicación Descriptiva.
El motor de un carro libera mucho calor al medio y puede calentar muchas partes de carro. <i>¿Por qué la cabina del vehículo no quema a los pasajeros?</i>	Explicación interpretativa
Algunas personas comen en su desayuno uno o dos huevos cocidos, pero al terminar su preparación usted quiere coger el huevo pero no puede. <i>¿Cómo crees que el huevo se va enfriando y por qué sucede esto al aire libre?</i>	Explicación interpretativa
Durante temporadas de baja temperatura, es normal que diferentes personas sientan la ausencia del calor, por ende muchos hogares deciden usar chimeneas. <i>¿Por qué las personas usan la chimenea para calentarse en días fríos?</i>	Explicación causal
A diferencia de los animales como una zorra o un oso, que nacen con abrigos de piel integrados, los seres humanos venimos a este mundo con poca protección contra las condiciones ambientales severas. Por lo tanto, se afirma que la búsqueda de la comodidad térmica se remonta hasta los principios de la historia humana. Se cree que los primeros seres humanos vivieron en cuevas que les proporcionaban refugio y protección contra las condiciones térmicas extremas. <i>¿Por qué un abrigo nos ayuda a mantener nuestra temperatura corporal en época de invierno?</i>	Explicación Causal
<i>En la vida cotidiana de las personas, se usa el microondas para calentar los alimentos, preparar crispetas, darle toques a pasteles etc. ¿Por qué usamos el microondas para calentar los alimentos?</i>	Explicación causal
Las casas que han sido construidas con tejas de zinc, o de asfalto tienden a presentar altas temperaturas al interior de estas. <i>¿Cómo adecuar el techo de mi casa (hecho de teja de zinc) para disminuir la sensación térmica que sentimos en días calurosos?</i> <i>¿Qué adecuación se podría hacer al techo de mi casa (hecho de teja de zinc) para disminuir la sensación térmica que sentimos en días calurosos?</i>	Explicación Predictiva
Siempre que vamos a un lugar donde hay un aire acondicionado encendido, se dice que se debe mantener las puertas y ventanas cerradas. <i>¿Por qué se aconseja mantener las puertas cerradas en una habitación que tiene el aparato de aire acondicionado encendido?</i>	Explicación Predictiva
En la vida cotidiana las personas deben preparar diferentes tipos de alimentos para adquirir nutrientes a través de estos, para su consumo algunos de estos	Explicación Predictiva

alimentos deben ser preparados por cocción. <i>¿Qué crees que sucede cuando unas papas se le aumenta la temperatura y por qué?</i>	
Todos los días ingresan grandes cantidades de rayos de luz provenientes del sol, además de esto el efecto invernadero es un proceso natural que mantiene esa energía de calor en la tierra por ciertos tipos gases. <i>¿Qué crees que sucede si los gases que retienen la energía en forma de calor aumentan?</i>	Explicación Predictiva

Fuente: Elaboración propia

i) El uso de diversos tipos de actividades experimentales

Es útil proponer el uso de diversos tipos de actividades experimentales para la construcción de explicaciones basados en la teoría de transferencia de calor aplicada al fenómeno del derretimiento del hielo polar. Entre los tipos de actividades encontramos las experiencias, el experimento y la pequeña investigación.

Tabla 17. Actividades experimentales

Tipo de actividad experimental	Descripción	Objetivo
Experiencia	Experiencia 1: Para iniciar se le va a pedir al estudiante depositar en un recipiente agua un cubo de hielo y lo dejaremos dentro de casa a temperatura ambiente, vamos a calcular el tiempo en que se demoran en derretirse. También toma la temperatura con la que inicia el agua antes de depositarle los hielos y la final después de que se derriten los hielos. Escribe tus observaciones ¿La temperatura será más alta que la de ambiente o más baja? ¿Por qué? Experiencia 2: Repitamos la experiencia anterior con un pequeño cambio: en un recipiente con agua coloca un cubo de hielo, pero ahora lleva el recipiente en un lugar donde pueda darle el sol directo al recipiente. Toma de nuevo el tiempo para saber qué tan rápido se derrite el hielo. También toma la temperatura con la que inicia el agua antes de depositarle los hielos y la final después de que se derriten los hielos. ¿Qué pudiste observar? ¿El tiempo de duración en que se derrite el hielo en la experiencia 1 es mayor o menor que el tiempo que duró en la experiencia 2? ¿En cuál de las dos experiencias se derritió el hielo primero y por qué? ¿Crees que se presentó transferencia de calor en la experiencia 2? Explica teniendo en cuenta las formas de transferencia de calor. ¿Cómo puedes comparar lo que pasa en la experiencia realizada con la situación del derretimiento del hielo polar? Cerrar con ideas abordadas por los estudiantes y concluir.	Comprendo las formas de transferencias de calor y explico fenómenos a partir de experimentos sencillos.

Experimento	Para iniciar se va a tomar una caja de cartón y se a realizar por uno de sus lados un orificio para introducir un bombillo de los amarillos, dentro de esta se va a introducir un recipiente con agua que ocupe la mayor cantidad de la caja que sea posible. Deja la casa con las tapas de arriba sin cerrar, introduce el hielo y enciende el bombillo, calcula ¿cuánto tiempo se demora en derretirse el hielo? Después vas a repetir el experimento pero ahora vas a cerrar con las tapas de la caja o una tapa que permita cerrar bien la parte superior y vas encender el bombillo. Y vuelves a calcular ¿Cuánto tiempo se demora en derretirse el hielo? ¿En cuál de los dos experimentos se demoró más en derretirse el hielo?¿Por qué crees que sucedió de esa manera? Haz de cuenta que la caja sin cerrar es la atmosfera de la tierra que permite la entrada de diferentes rayos provenientes del sol y su salida de forma natural y si pones la tapa de la caja vas a generar lo mismo que ocurre en la tierra cuando los rayos del sol no pueden salir de la tierra. ¿Cuál sería el fenómeno representado en el experimento y por qué se relaciona con el fenómeno natural? ¿Por qué sucede esto en la tierra y qué tipo de transferencia de calor está presente? Se recogen ideas y se cierra.	Comprender por qué se da el derretimiento del hielo polar y explicarlo.
Pequeña investigación	Primero se le va solicitar a los estudiantes que busque preguntas que les interese resolver desde el deshielo de los polos. Segundo cuando se tengan las preguntas se va escoger entre todos los estudiantes una pregunta y se va a empezar a generar hipótesis sobre la respuesta. (La pregunta debe ser compleja y debe tener respuesta desde diferentes áreas del conocimiento). Tercero, se les pedirá que investiguen formas de resolver la pregunta, que lean sobre el tema y lo involucren desde la ciencia y las diferentes ramas que lo acompañan. Cuarto, se les solicitará que en grupos traten de dar la mejor solución para mitigar esta problemática, pero la solución debe ser bien estructurada y lo sustentarán y deberán responder preguntas a los demás para ver qué tan viables es su propuesta. Por último se recogerán las mejores ideas y con ellas se realizará el cierre de la pequeña investigación.	Que los estudiantes reconozcan las problemáticas ambientales que presenta su entorno y adquieran la habilidad de argumentar sobre el fenómeno y pueda brindar posibles soluciones.

Fuente: Elaboración propia

j) El uso de rúbricas para evaluar la competencia explicar fenómenos en ciencias naturales

Según Cano, E. (2015) mencionan que para evaluar las competencias se puede hacer uso de las rúbricas como instrumento de evaluación, entre los motivos a favor son: a) por el valor formativo (versus sumativo) y formador; b) por la posibilidad de guiar un proceso (versus valorar un producto); c) la apropiación de los criterios por parte del alumnado y de mejora del rendimiento académico, llegando a concluir que las rúbricas poseen un gran potencial para influir sobre el aprendizaje de los estudiantes positivamente. Para la evaluación de la competencia explicar fenómenos en ciencias se propone la rúbrica que fue adaptada de la propuesta por Rodríguez y Marín (2019). La tabla 18 muestra la rúbrica.

Tabla 18. Rúbrica de evaluación de la competencia de explicación a fenómenos

Rúbrica de evaluación de la competencia de explicación a fenómenos				
Tipos de explicaciones a fenómenos	Indicador	Desempeño		
		Bajo	Medio	Alto
Explicación descriptiva	Identifica los componentes del fenómeno.			
	Enumera cualidades, propiedades y características del fenómeno identificando lo esencial de dicho fenómeno.			
	Entrega la mayor cantidad de información respecto al fenómeno observado, sin que esta sea innecesaria.			
Explicación interpretativa	Refiere a las condiciones en que se presenta el fenómeno.			
	Identifica las distintas maneras en que se puede manifestar el fenómeno, es decir, cómo es su comportamiento inicial y bajo el efecto de la manipulación experimental.			
	Es capaz de relacionar el fenómeno con la teoría científica correspondiente.			
	Identifica los conceptos científicos involucrados.			
	Da la importancia adecuada a cada parte del fenómeno.			
	Categoriza las variables involucradas según incidencia en el fenómeno.			
	Produce razones o argumentos y establece relaciones entre ellos y con la teoría en el que se incluyen los contenidos de la justificación.			
	Analiza las causas del fenómeno y produce argumentos que contiene relaciones de tipo causal explícitamente.			

Explicación causal	Posee claridad en los conceptos y modelos. Sus representaciones mentales del fenómeno son simples y adecuadas.			
	Aprovecha sus propios conocimientos científicos para mejorar su representación mental del fenómeno.			
	Plantean pruebas empíricas de las proposiciones de la teoría			
	Produce una o varias razones o argumentos para hacer comprensible el fenómeno.			
Explicación predictiva	Anticipa el comportamiento del fenómeno, es decir, se pronostican eventos que aún no ocurren y que pueden ser explicados antes de que sucedan, apoyados en la teoría.			
	Identifica los factores fundamentales que influyen en el fenómeno.			
	Analiza eventos que aparentemente son diferentes, pero representan el mismo fenómeno.			
	Entrega soluciones válidas a la problemática que representa el fenómeno, basadas en sus conocimientos científicos.			

Fuente: Adaptada Rodríguez y Marín (2019) desde los aportes de Pruebas externas (Saber y Pisa)

CONCLUSIONES

Para finalizar es importante recordar la finalidad de este trabajo, la cual es: Brindar aportes didácticos para la enseñanza que contribuyan a la promoción de la competencia “explicar fenómenos” aplicada al estudio de la transferencia de calor en estudiantes de grado octavo desde el uso de actividades experimentales contextualizadas como estrategia didáctica.

En este sentido, con el desarrollo de esta investigación se puede concluir que la relevancia que tienen las actividades experimentales para fomentar la competencia de explicar fenómenos, ya que este tipo de actividades, específicamente las que se basan en la resolución de problemas contextualizados, porque poseen características muy valiosas que pueden ser aprovechadas por el docente dentro de su práctica. Además le permite a los estudiantes vivenciar el proceso de mientras se motivan y aprenden desde su diario vivir, donde como se sabe los estudiantes pueden lograr desarrollar mucho más su capacidad argumentativa y de análisis lo que hará que, posiblemente pueda generar mejores explicaciones sobre los fenómenos térmicos desde la naturaleza.

De igual forma se puede afirmar que es muy útil proponer el uso de diversos tipos de actividades experimentales para la construcción de explicaciones basados en la teoría de transferencia de calor aplicada al fenómeno del derretimiento del hielo polar ya que le permite a los estudiantes estar participando en una problemática que nos involucra a todos, y le permite aprender desde su contexto. Además abordarlos desde cualquiera de los tipos de actividades que se mencionan a continuación: las experiencias, el experimento y la pequeña investigación.

Sumado a lo anterior, los intereses cognoscitivos de los estudiantes frente a la problemática de los polos, nos indica dos aspectos importantes a la hora de tener en cuenta en el diseño de las propuestas educativas. El primero consiste en abordar en gran medida la consecuencia del aumento del nivel del mar como una situación de interés social. Y en el segundo aspecto, consiste en la necesidad de tener en cuenta una participación interdisciplinar el cual involucre a otras asignaturas diferentes a las de ciencias naturales y medio ambiente

para estudiar el fenómeno del derretimiento del hielo polar de tal forma que se planteen situaciones que le puedan permitir al estudiante construir una explicación más holística frente al fenómeno térmico de estudio.

De estos resultados podemos decir que, en gran medida, tal como se encontró en los resultados, existe un gran interés por parte de los estudiantes en estudiar esta problemática desde distintos campos del conocimiento. En este caso se le atribuye una considerable atención a las preguntas que se pueden resolver desde áreas diferentes a las relacionadas con las ciencias naturales y ambientales. Esto es de gran importancia ya que los estudiantes muestran una disposición inicial a abordar esta problemática como un asunto que demanda distintos saberes para entenderlo y explicarlo, esto debe incentivar a los maestros a buscar cada una nueva forma de llegar a sus estudiantes, tanto para que aprendan un conocimiento como para que les sirva realmente en diario vivir.

Por otro lado, teniendo en cuenta la información obtenida frente a las dificultades que los estudiantes en cuanto a esta competencia en la cual se evidenciaba falencias que se ven reflejadas en las pruebas saber 11. Estas falencias que estaban relacionadas en la entrevista realizada jefe del área de ciencias naturales podrían ser mejoradas por medio de la propuesta de las actividades experimentales presentadas en este trabajo. Teniendo en cuenta estas consideraciones se diseñan actividades que recogen los aspectos identificados frente a los intereses metacognitivos y los conocimientos iniciales que tenían los estudiantes, con el objetivo de que docentes en ejercicio y los futuros docentes tengan herramientas didácticas para el diseño de sus clases

Dentro de las recomendaciones es evidente, que un aspecto fundamental en la clase de ciencias debe ser el incentivar a los educandos a leer, escribir y hablar sobre ciencia, teniendo en cuenta la importancia de construir explicaciones descriptivas, interpretativas, causales y predictivas sobre los fenómenos naturales, además, este trabajo rescata la importancia de la implementación de las actividades presentadas en este escrito, y así mismo hacer un proceso evaluativo que permita reconocer si hay mejoras en la construcción de explicaciones de fenómenos por parte del estudiantado. Para que de esta forma se puedan realizar modificaciones y adaptaciones pertinentes. Dentro de estos cambios se pueden explorar otros tipos de actividades experimentales que existen con el fin de nutrir la propuesta y obtener mejores resultados de acuerdo a las particularidades de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, S. y Numan, SM (2015). Potencialidad de la educación en gestión de desastres a través del sistema de aprendizaje abierto ya distancia en la universidad abierta de bangladesh. *Revista en línea turca de educación a distancia* , 16 (1), 249-260.
- Arango, L. A. (2016). *Habilidades Cognitivo Linguisticas de Pensamiento Social en Estudiantes de una Institución Educativa de la Ciudad de Cartago a Través de la Enseñanza y Aprendizaje del Concepto De Justicia*. [Tesis de Maestría, Universidad Tecnológica De Pereira].
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/142777>
- Barrera, F. J., Ramírez, S. A., Sánchez, E., Pérez, J. A., Cruz, A. (2021). Mecanismos de Transferencia de Calor. *TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río*. Vol. 8, No. 16. 38-42 Recuperado el 23 de julio de 2022 de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/issue/archive>
- Bernal, M. Z & Flores, S. I. (2020). *Implementación De Actividades Experimentales En El Área De Ciencias Naturales Para El Quinto Año De Educación General Básica De Unidad Educativa "16 De Abril" De La Ciudad De Azogues*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Educación].
<http://repositorio.unae.edu.ec/handle/123456789/1481>
- Borja, J. C.; Brochero, Y. J. & Corro, R. U. (2017). *Estrategias didácticas para el desarrollo de la competencia científica explicación de fenómenos en la conceptualización de las relaciones ecológicas*. [Tesis de Maestría, Fundación Universitaria del Norte].
<http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/7698/130290.pdf?sequence=1>
- Bujedo, J. G., Fernández, V. J. P., Domínguez, M. T. G., & García, A. G. (s.f.). *Fundamentos de explicación científica para la Psicología*. Universidad de Huelva.
- Caamaño, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. *Revista Aula de Innovación Educativa*. [Versión electrónica]. Recuperado de <https://formacioncontinuaedomex.files.wordpress.com/2012/10/anexo-s1p1.pdf> el 19 de Julio de 2022.
- Cano, Elena. (2015). Las rúbricas como instrumento de evaluación de competencias en educación superior: ¿uso o abuso? *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, vol. 19, núm. 2, mayo - agosto, 2015, pp. 265-280.

- Cardenas, M. & Ragout De Lozano, S. (1997). Análisis De Una Experiencia Didáctica Realizada Para Construir Conceptos Fundamentales De Termodinámica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 4(2), 170-178
- Cárdenas, M., & de Lozano, S. R. (1996). Explicaciones de procesos termodinámicos a partir del modelo corpuscular: una propuesta didáctica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 343-349.
- Cázares, A. G. L. (2014). La Actividad Experimental En La Enseñanza De Las Ciencias Naturales. Un Estudio En La Escuela Normal Del Estado De México. *Ra Ximhai*, 10(5), 135-148.
- Chang, R. (2002). *Química* (Ed.7). McGraw- Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V.
- Doménech, J. L. & Limiñana, R. (2013). La superficialidad en la enseñanza del concepto de energía: una causa del limitado aprendizaje alcanzado por los estudiantes de bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(3), 103-119.
- Eder, M. L.; Adúriz-bravo, A. (2008). La Explicación En Las Ciencias Naturales Y En Su Enseñanza: Aproximaciones Epistemológica Y Didáctica. *Revista Latinoamericana De Estudios Educativos (Colombia)*, 4(2), 101-133.
- Espejel, A. & Flores, A. (2015). Conocimiento y percepción del calentamiento global en jóvenes del bachillerato, Tlaxcala. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(6), 1277-1290.
- Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D., & Hernández-Ramírez, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281.
- García Barros, S., Martínez Losada, M.C Y Mónde Alonso, M. (1998). Hacia la innovación de la actividades prácticas desde la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 16(2), pp. 353-366.
- Garcia Hourcade, J.L. & Rodriguez De Avila, C. (1985). Preconcepciones Sobre El Calor En 2º De B.U.P. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 3(3), 188-193.
- García, M., Calixto, R. (1999). Actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica. *Perfiles Educativos*, (84). [Fecha de Consulta 24 de Julio de 2022]. ISSN: 0185-2698. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13208408>

- García-Carmona, A., Criado, A.M. (2010) La competencia social y ciudadana desde la educación científica: Una experiencia en torno a la energía nuclear. *Investigación en la Escuela* 71, 25-38.
- Gómez, A. A. (2006). Construcción de explicaciones científicas escolares. *Revista Educación y Pedagogía, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación*, 18(45), 73-83.
- González, J. C. (2011). La historia de la teoría electroquímica y su contribución a la promoción de la explicación científica en la química escolar. *Revista científica*, 14(2), 8-20.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- ICFES (2010). *Colombia en PISA 2009. Síntesis de resultados*. Bogotá, Colombia: Cadena.
- ICFES (2018). Reporte de resultados por aplicación del Examen Saber 11° para establecimientos educativos.
- ICFES, (2019). *Marco de referencia de la prueba de ciencias naturales Saber 11.º*. Bogotá: Dirección de Evaluación, Icfes.
- IDEAM (2007). *Información Técnica Sobre Gases De Efecto Invernadero Y El Cambio Climático*. Recuperado el 13 de Julio de 2022 de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>
- Izquierdo, M., Sanmartí, N. & Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45-59.
- Joao, J. D., Tamayo, B. A. E., Argüelles, L. Á. G., & García, M. R. C. (2013). La actividad experimental: definición de sus conceptos principales. Su formación, desarrollo y evaluación en las carreras de Ciencias Pedagógicas universitarias. *Pedagogía Universitaria*, 18(2).
- Jordán, E. (2017). *Las Actividades Experimentales Como Estrategia De Enseñanza Para Promover La Construcción De Explicaciones Sobre Los Factores Que Influyen En El Crecimiento Vegetal*. [Trabajo de Pregrado, Universidad Del Valle]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/14160>.
- López, A. M., & Tamayo, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 1445-166.
- Machado, M., & Mena, M. L. (2014). La enseñanza y aprendizaje del derecho humano al buen trato para la formación del pensamiento social, apoyados en la webquest con estudiantes

- del grado 5 de la Institución Jaime Salazar Robledo. [Tesis de Maestría, Universidad Tecnológica de Pereira] <https://repositorio.utp.edu.co/items/2b090a8b-847f-44a8-b82d-f601a00299ed>
- Malagón, F.; Sandoval, S.; Ayala, M. M. (2013). La Actividad Experimental: Construcción De Fenomenologías Y Procesos De Formalización. *Praxis Filosófica Nueva serie*, (36), 119 – 138.
- Marín, Q. M. (2010). El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas. *Revista educyt*, 1, 37-52
- Marín, Q. M. (2008). *El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas en el laboratorio. Un caso particular la combustión*. [Tesis de Maestría, Universidad del Valle].
- McWhirter, N. D., & Shealy, T. (2018). Teaching decision-making for sustainable infrastructure: a wind energy case study module. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 19(5), 893-911.
- MEN (2006). Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- MEN (2016). Derechos Básicos de Aprendizaje, ciencias naturales. Bogotá, Colombia: *Panamericana Formas E Impresos S. A.*
- Morote, A. F., Olcina, J. (2020). El estudio del cambio climático en la Educación Primaria: una exploración a partir de los manuales escolares de Ciencias Sociales de la Comunidad Valenciana. *Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada*, 59(3), 158-177.
- Muñoz, F. Y. (2013). *Enseñanza De Los Conceptos De Calor Y Temperatura Utilizando El Experimento Como Herramienta De Cambio Conceptual*. [Trabajo de Maestría. Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21623>
- Muñoz, T. G. (2003). El cuestionario como instrumento de investigación/evaluación. *Centro Universitario Santa Ana*, 1-3
- Neira, L., Pérez, E. (2016). Temperatura Y Calor. Conceptos Básicos En Los Textos De Física En La Educación Media General. ARJÉ. Revista de Postgrado FaCE-UC. Vol. 10 N° 19. Recuperado el 23 de julio de 2022 de: <http://arje.bc.uc.edu.ve/arj19/art03.pdf>
- Niño, M.N., Pedraza, N. Z. (2015). Construcción De Explicaciones En Clase De Ciencias: La Experiencia En El Humedal El Burro [Tesis para otorgar título de magister en Docencia de las ciencias naturales, Universidad Pedagógica Nacional de Colombia] Repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia

- la<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/318/TE-18739.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- OCDE (2016). Resultados *PISA 2015. Draft science framework*. <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf> (Consulta: 02/03/21) <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>
- OCDE. (2005). *La definición y selección de competencias clave: Resumen ejecutivo*. <http://deseco.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dsceexecutivesummary.sp.pdf>
- OCDE. (2014). Resultados De PISA 2012 En Foco: Lo Que Los Alumnos Saben A Los 15 Años De Edad Y Lo Que Pueden Hacer Con Lo Que Saben. Recuperado el 15 de mayo de 2022 de https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA2012_Overview_ESP-FINAL.pdf
- Osorio, Y.W. (2004). El experimento como indicador de aprendizaje. *Boletín PPDQ*, 43(1), 7-10.
- RAE (2022). *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed., [versión 23.5 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [24 de julio de 2022].
- Ramos, A. I., Herrera, J. A., Ramírez, M. S. (2010). Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: Estudio de Casos. *Comunicar*, XVII, (34). 201-209. Recuperado el 15 de mayo de 2022 de <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3268/TEULE%20MELERO%2C%20JUDITH.pdf?sequence=1>
- Rivas, M. (2008). *Procesos Cognitivos Y Aprendizaje Significativo* Madrid: Subdirección General De Inspección De Educativa De La Vice consejería De La Organización Educativa De La Comunidad De Madrid. Recuperado el 15 de mayo de 2022 De <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001796.pdf>.
- Rodríguez, V. & Díaz. H. S. (2012). Concepciones Alternativas Sobre Los Conceptos De Energía, Calor Y Temperatura De Los Docentes En Formación Del Instituto Pedagógico En Santiago, Panamá. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 12(3),1-26.[fecha de Consulta 5 de Julio de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44723985005>
- Rodríguez, V. A. y Marín, M. (2019). *Incidencia de las Actividades Experimentales en la Construcción De Explicaciones Sobre la Descomposición del Peróxido de Hidrógeno*

en Docentes en Formación Inicial de Ciencias Naturales. [Tesis de grado, Universidad Del Valle].

Rojas C., y Torres G., (2016). Situaciones Problemáticas Experimentables (SPE), en el desarrollo de competencias científicas como eje articulador el equilibrio químico. Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional.

Sampieri, R., Collado, C., Lucio, P. (2006). Metodología de la Investigación. Recuperado de <http://tsmetodologiainvestigaciondos.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/175/2021/05/U5-Ampliatoria-Hernandez-Sampieri-Cap-10.pdf> el 25 de julio de 2022.

Sánchez, A. C., & Gómez, R. R. (2013). Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Amazonia investiga*, 2(3), 30-53.

Sánchez, I. R; Herrera, E. & Rodríguez, E. C. (2020). Collaborative problem solving efficacy in cognitive linguistic skill development and in the academic performance in physics. *Formación universitaria*, 13(6), 191-204.

Séré, M.G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 357-368.

Tejero González, J. M. (2021). *Técnicas de investigación cualitativa en los ámbitos sanitario y sociosanitario*. Ediciones de la universidad de castilla-la mancha.

Vargas, D. L. (s.f.). Los Tipos De Trabajo Práctico Experimental Como Herramientas Para Mejorar Las Prácticas. *PPDQ Boletín*, (48), 34-48

Young, H. D. & Freedman, R. A. (2013). Física Universitaria Volumen 1. Pearson Educación <http://www.untumbes.edu.pe/vcs/biblioteca/document/varioslibros/0437.%20Sears%20y%20Zemansky.%20F%C3%ADsica%20universitaria.%20Vol.%20I.pdf>