



La experimentación en la clase de física y el desarrollo de la argumentación: análisis de una secuencia didáctica acerca de la transferencia de calor.

Katherine Molina Benítez

Fabian Estiven Giraldo

Thomas Arias Agudelo

Trabajo de grado presentado para optar al título de: Licenciado en Matemáticas y Física.

Asesores

Ángel Enrique Romero Chacón, Doctor (PhD) en Epistemología e Historia de las Ciencias.

Natalia Muñoz Candamil, Magister (MSc) en Educación en Ciencias Naturales.

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Licenciatura en Matemáticas y Física.

Medellín, Antioquia, Colombia

2022

Cita	(Arias Agudelo, Molina Benítez & Giraldo Echeverri, 2022)
Referencia	Arias Agudelo, T., Molina Benítez, K., & Giraldo Echeverri, F. E. (2022). <i>La experimentación en la clase de física y el desarrollo de la argumentación: análisis de una secuencia didáctica acerca de la transferencia de calor.</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Grupo de Investigación Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza (ECCE).

Línea de investigación: La experimentación en la enseñanza de la física.



Centro de Documentación Educación

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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/ director: Wilson Bolívar Buriticá

Jefe departamento: Cartúl Vargas Torres

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

Agradecimientos

Queremos agradecer primeramente a todas aquellas personas que estuvieron siempre allí ayudándonos y dándonos su apoyo incondicional durante todo este proceso.

A nuestros asesores Ángel Enrique Romero Chacón y Natalia Muñoz Candamil, por su paciencia, dedicación, esfuerzo y compromiso con nuestro trabajo de grado, gracias a ellos por sus recomendaciones e instrucciones fue posible la realización y finalización de esta investigación.

A la Institución Educativa Comercial de Envigado, por abrirnos las puertas a la experiencia de ser maestros y poder desarrollar nuestra investigación.

Al profesor Yirsén Aguilar, por ser nuestro coordinador de prácticas donde nos aconsejó con sabiduría el cómo ser mejores maestros y darnos la confianza de dirigir sus grupos de estudiantes.

A los estudiantes por permitirnos enseñarles, estar atentos y participativos en nuestros espacios de enseñanza.

A los padres de familia por brindarnos la confianza y permitir a sus hijos enseñarles y participar en esta investigación realizada.

Y, por último, pero no menos importante a mis compañeros de trabajo de grado por su paciencia, amor, travesuras, sabiduría, conocimiento, consejos y tantas experiencias que compartimos juntos en el desarrollo de este trabajo de grado, que sin ellos esto no hubiera sido posible.

Muchas gracias a ustedes por leer nuestro trabajo de grado y esperamos que les sirva en sus investigaciones, consultas o guías que estén realizando.

Tabla de contenido

Resumen	9
Introducción	11
Planteamiento del Problema.....	14
Justificación.....	21
Objetivos	26
Objetivo General.....	26
Objetivos Específicos.....	26
Marco Teórico	27
El Carácter Histórico y Social del Conocimiento Científico	27
Experimentación Cualitativa y Exploratoria	31
Procesos de Comprensión y Desarrollo de la Argumentación	40
Metodología.	45
Enfoque de la Investigación	45
Descripción del Contexto	47
Fases de la Investigación.....	47
Implementación de la Secuencia Didáctica.....	49
Selección de Unidades de Análisis.....	56
Sobre las Categorías de Análisis	57
Análisis de la Información	59
Hallazgos	62
La Experimentación Como Medio Posibilitador del Desarrollo de la Argumentación	62
La Actividad E.C.E en Relación con la Construcción del Fenómeno de Transferencia de Calor	70
El Papel de la Historia como Articulador en la Construcción de Conocimiento	82

Conclusiones89

Referencias94

Anexos.....99

Lista de tablas

Tabla 1. Fases de la investigación y sus momentos.	48
Tabla 2. Red de categorías, indicios y algunas unidades de análisis.	54
Tabla 3. Cruces con categorías.....	60

Lista de figuras

Figura 1 Transferencia de calórico.....	35
Figura 2 Ejemplo de codificación.	56
Figura 3 Globo reventado.....	76
Figura 4 Globo con agua.	77
Figura 5. Globo con agua sobre la vela.....	77
Figura 6 Mojando el globo por fuera.	78
Figura 7 Tapando llama de la vela.	79

Siglas, acrónimos y abreviaturas

MSc	Magister Scientiae
PhD	Philosophiae Doctor
UdeA	Universidad de Antioquia
PEI	Proyecto Educativo Institucional
IECE	Institución Educativa Comercial de Envigado
ECE	Experimentación Cualitativa y Exploratoria

Resumen

La enseñanza de las ciencias en los contextos educativos siempre ha sido objeto de estudio; en particular, la experimentación en las clases de ciencias ha presentado múltiples proyectos educativos en los que se pretende mejorar las habilidades argumentativas de los estudiantes en las aulas de clase. Sin embargo, pese a estas propuestas investigativas, la experimentación en las clases de ciencias continúa impartándose de una forma tradicional en la que se lleva a cabo bajo unas reglas establecidas. Como eje problemático se muestra que esta manera de asumir la actividad experimental, ha presentado dificultades en el desarrollo de estas habilidades en los estudiantes.

De acuerdo a lo anterior, se presenta una propuesta pedagógica dirigida a estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa Comercial de Envigado, con el propósito de dinamizar y articular los procesos de comprensión y habilidades argumentativas a través de la experimentación cualitativa exploratoria. Se propone una secuencia didáctica de actividades experimentales bajo un enfoque cualitativo de la investigación tomando como referentes teóricos fragmentos de primera fuente en torno a los fenómenos de transferencia de calor.

Para el análisis e interpretación de la información, se toman los enunciados de siete estudiantes de undécimo pertenecientes al semillero de Física de la Institución Educativa. Por medio de un análisis de contenido se pone de manifiesto en los hallazgos la construcción social del conocimiento científico en la actividad experimental, el desarrollo de los procesos de comprensión y habilidades de argumentación y algunas reflexiones del papel de la historia en la actividad científica.

Palabras clave: Experimentación cualitativa exploratoria, argumentación, comprensión, historia, transferencia de calor.

Abstract

The education of science in educative contexts always has been a subject of studies; The experimentation in science's lessons have been presenting numerous educative projects in which it's intended goal is to improve the argumentative abilities of students in classrooms. Nevertheless, despite these investigative motions, the science's experimentation in classrooms is ongoing instructing with a traditional manner following established rules. As problematic axle, it is showed that this manner of assume the experimental activities has been presenting difficulties in the student's development of abilities.

In accordance with the foregoing, it is introduced a pedagogical motion targeted to the eleventh-grade students of the "Institución Educativa Comercial de Envigado", with intent of construct dynamics in comprehension process and argumentative abilities through the explorative qualitative experimentation. It is proposed a series of experimental and didactic activities under a qualitative approach of investigation taking as references the heat transference phenomena.

For the understanding and analysis of information, it is taken seven students' set out from the physics hotbed. Through an analysis of content, it is showed the social constructions discoveries of the scientific knowledge in experimental activities, development of comprehension process, argumentative abilities and some reflections about the role in history of scientific activity.

Key words: explorative qualitative experimentation, argumentation, comprehension, history, heat transference.

Introducción

El presente trabajo de grado surge como propuesta a la necesidad de incorporar una mirada alternativa de la experimentación en la enseñanza de la física debido a que, usualmente la perspectiva desde la cual se aborda se enmarca dentro del paradigma positivista, lo que genera una tendencia a privilegiar la teoría sobre la práctica. En este sentido, la experimentación desde esta perspectiva alternativa posibilita potenciar los procesos cognitivos presentes en la construcción de conceptos en la clase de física; como lo son el desarrollo de habilidades argumentativas y una mejor comprensión de los temas físicos. La experimentación vista desde el campo cualitativo y exploratorio permite desjerarquizar el papel de la ciencia como un estudio ya acabado, permitiendo a los estudiantes poder participar de esta construcción de conocimiento, retomando ideas de científicos que han hecho parte históricamente del fortalecimiento de los conceptos que hoy en día se abordan en cualquier espacio relacionado con el estudio de la física y en este caso la transferencia de calor.

Tomando en cuenta que este trabajo de investigación se desarrolla desde un paradigma cualitativo con enfoque interpretativo, el cual se realizó por medio de estudio de caso instrumental, con la intención de analizar los procesos de comprensión y de habilidad argumentativa de los estudiantes. Este trabajo se estructuró en cuatro capítulos:

- ✓ La problemática, justificación y objetivos de lo evidenciado en el espacio de prácticas y lo que esperamos se pueda aportar en el mismo. Como problemática se identificaron falencias en los procesos de comprensión y la habilidad argumentativa en el campo de física, esto se dio en las observaciones realizadas de los grupos de educación media en la IECE, y aunque la experimentación haga parte de sus proyectos de aula y documentos rectores se ha visto solo como una herramienta de clase y se espera que este pueda tomar un papel más relevante en cualquier tema de física e incluso en cualquier grado de escolaridad.
- ✓ En el marco teórico se dará claridad de los conceptos, ideas y autores que van a sustentar la investigación, tomando en cuenta una serie de análisis históricos y epistemológicos en relación a la construcción del conocimiento científico.
- ✓ En el marco metodológico se dará a conocer el enfoque de la investigación, la construcción de la secuencia didáctica y las técnicas de recolección de información, para conseguir alcanzar nuestros objetivos en la IECE, se tomó un grupo de estudiantes pertenecientes al

grado undécimo que asistieron al semillero de física en el cual se hizo intervención en el año 2021; la secuencia didáctica implementada se dividió en cuatro sesiones en las que se priorizó el trabajo escrito, el diálogo entre pares, debates críticos, trabajos en equipo, trabajo individual y actividades experimentales sin guías procedimentales.

- ✓ Finalmente se tendrá los hallazgos, donde se presentará la triangulación de información con el marco teórico, objetivos y unidades de análisis; en este capítulo se evalúa el alcance de la secuencia didáctica diseñada en términos de las reflexiones suscitadas en los estudiantes, los objetivos propuestos y la problemática que motivó el desarrollo de este trabajo. En los hallazgos identificados se resaltan las virtudes y posibilidades que representa la inclusión de una perspectiva de construcción de conocimiento con carácter social e histórico, dado que los estudiantes lograron incorporar en sus procesos de aprendizaje la discusión, los consensos, el reconocimiento de posturas divergentes, la defensa de proposiciones argumentadas y justificadas en la construcción de conocimiento científico. Por otra parte, la experimentación cualitativa exploratoria motivó a llevar a cabo prácticas distintas cuyas intenciones no estuvieran dadas por un guion o por una serie de pasos predeterminados, lo cual devino en una actividad experimental donde los estudiantes eran los principales protagonistas, puesto que se evidenciaron procesos de identificación de regularidades, postulación de explicaciones a partir de sus observaciones y montajes experimentales, cuyos propósitos se enfocaban en las características que ellos creían más relevantes alrededor de la transferencia de calor.

Las conclusiones finales que se presentan ponen en confrontación la problemática identificada con los hallazgos arrojados en la implementación de la secuencia didáctica, cuyo balance fue mayormente positivo en cuanto a la intención que tuvo la experimentación en los procesos de comprensión del fenómeno físico abordado y el desarrollo de habilidades argumentativas, además de generar un reconocimiento del papel de la historia como un recurso transversal y enriquecedor en las discusiones llevadas al aula.

Con relación a las recomendaciones, se logró percibir la necesidad de generar más estrategias que integren el diálogo en la construcción de conocimiento en el aula, por lo cual, no solo en clase de física se vuelve enriquecedor este tipo de alternativas sino también en las demás

disciplinas. Un trabajo interdisciplinar por proyectos potenciaría la comprensión en diferentes temáticas a la par, como lo puede abordar el desarrollo de habilidades argumentativas, este trabajo mediado por la experimentación cualitativa exploratoria se considera que tendría una proyección más integral y abarcaría gran parte de las necesidades en relación al desarrollo cognitivo de los estudiantes.

Planteamiento del Problema

Las consideraciones expuestas en este trabajo de investigación corresponden a tres aspectos sobre los cuales se centró la identificación de la problemática. En primer lugar, abordaremos el análisis de documentos tales como: Proyecto Educativo Institucional (PEI), mallas curriculares, planes de área, en relación a las cuestiones que tienen que ver con la enseñanza de la física. Como segundo aspecto discutiremos sobre los elementos problemáticos identificados en las observaciones adelantadas en las clases de física de la institución. Por último, pondremos en dialogo al respecto de esta problematización, una revisión de literatura que nos ayuda a profundizar sobre el por qué estos aspectos descritos en las observaciones generan tensiones en la enseñanza de la física. A continuación, se presentará el desarrollo de estos.

En la Institución Educativa Comercial de Envigado, logramos analizar a través del PEI, que su modelo pedagógico se da principalmente “desde la ciencia y la tecnología, en el cual se hace énfasis en los procesos cognitivos y desarrollo de habilidades como medio para lograr la formación con sentido humano”(IECE, 2019, p. 59) y que además de esto, permite que la ciencia sea una construcción entre el maestro y el estudiante, cambiando así la idea de que la ciencia no está terminada, pero además, de que otra forma de aceptar la ciencia es permitir que los humanos organicen sus experiencias, actividades sociales, mediadas por intereses políticos, económicos, éticos, e históricamente estructuradas, lo cual se considerara como una actividad humana (IECE, 2019).

En una revisión al proyecto de área de ciencias naturales, encontramos entre toda la planeación y actividades propuestas, que éstas se relacionaban con las prácticas experimentales motivadas por el ciclo didáctico fundamentado en Jorba y San Martí (1994), presentando entre ellas actividades experimentales que se pueden llevar a cabo en clase. Sin embargo, no se hace un desarrollo muy amplio sobre cuál es la función de dichas actividades experimentales en las estrategias de enseñanza, en el mismo documento se hace referencia al espacio del laboratorio como:

Laboratorios: Se usan para el trabajo de los diferentes entornos, dotado con implementos, reactivos y medios audiovisuales. Se cuenta con laboratorios virtuales y de banco. En el virtual se profundiza en la creación de condiciones para la ocurrencia de los

fenómenos o situaciones; en los laboratorios de banco, se conceptualiza y se forma en el uso y manejo de los instrumentos. (IECE, 2018, p. 19).

En las líneas anteriores, se plantea una tendencia a concebir el espacio de experimentación como un espacio donde se reconoce la posibilidad de generar condiciones para la ocurrencia de fenómenos, así como permitir espacios donde el estudiante llegue al encuentro con distintas observaciones que le permitan concretar conceptualizaciones.

Similarmente, en las mallas curriculares para el área de ciencias naturales logramos percibir que se hace un intento por plantear actividades que involucren experiencias prácticas, si bien en la lectura de estas no se indica la justificación teórica o práctica para la enseñanza de la física, se considera que en su mayoría tienen como propósito generar situaciones experimentales donde el estudiante tenga la posibilidad de por lo menos construir ideas iniciales alrededor del fenómeno físico que se esté abordando en ese momento.

A pesar de estas consideraciones alrededor del papel del experimento, según los documentos rectores de la institución para el área de ciencias, aún sigue sin esclarecerse el énfasis del experimento en todo el entramado de construcción de conocimiento en la clase de física, pues en las mallas curriculares, que es donde encontramos que se proponen algunas actividades experimentales, se hace hincapié en asuntos relacionados con habilidades investigativas como se dispone en el PEI, por lo que alrededor del aspecto experimental se deja ver una ausencia en lo referente a su fundamentación, justificación, propósitos y papel dentro de las secuencias didácticas.

De acuerdo a lo anterior, se hace necesario reconocer que los procesos de profundización y de explicitación en los argumentos epistemológicos que sustentan el uso de las prácticas experimentales en los documentos rectores, tanto de la institución como del área de ciencias naturales, en nuestro sentir se puede nutrir con estrategias de enseñanza que integran la investigación con la práctica propiamente experimental.

Ahora bien, con respecto al proceso de observación en la Institución Educativa, vale la pena mencionar que en sus inicios se hizo de manera virtual, pero por fortuna, poco tiempo después se dio la posibilidad de conocer el espacio físico e interactuar en las clases con los estudiantes,

permitiéndonos identificar ciertos elementos que entraban en conflicto con lo encontrado en los documentos rectores de la Institución.

En este sentido y en relación con lo que sucedía en ese tránsito entre virtualidad y presencialidad, se evidenciaba de manera muy fuerte que los estudiantes mostraban desánimo o pérdida de interés por las clases, dado que el proceso de estudio que dejó la educación virtual les mantuvo en un estado de dispersión y desconcierto, que se podía evidenciar en ese reencuentro al acto presencial de la educación.

Superando todas las situaciones en la forma en como los estudiantes regresarían a la presencialidad. En el espacio físico logramos observar que en el desarrollo de las clases los estudiantes recibían información y explicaciones expuestas por el profesor sin cuestionar nada de lo transmitido, además se evidencia una ausencia de actividades experimentales a pesar de lo expuesto en los documentos de la institución, situación que podía deberse a que no se tenía una disposición clara con respecto al espacio de experimentación o al uso de dichos instrumentos fuera de este, lo cual condujo a que en la gran mayoría de las clases se optara por una estrategia de enseñanza que consistía en tres momentos: Explicaciones magistrales por parte del profesor, desarrollo de talleres enfocados a ejercicios de libro, algunas preguntas conceptuales y, por último, una evaluación tipo examen que recogiera lo aprendido sobre la temática. Esta metodología en nuestra opinión dificultaba la construcción de conocimiento y en definitiva la comprensión de conceptos en física.

Así pues, esta estrategia utilizada en la clase de física y la falta de claridad en los conceptos y la falta de algún tipo de actividad experimental en el contexto educativo, nos permitió identificar como eje problemático que esto ha conllevado a que se vea afectada la capacidad de los estudiantes para responder de manera argumentada cuestiones que se presenten en las dinámicas de la clase, evidenciado en esas actitudes de pasividad al recibir cantidades de información sin presentar signos de entusiasmo, inquietud o por lo menos de duda en pro de responder con razones y justificaciones, sus respuestas eran automáticas y mecánicas en las que se percibía el uso exclusivo de la memoria. Se hizo habitual que en el contexto de educación virtual la falta de participación en el desarrollo de las clases, lo que se replicó en la presencialidad, era indicio de esta misma problemática asociada a la falta de construcción activa por parte de los estudiantes y a la réplica memorística de los conceptos expuestos por el profesor.

Ahora bien, sumado a la falta de atención y motivación por parte de los estudiantes se identificó en las observaciones realizadas en el desarrollo de las clases que generalmente en las explicaciones que desarrolla el profesor, muchos estudiantes realizan otras actividades o no se disponen correctamente para escuchar e interactuar. Esta situación puede deberse a la falta de construcción de relaciones con la experiencia práctica, es decir, a la ausencia de actividades experimentales, pues si bien en los documentos rectores mencionados en párrafos anteriores, se propende por construir desde la práctica, en el aula realmente solo se han visto discusiones teóricas y resolución de ejercicios sin pasar por el experimento. Dicha situación, que genera en los estudiantes falta de motivación en los procesos de construcción de conceptos y, por ende, no disponen de una actitud crítica en relación con esa información que les llega.

Este hecho ha generado que el papel de la experimentación en las prácticas de enseñanza tenga una connotación subsidiaria de la teoría, en este sentido, las clases de física se convierten en un espacio donde solo se deja que los estudiantes repliquen guías de aprendizaje para llegar a unos resultados ya preestablecidos, por ende, estas guías dibujan un panorama un tanto restrictivo en cuanto a las posibilidades de utilizar otros esquemas para el estudio de un fenómeno físico. En esta línea de consideraciones y de acuerdo con Ferreiros y Ordoñez (2002) “la tendencia a privilegiar los aspectos teóricos del conocimiento sobre cualquier otro de sus rasgos, (...) lo empírico tiende a ser considerado como algo situado en los márgenes, (...) los procesos propios de la actividad experimental desaparecen de la reflexión metodológica.” (p. 49).

Los hechos descritos anteriormente, no permiten entonces que los estudiantes desarrollen la capacidad de análisis y mucho menos la curiosidad, situación que genera en gran medida ver a la ciencia como ya terminada. Desde otro ángulo, la comprensión en la clase de física es uno de los primeros elementos para tomar en consideración. La perspectiva de Guidoni et al (1990) se entiende la comprensión como esa capacidad de organizar la experiencia, lo cual da criterios para proceder con base a lo recogido en la práctica sensorial y que se representa por medio del lenguaje, transformándose así en un proceso de construcción de conocimiento que parte desde la práctica. Por tal motivo, al haber ausencia de documentos que incluyan actividades experimentales, este proceso del desarrollo de la comprensión se limita a escuchar información pasivamente, por ello, desde Guidoni se constituye en algo problemático, al no traer a colación experiencias que posibiliten hacer construcciones conceptuales.

En consecuencia la enseñanza de los conceptos físicos que se desarrolla en el contexto se ve privilegiada por el estudio de ideas desarticuladas de los fenómenos de los cuales provienen, así, los estudiantes se ven limitados a utilizar abstracciones complejas para ellos, pues no han construido desde una base experiencial un entramado de relaciones que llenen de significado aquel idea que se plantea comprender, donde se ha logrado establecer “en estudios de casos, que los estudiantes después de pasar por los cursos formales de física no comprenden los conceptos que se enseñan y menos todavía, los fenómenos asociados a ellos” (Viennot, 2002, como se citó en García y Estany, 2011, p. 15). Lo cual, ocasiona que el proceso de aprendizaje del estudiante se limite a replicar lo que ya está resuelto en los libros de texto, de manera que utilice esquemas ya “acabados” de las ciencias para que los ajusten a las soluciones dadas en estos; hecho que no invita al estudiante a reflexionar la construcción de su saber, por tanto, también limita su desarrollo en habilidades de pensamiento crítico.

Por ende, ubicamos este tipo de educación científica como una “iniciación relativamente dogmática en una tradición preestablecida para la solución de problemas” (Kuhn, 1980, p. 83), circunstancia que da evidencia de una educación que limita el alcance por parte de los estudiantes en los aspectos argumentales que fundamentan su accionar, tanto en la actividad científica propiamente como en escenarios de discusión política. Con fundamentar su accionar se hace referencia al otro asunto en el cual centramos nuestras consideraciones, la argumentación. Así, el desarrollo de esa habilidad argumentativa se orienta para que exista una formación crítica que se haga evidente tanto en sus respuestas, las cuales contengan fundamento o apoyo en razones bien cimentadas, como en sus decisiones o en sus reflexiones con miras a defender sus posturas en los intercambios de ideas que sostengan con los demás.

En atención con lo anterior, cobra sentido lo expuesto por Romero et al (2013) quienes proponen que la enseñanza de las ciencias debe estar dirigidas a las diferentes perspectivas con que se manejan los conceptos específicos, y no a las actitudes críticas y específicas con que los estudiantes aprenden a juzgar y a llegar a resultados específicos expuestos por sus profesores.

Por el contrario, lo que encontramos en el desarrollo de estas estrategias de enseñanza descritas en la observación, dejan en evidencia vacíos en los procesos tanto de comprensión como en lo referente a la argumentación, ya que, al no disponer de momentos de discusión en esa construcción de explicaciones en el aula, no se da a conocer ni se disponen a defender sus

perspectivas ni su forma de ver el mundo. Por tanto, no se exterioriza los fundamentos que establecen en su base argumentativa para dar respuesta a observaciones de hechos relacionados con fenómenos naturales. De modo que, “conviene propiciar una enseñanza para el cuestionamiento y la crítica, una enseñanza para aprender a argumentar y para actuar de forma razonada” (Romero et al, 2013, p. 39).

Hay entonces, una necesidad latente de revisar cuán efectivas son estas estrategias que tienen en su fundamento una concepción de ciencia, como una actividad estrictamente rígida y de carácter absolutista, motivo por el cual Greca y Moreira (1998) ubican como obstáculo para la comprensión del aprendizaje de conceptos físicos, al afirmar que: “Presentar a los estudiantes una serie de postulados y a partir de ahí «inferir» la teoría –como si fuese una rama de las matemáticas– no significa que éstos comprenderán los fenómenos que esa teoría explica.” (p. 291). El último elemento que tomamos en consideración es el factor histórico, que se articula como recurso dinamizador en los procesos de construcción de conocimiento y desarrollo de habilidades argumentativas.

Ahora bien, en las observaciones hechas durante las clases de física en el centro de práctica, se percibe la poca articulación del conocimiento histórico de la actividad científica en el desarrollo de las mismas. Este hecho, es problemático al no otorgarle la importancia a ese recorrido histórico se está desconociendo gran parte de las dinámicas del proceder en ciencias, situación que podría utilizarse en cambio para mostrar a los estudiantes el carácter social de la construcción de conocimiento.

Esta mirada histórica incluida en la enseñanza de las ciencias, podría ser una alternativa promisoría para adelantar desarrollos conceptuales en los estudiantes, como lo menciona Ayala (2006). La recontextualización de lecturas de obras originales se constituye en un elemento articulador de reflexiones alrededor de la actividad científica y el propio contenido de la física; apuntando no solo a reconocer el carácter social de la ciencia, sino que también a permitir identificar en las dinámicas de la construcción histórica de conocimiento, cuáles fueron los procesos y dificultades por los que pasaron distintos científicos para concretar sus ideas y complementar la de sus predecesores.

En suma, la problemática se ubica alrededor de una ausencia en la fundamentación de la actividad experimental en el aula de clases, además de que, en la práctica, es decir, en el desarrollo de las clases de física, se mantiene la perspectiva heredada de enseñar ciencias como ya acabada y privilegiando la teoría sobre la experimentación, suceso que desencadena en vacíos en las construcciones de conocimiento, imposibilidad al desarrollar procesos de argumentación y omisión de procesos de reconstrucción histórica en relación con la actividad científica y aprendizaje en ciencias.

Justificación

Es por tal motivo que encontramos la importancia del desarrollo de esta investigación, pues desde las nuevas perspectivas de las prácticas experimentales se propone una formación del concepto desde una visión más dinámica, que integre tanto proceso como producto, “un experimento es pues, un espacio de concreción y dinamización de la actividad conceptual y formal” (Ayala et al. 2011, p. 51). A partir de lo cual se potencien la capacidad argumentativa, crítica y propositiva del estudiante, en entornos cotidianos donde que se refleja lo político, social y cultural como en entornos académicos; en los cuales, de manera fluida se dé cuenta de procesos efectivos de comprensión y así mismo, pueda responder de forma crítica alrededor de los fenómenos físicos abordados.

Además, abordando la enseñanza de la física desde una mirada alternativa o perspectiva epistemológica distinta como la propuesta por Ferreirós y Ordóñez (2002), la cual pone en consideración el papel que juega la experimentación en el entramado de la actividad científica, como aquella que no prioriza en el énfasis de los elementos teóricos, ni en los elementos experimentales, sino más bien, que tenga en cuenta la valiosa relación dialéctica entre lo uno y lo otro, permitirá generar así, desarrollar habilidades prácticas y argumentativas en los estudiantes y a su vez, adquirir una visión distinta de lo que es el quehacer científico. Por lo cual, los procesos de reflexión alrededor de este el estudiante introducirá en su transitar por el mundo una actitud más holística, considerando que, en la construcción de cualquier espacio o escenario de interacción social, no hay leyes totalizantes o absolutas por las cuales regirse sino más bien, que hay una multiplicidad de saberes igualmente valiosos que todos en su conjunto aportan en esa construcción de sociedad.

Desde esta perspectiva de la actividad experimental denominada cualitativa y exploratoria de lo que “se trata simplemente es de *probar* lo que pueda hacer con el nuevo experimento o dispositivo, de varias las circunstancias imaginativamente y ver qué pasa. (...) Nótese, además, que para estos resultados no es necesario una cuantificación o medición precisa”. (Ferreirós y Ordóñez, 2002, p. 64). Con relación a esto último, un abordaje de la ciencia desde una perspectiva social y de carácter exploratorio, motivaría a generación de discusiones en torno a la

experimentación, lo cual en sí mismo, desde autoren como Romero et al (2013) posibilita el desarrollo de su capacidad argumentativa

También agregamos que en la concepción de los experimentos que se tiene desde esta perspectiva, es preciso construir de la mano con experiencias sensoriales, por lo tanto, se tiene que lograr que los estudiantes tengan una “experiencia sensorial” no es porque sea “bueno” o “porque alguien lo dijo”. La experiencia sensorial se debe de implementar porque todos nuestros conceptos están en constante evolución a partir de la forma en como poseemos y organizamos las sensaciones, con formas y patrones que forman parte de nuestros modos de vivir (Arcá et al, 1990). En atención a lo anterior, las experiencias sensoriales juegan un papel fundamental a la hora de comprender, pues percibimos el mundo y lo que nos rodea a través de nuestros sentidos, y si la enseñanza se centra solamente de una manera teórica sin ir a la realidad, no permitiría un acercamiento adecuado a las ciencias, generando el no querer aprenderlas y huir de las mismas.

Por lo tanto, se tiene una visión de ciencia no acabada, de la cual pueden surgir nuevas consideraciones, revisando antiguos procesos de formación de conocimiento. Como dice Ayala (2006) se “propone mostrar el carácter dinámico de la física destacando preguntas, métodos y respuestas que los físicos y pensadores se han planteado sobre los fenómenos físicos a lo largo de la historia.” (p.7). Lo cual muestra como la física se fue desarrollando por medio de problemáticas, cambiando su forma de verla a través del tiempo, mostrando que la ciencia aún se construye y se va formando con los surgimientos de nuevas ideas y sucesos relevantes que cambia la época, por ejemplo los cambios de ver el movimiento del universo donde antes se tenía la visión ptolemaica la cual tomaba en el centro la tierra y los demás cuerpos celestes giraban alrededor de ella, lo cual cambió a la llegada de Copérnico que al experimentar, y observar el mundo encontró irregularidades con el sistema actual, llevándolo así que la tierra no era el centro, sino que también se movía, adecuando una nueva teoría tomando el sol como centro, y muchos otros sucesos que se dieron durante la historia de la física.

Por tanto utilizar la historia como estrategia didáctica en conjunción con la experimentación cualitativa exploratoria, permite a su vez en el proceso de construcción de conocimiento en la clase de física, un aporte en el desarrollo de la argumentación, dado que a través de la problematización de esas diferentes visiones de mundo, se genera un espacio de debate y de diálogo, por medio del

cual los estudiantes exponen argumentos que defiendan sus ideas, fundamentadas en los procesos de comprensión que se vienen construyendo en el desarrollo de la actividad de análisis histórica.

Vale la pena mencionar en este punto, algunas investigaciones relacionadas con elementos de comprensión y de desarrollos de la argumentación como primer momento, las cuales sientan un precedente y nos permiten delimitar los alcances y proyecciones de esta investigación. Algunos autores como Grisales (2018), en su trabajo de grado habla sobre potenciadores de pensamiento crítico a través de la contextualización de fenómenos de dilatación térmica, Fonseca y Castiblanco (2020), en su artículo que plantea sobre el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo a partir de la enseñanza del sonido, Poveda (2010), se enfoca sobre si ¿es posible desarrollar el pensamiento crítico a través de la resolución de problemas en física mecánica? Carcer (1983), menciona las dificultades en la comprensión de las explicaciones en los textos guía de física. Justamente estos autores nos muestran la importancia de seguir investigando sobre la comprensión y el desarrollo de la argumentación, ya que justamente estos autores muestran una seria preocupación a la hora del desarrollo de la argumentación en la física y las dificultades que se presenta al comprenderla, ya que como mencionamos en líneas anteriores, esta (hablando de la física) se tiende a repetir lo que dicen los demás o lo que está escrito en el texto guía, en donde solo se centra en memorizar información y replicarla, por tanto estos antecedentes, proponen métodos o diferentes actividades de las cuales los estudiantes puedan mejorar la capacidad de comprender y argumentar, tomando a la enseñanza de la física como medio para poder extrapolarlo a su vida y no quede como un conocimiento que solo sirve para el aula o la clase de física.

Como vemos el problema de la comprensión en ciencias ha sido abordado a partir de múltiples temáticas, así como la indagación sobre el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, entre ellas la argumentación; se encontró trabajos donde su eje articulador apuntan a la experimentación de manera más explícita. Algunos de los autores que abordan este asunto de la experimentación en la enseñanza de la física con fundamentación en reflexiones meta científicas son Amelines y Romero (2017), Giraldo Quinto y Romero (2017) y Medina (2011). Estas investigaciones sirvieron como insumo en la medida que su desarrollo se centra en proponer, construir y fundamentar secuencias didácticas para la enseñanza en física, con énfasis en la mirada particular de experimentación que en este trabajo hemos resaltado en líneas anteriores. En este sentido Amelines y Romero (2017) resaltan el carácter social de la construcción de conocimiento,

el cual da lugar a revisiones de fragmentos históricos con la intención de reconocer las dinámicas propias de la actividad científica. Además, desarrollan una profundización en cuanto al papel del instrumento en la construcción de fenomenologías, dándole la importancia a la fundamentación y conocimiento del instrumento y no tanto al mero uso del mismo. Medina (2011), realiza una investigación en torno a la enseñanza de la electrostática, donde el énfasis se centra en la práctica experimental más que en el seguimiento de teorías, mediciones y cálculos sistemáticos que no requieren un pensamiento reflexivo, que se pregunte por la bases y fundamentaciones como construcciones propias y ligadas al contexto. Giraldo Quinto y Romero (2017), presentan un trabajo con relación al fenómeno de flotabilidad en un contexto escolar, su énfasis lo centran en las discusiones generadas alrededor de las actividades experimentales y los análisis se profundizan con base en la perspectiva de construcción social de conocimiento.

Adicionalmente, en cuanto a el trabajo con el concepto de transferencia de calor y a su vez relacionara esta línea de experimentación cualitativa exploratoria o similares, se encontró solo un antecedente que es el autor Torres (2021) donde en su trabajo de grado habla sobre la actividad experimental, su papel en la construcción de conocimiento científico y en la enseñanza de las ciencias: el caso de la transferencia de calor por radiación térmica. Como solo encontramos un antecedente referente a esta línea y justamente es reciente del 2021, por tanto, la proyección de este trabajo se direcciona en la contribución de insumos a esa base de experiencias alrededor de la experimentación y las reflexiones meta científicas en relación con la construcción de conocimiento en la escuela y el desarrollo de la argumentación.

Para concluir y siguiendo con las consideraciones expuestas anteriormente con relación al contexto donde se ubica esta investigación, se puede decir que no hay en las estrategias de enseñanza utilizadas en el contexto educativo, especialmente en las actividades experimentales y en la concepción de experimentación (difusa en la fundamentación teórica de los documentos rectores), una conexión o articulación entre la comprensión de fenómenos físicos y el desarrollo de habilidades argumentativas. Por lo cual, atendiendo a la importancia de esta conexión o vínculo en la clase de física, pretendemos aportar una estrategia desde la experimentación que aborde estas dos dimensiones, ya que al tener una cercanía con los conceptos y poder desarrollar ideas, se posibilitará en los estudiantes una articulación de reflexiones con la que puedan crear argumentos

y análisis, así como, defender sus posturas y también cambiar de opinión si se es necesario lo cual apunta a una flexibilidad de pensamiento.

Tomando en cuenta las anteriores consideraciones nos planteamos la siguiente pregunta de investigación.

¿De qué manera una perspectiva de experimentación exploratoria cualitativa dinamiza y articula procesos de comprensión, acerca del fenómeno de transferencia de calor y la capacidad de argumentación en un grupo de estudiantes de educación media en la IECE?

Objetivos

Objetivo General

- Analizar de qué manera la experimentación de tipo cualitativa exploratoria dinamiza y articula procesos de comprensión acerca del fenómeno de transferencia de calor y la capacidad de argumentación.

Objetivos Específicos

- Identificar las contribuciones de una estrategia didáctica, centrada en actividades experimentales cualitativa exploratorias con el uso de fragmentos históricos, al desarrollo de la comprensión del fenómeno de transferencia de calor y de los procesos argumentativos en estudiantes de educación media.
- Examinar las reflexiones suscitadas por los estudiantes alrededor de la construcción y comprensión del concepto físico de transferencia de calor a partir de la implementación de actividades experimentales como aspecto dinamizador del desarrollo argumentativo.
- Identificar las contribuciones que la filosofía de las prácticas experimentales tiene en la formación de habilidades argumentativas orientadas a tomar decisiones críticas y fundamentadas en el entorno social que se mueve el estudiante.

Marco Teórico

Partimos de la base que la didáctica de las ciencias ha venido transformándose hacia una dirección más constructivista, de manera que la enseñanza no se centra exclusivamente en el contenido específico disciplinar, con una aproximación a problemática que privilegia la memorización acrítica, sino que hay una tendencia cada vez más creciente de incluir elementos de la historia, la filosofía y la sociología de las ciencias para enriquecer y complementar la manera en que se construye el conocimiento científico escolar, de manera que, asumiendo esta perspectiva de abordar e implementar la enseñanza de la ciencias se propone un enfoque alternativo en las estrategias didácticas, el cual vamos a ampliar en los siguientes apartados.

En el presente marco teórico se hace necesario clarificar algunas ideas claves, cuyos aportes fueron el sustento para el desarrollo de esta investigación, con el fin de establecer desde qué perspectiva entendemos estos conceptos y cuál es la intención con la que construimos las actividades propuestas.

La elaboración y construcción se apoyó en las consideraciones enmarcadas en el ámbito del análisis histórico y epistemológico de las ciencias como fundamento de propuestas de enseñanza, y específicamente centrándonos en las potencialidades de la experimentación en relación con la construcción de conocimiento científico, el desarrollo de la capacidad de argumentación y el carácter social de la construcción de conocimiento.

El Carácter Histórico y Social del Conocimiento Científico

En diferentes espacios de aprendizaje y de discusión es común escuchar en las personas una concepción con base en la cual consideran como aspectos separados las ciencias naturales y las humanidades. Se menciona, en este sentido, que las ciencias tienen un carácter más individual y que la construcción de conocimiento científico está relacionada exclusivamente con aspectos racionales y cognitivos (Díaz y Carmona, 2016). Esta concepción ha venido cambiando conforme a una perspectiva que se sitúa bajo la línea sociológica de la construcción de conocimiento científico, generando así que en los análisis o los desarrollos en ciencias se tengan en cuenta aspectos como la cultura y el contexto en el cual sus procesos y participantes están inmersos.

A la luz de esta perspectiva se concibe a la ciencia como una construcción social, similar a las demás actividades humanas, y por ende su constitución y desarrollo presenta importantes interrelaciones con la sociedad y cultura. Esta perspectiva sociológica tiene como característica entonces el reconocimiento de la influencia de la sociedad sobre la ciencia y viceversa. Para poner en evidencia este reconocimiento Díaz y Carmona (2016) plantean la necesidad de construir cultura científica que permita incorporar las nociones básicas de la ciencia, la comprensión de sus aspectos metodológicos, así como la caracterización de la naturaleza de las ciencias y una democratización en la toma de decisiones acerca de sus procesos y resultados.

En este sentido, para contribuir en esa relación constitutiva entre sociedad y ciencia se hace necesario formar entorno al conocimiento sobre los rasgos más importantes de la está; ¿qué es?, ¿cómo funciona?, ¿cuáles son sus fundamentos epistemológicos?, sus métodos entre otros elementos. Para favorecer en esa formación alrededor de dichos aspectos Díaz y Carmona (2016) consideran que los análisis críticos de la historia en la ciencia y el estudio de controversias científicas apoyan esa tarea como recurso para la culturización en ciencias.

En particular, el abordaje y discusión de las controversias científicas posibilita el conocimiento de los desarrollos en ciencia, dado que las divergencias de planteamientos conducen a un camino arduo donde las partes oponentes intercambian ideas, pruebas y nuevos descubrimientos en pro de solucionar la problemática que les incumbe; así, en una especie de proceso dialectico, tesis y antítesis se confrontan para impulsar una síntesis que recoge amplia y profundamente lo mejor de ambas proposiciones. Además, el estudio de controversias científicas ayuda, según Díaz y Carmona (2016), a poner de manifiesto las cosas que salieron bien, así como las cosas que salieron mal, proporcionando un marco de referencia entorno a los complejos procesos y cambios que ha tenido un concepto científico o incluso los cambios de la ciencia en general.

Cabe destacar que las controversias científicas utilizadas en la enseñanza de forma a problemática no proporcionan nada nuevo que complemente los procesos de aprendizaje; no obstante, utilizadas de manera adecuada permite incorporar revisiones reflexivas y críticas acerca de tópicos articulares de las ciencias y de su dinámica por parte de los estudiantes. Por tal motivo, la historia como herramienta para la enseñanza en ciencias, se presenta como recurso dinamizador en los procesos de construcción de conocimiento.

Complementariamente, autores como Ayala (2006) particularizan con propuestas enfocadas en el trabajo entorno a los análisis histórico-críticos, en el cual se retoman lecturas de obras originales con el propósito de establecer un dialogo entre las ideas del físico en consideración con las ideas de la persona que reconstruya ese proceso de comprensión del fenómeno.

Desde esta perspectiva, para la inclusión de esta herramienta en la enseñanza de las ciencias se deben tener en cuenta diferentes intenciones, como lo enuncia Ayala (2006), las cuales van desde la caracterización del propio conocimiento científico, pasando por la recuperación de argumentos que ponen en evidencia a la ciencia como una actividad donde intervienen sujetos con sus visiones de mundo particulares. En este sentido, se tienen que poner en evidencia las diferentes perspectivas y confrontaciones alrededor de los fenómenos que se estudian, esto con la intención de llevar al aula estrategias didácticas que muestren las posibles relaciones entre el desarrollo del conocimiento científico en los diferentes momentos históricos y el desarrollo individual que el estudiante construye en su momento particular.

Igualmente, la inclusión de la historia y la epistemología de las ciencias como elemento dinamizador en el aula, lleva a reflexionar sobre la pregunta del pasado por el presente, “y en consecuencia implica reconstruir el pasado desde el presente y viceversa. De esta forma la historia debe ser permanentemente reconstruida, lo mismo que las líneas de desarrollo que se puedan establecer.” (Ayala, 2006, p.26).

Hay que mencionar, además, que bajo esta perspectiva sociológica se hace necesario también la inclusión de acciones que posibiliten la interacción y la construcción en comunidad. Por consiguiente, la idea del diálogo y del discurso son elementos que siempre deben estar presentes a la hora de abordar los análisis entorno a la construcción y validación del hecho científico que se gesta en una comunidad; consecuentemente, la concreción de consensos y el buen manejo de las controversias (“del buen uso de las querellas”) son aspectos que en definitiva tocan el factor colectivo de la construcción de conocimiento. Estos elementos, propios de una perspectiva sociocultural de las ciencias, propuestos por autores como Fleck (1986), Shapin (1991), entre otros, serán desarrollados a continuación.

De acuerdo con estos autores, el proceso de conocer no es una actividad que se lleve a cabo individualmente, sino que en ello influyen los factores sociales y culturales que permean al sujeto

que conoce; en este sentido, la temporalidad también es un elemento a tomar en cuenta dado que dependiendo de la época en la que se desarrolle un nuevo conocimiento, éste se verá influenciado por los paradigmas imperantes en ese momento determinado. Sobre este hecho, afirma Fleck (1986), que la elaboración de conocimiento no es una construcción individual, sino que más bien es el resultado de una actividad social, ya que “el estado del conocimiento de cada momento excede la capacidad de cualquier individuo.” (p. 86).

Bajo esta premisa, es necesario establecer cuáles son específicamente esas dinámicas que permiten movilizar avances en el conocimiento; para ello, surge la consideración alrededor de que es fundamental generar espacios de discusión con la intención de recoger las ideas y planteamientos de quienes participan en el proceso de construcción de conocimiento, de modo que se establezcan consensos que dejen claridad entorno a los hechos puestos en consideración sobre un fenómeno en particular, posibilitando así que las diferentes personas puedan ponerse de acuerdo y determinar en conjunto la mejor representación o explicación de los fenómenos discutidos.

Dicho establecimiento de consensos se hace importante dada la multiplicidad de formas de ver el mundo y de que, además, no todas las personas fijamos nuestra atención en las mismas observaciones, dado que sobre un fenómeno son variados los elementos que conforman el mismo, es decir, que sobre un mismo fenómeno puede haber un número muy elevado de reflexiones u observaciones, todas distintas, en algunos casos refiriéndose a lo mismo pero con diferentes palabras, en otros casos, constituyéndose en distintas perspectivas del fenómeno.

Por lo tanto, se hace necesario establecer criterios o de dicho de una mejor forma, construir “hechos” con los cuales no se deje ningún lugar a duda de que lo observado corresponde con los fundamentos del fenómeno. Así pues, siguiendo a Shapin (1991), la multiplicación de testimonios es la fiel representación de que las declaraciones se relacionan con la naturaleza que se muestra ante las experiencias, estos testimonios son entonces los que edifican el fenómeno, no son una sencilla descripción aislada, el conjunto del entramado discursivo constituye la formación del concepto y la validación del mismo.

Experimentación Cualitativa y Exploratoria

Como mencionamos en el planteamiento del problema y en los objetivos propuestos, la concepción de experimentación sobre la cual parten las consideraciones de esta investigación es una perspectiva que surge en contraposición a la mirada tradicional de la construcción de conocimiento científico, heredada del paradigma positivista. En este sentido, se hace necesario inicialmente aclarar, delimitar y profundizar las denominadas experimentación guiada y experimentación exploratoria, con la intención de resaltar la necesidad que existe en reconciliar la complementariedad que constituye la relación entre teoría y experimentación.

Dicho lo anterior, comencemos por revisar algunas de las características de la experimentación guiada. Como bien se puede inferir, este tipo de experimentación ciñe su desarrollo a planteamientos guiados por una o varias teorías establecidas previamente, con el objetivo de verificar hipótesis o enunciados teóricos surgidos de dichas teorías mediante una serie de pasos experimentales cuidadosamente diseñados, y acciones o instrucciones sistemáticas, análogos a los de una receta (Ferreirós y Ordóñez, 2002).

Esta mirada de la experimentación encuentra su origen en la tradición positivista y en la tendencia clásica de la filosofía de la ciencia, donde se privilegia la conceptualización y la teorización por encima de cualquier otro aspecto en esa construcción de conocimiento. Esto genera entonces, una visión reducida de la construcción de conocimiento consistente en asumir que las formulaciones de teorías determinan y guían el trabajo experimental, o que dicho trabajo es una mera aplicación de la teoría consistente en la recogida de mediciones y datos cuantitativos precisos. Es allí donde se manifiesta la “inclinación a reformular cualquier cuestión o problema de la filosofía de la ciencia en términos exclusivamente conceptuales o teóricos.” (Ferreirós y Ordóñez, 2002, p. 49).

Por otra parte, la experimentación exploratoria históricamente se ha caracterizado por tomar relevancia en las etapas iniciales del desarrollo de algún concepto, su énfasis en lo exploratorio posibilita que, en esas primeras fases de desarrollo científico, cuando aún no hay una teoría formulada, se consiga la identificación de regularidades y la individualización de efectos y situaciones cuyo propósito es caracterizar y comprender un fenómeno. Es por ello que la relevancia de estas consideraciones sobre el tipo de experimentación exploratoria se justifica en que ella hace

parte “fundamental de los procesos de formación de conceptos (parte indispensable de los procesos de formación de datos).” (Ferreirós y Ordóñez, 2002, p. 62).

Teniendo en cuenta lo anterior, resaltamos esta última perspectiva de la experimentación dada la pertinencia en cuanto a esa necesidad de buscar mecanismos alternos de entender la construcción de conocimiento y, con ello, fundamentar las estrategias didácticas orientadas de otra forma y con otras intenciones, focalizadas no tanto en el producto sino más bien hacia el proceso, no tanto en la verificación de la teoría sino en la complementariedad entre experiencia y teoría.

Asumimos, en este sentido, las palabras de Steinle (1997), cuando considera que la experimentación exploratoria es, en contraste a la experimentación guiada por la teoría, impulsada por la necesidad de buscar regularidades y de encontrar conceptos y clasificaciones mediante las cuales se puedan formular esas regularidades, además este autor añade al respecto que, la experimentación exploratoria no es un procedimiento bien delimitado y específico, sino que contiene una gran variedad de estrategias y modos de proceder que van más allá de las guías o recetarios.

De esta manera, a pesar de la divergencia entre estas dos miradas, el propósito no es dejar de utilizar la teoría como forma de representar el mundo, sino, desjerarquizar el esquema habitual donde la experimentación es subsidiaria de la teoría (García y Estany, 2011), de tal forma que el centro de atención no sean los enunciados teóricos que guían la práctica para ser verificados, teniendo en cuenta que “la experimentación guiada emplea diseños experimentales cuidadosamente previstos en función de las teorías relevantes” (Ferreirós y Ordóñez, 2002, p. 65); tampoco se pretende que tales actividades se centren simplemente en los resultados arrojados de cierta práctica experimental; se trata, más bien, de empezar a incluir todo el proceso de la actividad científica, hecho que implica tomar en cuenta otros factores que intervienen en dicha construcción de saberes como “la infraestructura material, los instrumentos, la interacción humana, las relaciones con las administraciones, etcétera.” (García y Estany, 2011, p. 10).

En este sentido, las reflexiones que se tejen desde esta perspectiva son de una índole más holística y es por ello que se hace necesario introducir algunas de las vías que se abren en relación a este modo de proceder que incluye el carácter dialógico, pues la formación de conceptos está mediada a partir del discurso. Asimismo, es preciso reconsiderar espacios como el laboratorio que

tradicionalmente se toman como espacios para el análisis y toma de datos cuidadosos y precisos guiados por la teoría.

El espacio del laboratorio, desde esta perspectiva, deja de ser esa caja negra donde suceden cosas que solo unos pocos pueden realizar, y se abre para que entren en consideración un tránsito de ideas muy diversas que propician un diálogo, entre los participantes de las actividades experimentales muy enriquecedor en la construcción de saber. Desde el instrumento hasta la comunidad que compone la actividad científica, la filosofía de las prácticas experimentales pone de manifiesto su carácter dialógico, donde la problematización del fenómeno permite configurar espacios de intercambio de ideas o de representaciones que se tiene del mundo físico, con el objetivo de generar consensos alrededor de estas visiones (Latour, 1983).

Puesto esto en consideración, también es importante resaltar que desde esta mirada de la actividad experimental, el proceso de intervención directa en el tratamiento o estudio de algún fenómeno mediante la posibilidad de reproducirlo en un ambiente controlado, posibilita que se empiecen a contemplar otras situaciones que desde sólo el pensamiento no se lograría considerar; por tanto, la evidencia, la génesis, el desarrollo, los procesos y las dificultades son circunstancias que se ponen de manifiesto gracias a la práctica experimental (Iglesias, 2004).

Al respecto, la temática central de esta investigación en cuanto a contenido disciplinar, se ubica en el campo de la termodinámica, más específicamente sobre el concepto de transferencia de calor. La fundamentación teórica en esta temática tuvo en cuenta las consideraciones antes mencionadas, cuyo énfasis en los procesos experimentales nos permitió identificar algunos autores que, por medio de sus obras, nos presentaban tanto dificultades como soluciones en sus procesos de construcción de explicaciones acerca del fenómeno físico en consideración, así como propuestas teóricas que surgían a la par del desarrollo del proceso de experimentación. Con lo anteriormente expuesto, traemos a colación lo discutido en relación a los dos autores principales que son Antoine Lavoisier (1743-1794) y Robert Mayer (1814-1878), por medio de los cuales se plantea generar ese factor dinámico de generación de diálogos y discusiones alrededor del experimento y de la observación de fenómenos.

En ese sentido, nuestro primer acercamiento en esa revisión histórica respecto a la concepción de una transferencia de calor, la encontramos en Antoine Lavoisier en su obra *Tratado*

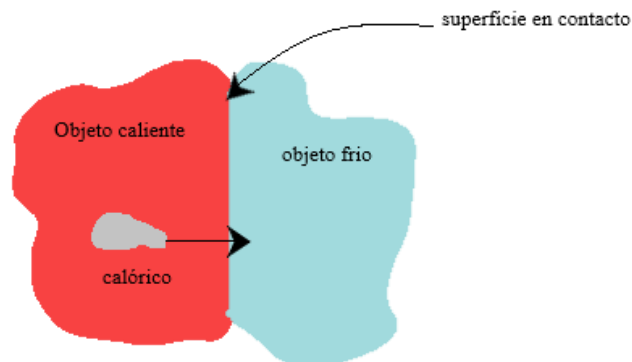
elemental de Química. Allí este autor plantea la idea de una sustancia que causa la sensación de calor, pero que, para ser rigurosos, no lo llama como tal calor, lo denomina en cambio calórico: el calor para Lavoisier es entonces un fenómeno asociado con la acumulación de cierta sustancia (calórico) en un espacio determinado, y su flujo o movimiento va de una región o cuerpo con mayor acumulación de calórico, a otra que no lo tiene. Al respecto comienza a desarrollar la explicación del porqué sentimos calor y nos presenta varias situaciones que involucran los sentidos como el tacto, la vista, entre otros. Es de esta manera que Lavoisier enuncia un principio experimental relacionado con el equilibrio térmico y la transferencia de calórico, mencionando que:

En general no experimentamos sensación sino por algún movimiento, sea el que fuere; podemos sentar como axioma, *que sin movimiento no hay sensación*. Este principio general se aplica naturalmente a la sensación del frío y del calor: cuando tocamos un cuerpo frío, el calórico que tira a equilibrarse en todos los cuerpos, pasa de nuestra mano al cuerpo que tocamos, y experimentamos la sensación del frío; lo contrario sucede cuando tocamos un cuerpo caliente; el calórico pasó del cuerpo a nuestra mano, y tenemos la sensación del calor. Pero si el cuerpo y la mano se hallan en un mismo grado de calor, o es corta la diferencia, no experimentamos ninguna sensación, ni de frío ni calor, porque entonces no hay movimiento, no hay traslación de calórico, pues como ya se ha dicho no hay sensación sin movimiento que la ocasione. (Lavoisier, 1798, p.2).

Como vemos en el fragmento anterior, desde esta perspectiva el calor se concibe como una especie de sustancia que se aloja y distribuye en un cuerpo, asumiéndose una diferenciación entre objeto y la sustancia del calor (calórico). Al agregarse calórico, la temperatura (grado de calor) percibida aumenta y cuando se quita calórico la temperatura percibida disminuye. La representación de esta situación puede verse mejor gráficamente en la figura 1.

Figura 1

Transferencia de calórico.



Nota. Adaptado de “Transferencia de calor” (p. 1), por G. K., Rodarte (2020).

Otro de los elementos que caracterizan las reflexiones sobre el calórico desde la mirada de Lavoisier es que esta sustancia posee una determinada condición de repulsión en ella misma y una condición de atracción hacia objetos de distinto material, es decir, el calórico descrito por Lavoisier actúa de tal forma que la composición de esa sustancia se auto repele mientras que en interacción con objetos de distinta naturaleza tiende a atraerse. Es por ello que bajo esta mirada la transferencia es entendida como un fluido sin distinguir entre que sea líquido o gaseoso y que al transferirse de un cuerpo a otro se distribuye progresivamente; estas y otras características son descritas por Lavoisier en su obra. En síntesis, las consideraciones o características entorno a esta perspectiva del calor son:

- El calórico es un fluido elástico que se expande por el ambiente circundante, donde además su composición es auto repulsiva.
- El calórico tiene la característica de conservarse.
- Se le asocia un peso.
- Tiene la capacidad de almacenarse, esto puede relacionarse con el concepto de calor latente. Y es sensible, es decir que se relaciona con cambios de temperatura (grados de calor).

Por consiguiente, la conceptualización que desarrolla Lavoisier se establece como fundamento en las reflexiones alrededor del calor y su transferencia.

Además, en el fragmento presentado anteriormente, encontramos que este tipo revisiones históricas entorno al concepto nos permiten profundizar en aspectos como las etapas iniciales del desarrollo y formación de ideas en ciencias, viendo en ello la posibilidad de llevar un registro de la evolución conceptual por la cual pasó la forma de entender la transferencia de calor; así, en la perspectiva de Lavoisier identificamos elementos como el equilibrio térmico a partir de su idea de transporte de calórico de una fuente caliente a otra más fría hasta equilibrarse en todos los cuerpos, como evidenciamos cuando menciona que “el calórico que tira a equilibrarse en todos los cuerpos, (...) cuando tocamos un cuerpo caliente; el calórico pasó del cuerpo a nuestra mano, y tenemos la sensación del calor.” (Lavoisier, 1798, p.2).

En este contexto, identificamos también cómo este autor realiza un análisis entorno a el termómetro, lo cual refleja uno de los aspectos que mencionamos anteriormente respecto a las características de la experimentación exploratoria y es la construcción de conocimiento a partir de la reflexión sobre los instrumentos y sus implicaciones en la formación y comprensión del fenómeno en estudio, como lo vemos en el siguiente fragmento:

Cuando sube el termómetro es prueba de que hay calórico libre, que se reparte en los cuerpos circunvecinos: el termómetro, como uno de estos cuerpos, recibe también su parte en razón de su masa y de la capacidad que tiene para contener el calórico. La variación que sucede en el termómetro solo da a entender que hay desprendimiento de calórico, que hay mutación en un sistema de cuerpos, de los cuales hace parte el mismo instrumento: no indica a lo más sino la porción que ha recibido de calórico; pero no mide la cantidad total que se ha desprendido, separado o absorbido. (Lavoisier, 1798, p.4)

En este sentido, la idea del calórico y la utilidad de la experiencia, entre otros asuntos identificados, funcionan tanto para la fundamentación del contenido disciplinar como para la estructuración de actividades que se puedan implementar en aula.

En ese ejercicio de revisión de los procesos que llevaron a concretar una idea más completa sobre el concepto de transferencia de calor, nos topamos con otro autor que en esta temática tiene unas concepciones epistemológicas distintas a Lavoisier y por ende sus desarrollos experimentales y teóricos difieren también. Robert Mayer concibe el fenómeno del calor desde una perspectiva distinta a la del calórico; sus razones para buscar alternativas a ese concepto del calórico se

encontraban en que esta idea propuesta por Lavoisier presentaba muchas inconsistencias y dificultades a la hora de resolver problemas, lo cual no permitía generar avances en ese campo de la termodinámica. Esto es entonces, el detonante de lo que Kuhn (1980) denomina el cambio de paradigma; la mirada se vuelca ahora hacia la propuesta de Mayer quien reorganiza la concepción de calor en función de los conceptos de trabajo y conservación de la energía. Las explicaciones alrededor del calor y sus medios de transferencias las desarrolla con base en esta idea, mencionando que la agitación de una partícula en un medio cualquiera genera un intercambio de energía que, se transforma en energía térmica y es esa energía la que nos deja la sensación para lo que llamamos calor.

En este sentido, las transferencias se dan por el “contagio” de movimiento entre partículas vecinas el cual se expande a lo largo de todo el material según sea la energía que contenga ese movimiento cinético. Al respecto, Mayer introduce entonces este proceso como una interacción y presenta un ejemplo para entender cómo desde esta perspectiva es posible entender un proceso como el calentamiento del agua.

Una interacción, interacción entre partículas que se alejan unas de otras, de manera que en este proceso ocurre movimiento, choques y cambios de estado, por ende, hay una manifestación de energía. Un ejemplo concreto sucede cuando calentamos agua, las partículas que la componen cambian su estado de movimiento y comienzan a alejarse unas de otras. (Mayer, 1842).

Como se evidencia en el fragmento citado, los planteamientos de Mayer entorno al calor se ubican en relación a la teoría cinética-corpúscular donde se asocia el calor a la energía cinética media del movimiento de partículas. Por consiguiente, respecto a este autor encontramos un desarrollo importante el cual permitió establecer la relación entre calor y energía como fenómenos intercambiables, dada la característica de que la energía se conserva y se transforma en diferentes formas, entre ellas en calor. La reformulación que realiza Mayer deja a un lado el concepto quizás obsoleto de calórico, para abordar la concepción del calor desde el punto de vista de energía, más específicamente desde el punto de vista de una interacción entre partículas en movimiento, de modo que la energía cinética que posee el movimiento de cada partícula que compone un objeto se transforma o se *conserva* en otro tipo de energía que en este caso sería térmica; situación que Mayer

ilustra cuando afirma: “Sabemos que el calor hace su aparición cuando las partículas separadas de un cuerpo se aproximan más cerca unas a otras: la condensación produce calor” (Mayer, 1842).

En términos de transferencia de calor, podemos inferir desde esta perspectiva que lo que se transfiere no es ya una sustancia similar a un fluido incoloro e invisible, sino más bien un aspecto relacionado con energía, especialmente cinética, que transportan las partículas en movimiento dentro de un objeto; esta energía cinética se transforma como ya describimos en energía asociada al calor. Desde este punto de vista la aproximación al fenómeno de transferencia de calor implicaría entonces un estudio y análisis de esas interacciones que se manifiestan en el proceso como energía térmica y como conservación de energía, escenario que posiblemente favorezca el uso de instrumentos que permitan formar ideas entorno a este fenómeno; en este sentido, la explicación del funcionamiento del termómetro varía a la luz de esta perspectiva y es allí donde la diversidad de procesos y formas de representar la realidad nutren las discusiones y construcciones entorno a la transferencia de calor.

Para terminar, es importante señalar que en este proceso de revisión de autores, se tuvo en consideración muchos más científicos que de alguna manera contribuyeron en el desarrollo del conocimiento acerca de las diversas formas de transferencia de calor, pero que, por efectos prácticos exceden los propósitos de este trabajo; es decir, si bien sus aportes hacen parte importante de la historia del concepto, sus disertaciones son extensas y amplias, por lo cual abarcar mucho de cada uno es una tarea que demanda mucho más tiempo y abarcar muy poco de cada uno dejaría vacíos en el proceso, para ello se deja la puerta abierta para futuras profundizaciones en las cuales valdría la pena retomarlos y encauzar sus ideas en sintonía con una temática delimitada para ello.

A continuación, se intentará detallar algunos de los planteamientos de dichos autores que nos permitieron profundizar en la comprensión de los distintos mecanismos de transferencia de calor.

Newton y su ley de enfriamiento. Este autor nos presenta un desarrollo completo alrededor de la transferencia de calor por convección de manera detallada y precisa. Sus planteamientos los ejemplifica a partir de considerar la situación donde una barra de hierro es calentada al rojo vivo y luego se deja reposar sobre una superficie sobre la cual existe una corriente de aire; así, el viento sopla uniformemente sobre esta barra para que el aire calentado por el hierro pueda ser siempre

llevado por el viento, y el aire frío sucederlo alternativamente. De acuerdo con Newton, partes iguales de aire fueron calentadas en tiempos iguales, y recibieron un grado de calor proporcional al calor del hierro; los diversos grados de calor así encontrados tenían la misma proporción entre ellos con los encontrados por el termómetro (Newton, 1809).

Por ende, bajo las premisas de estas observaciones experimentales Newton establece una relación de proporcionalidad entre la tasa de calor transferido por unidad de tiempo y la diferencia de temperatura del objeto caliente respecto a la temperatura del ambiente circundante. Más tarde, se encuentra que el factor de proporcionalidad surge de considerar el área de la superficie que está en contacto con el ambiente y α que es el coeficiente de intercambio de calor.

Fourier y su ley de conducción de calor. Considerando un desarrollo entorno a la interacción entre partículas que componen un objeto, este autor plantea en primera instancia una situación donde dos partículas parten con la misma temperatura, cada una de ellas entonces recibe tanto calor como cede de la otra, por lo tanto, en términos globales es un intercambio de calor con resultado nulo, ya que el resultado de esta acción no puede producir ningún cambio en el estado de las moléculas (Fourier, 1878). Ahora bien, en una situación de desigualdad de temperaturas entre estas dos partículas, una cede más calor del que recibe por parte de la otra y su resultado será entonces la diferencia de estas dos cantidades de calor. Así, la acción de dos moléculas, o la cantidad de calor que la más caliente comunica a la otra, es la diferencia de las dos cantidades que se ceden mutuamente. (Fourier, 1878). Extrapolando este principio a niveles de interacción de más de dos partículas a distancias muy pequeñas, obtenemos una comunicación de calor que se logra distribuir por todo el objeto al que componen y por tal, éste experimentará a cada instante efectos cada vez más sensibles a niveles macroscópicos. Esta acción simultánea de las diferentes partes del calor excedente es la que constituye el principio de la comunicación del calor. De ello se deduce que la suma de las acciones parciales, o la cantidad total de calor que una molécula recibe de otra, es proporcional a la diferencia de las dos temperaturas. (Fourier, 1878).

En síntesis, de estos autores y de algunos otros tomamos algo en relación a los distintos mecanismos de transferencia de calor, los cuales son radiación, conducción y convección, con el ánimo de comprender y darle explicación a estos procesos de la naturaleza; con ello profundizamos y ampliamos los puntos de vista construidos hasta el momento, además de que en algún punto sus planteamientos van a ser la base para la planeación de actividades en el aula.

Procesos de Comprensión y Desarrollo de la Argumentación

En el camino hacia construir una conceptualización en torno a los procesos de comprensión, surge de la revisión de un autor como David Perkins, quien desarrolla una postura frente a la comprensión como un proceso que implica flexibilidad de pensamiento. Así, encontramos en su perspectiva una forma de describir cómo el desarrollo cognitivo de un individuo, a partir del enfrentamiento con una nueva experiencia, se flexibiliza en sus estructuras previas o preconcepciones alrededor de una determinada situación, donde recoge de manera sintética y complementaria esa nueva información a manera de ampliación de su entendimiento. En este sentido Perkins (1999), señala que:

En pocas palabras, comprender es la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe. Para decirlo de otra manera, la comprensión de un tópico es la “capacidad de desempeño flexible” con énfasis en la flexibilidad. (p.4).

Por tanto, la comprensión conlleva más que saber de un tema, de aprender hechos o datos específicos o de simplemente ser mecánicos, como cuando se resuelven varios problemas con la misma técnica. Comprender implica hacer uso de recursos como la explicación, la justificación la comunicación clara y la aplicación lógica de eso que se logra comprender. Como lo expresa Perkins (1999)

Comprender un tópico, quiere decir, ni más ni menos que ser capaz de desempeñarse flexiblemente en relación con el tópico: explicar, justificar, extrapolar, vincular y aplicar de maneras que van más allá del conocimiento y la habilidad rutinaria. Comprender es cuestión de ser capaz de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe. La capacidad de desempeño flexible es la comprensión. (Perkins, 1999, p.5.).

En esta conceptualización hay otro factor relevante para nuestra investigación, pues desde el punto de vista de este autor logramos inferir una convergencia con el desarrollo de la capacidad argumentativa como proceso subyacente al proceso de comprender, dado que el justificar o explicar un tópico determinado se enmarca también dentro de los indicios del desarrollo de una capacidad argumentativa.

Según Weston (2006), la argumentación consiste en ofrecer un conjunto de razones en apoyo a una conclusión, por ende, si el comprender implica una capacidad de justificar o explicar el dominio de un tópico determinado, en ese proceso de justificación encontramos la intervención de un desarrollo de la capacidad argumentativa, pues se ofrecen razones que apoyan y abarcan la comprensión del tema. En suma, estos dos procesos van de la mano y se retroalimentan uno al otro. La argumentación es entonces el proceso que explicita la comprensión de un tema determinado.

Profundizando alrededor de esta relación entre comprensión y argumentación, llevando además el desarrollo de esta fundamentación hacia aspectos de la enseñanza de las ciencias en el entorno escolar, retomamos algunos planteamientos de autores que desarrollan esta temática.

Así pues, es importante introducir un elemento crucial en las reflexiones alrededor del desarrollo cognitivo, y es que, desde esta perspectiva de la construcción social de conocimiento es indispensable tener en cuenta la condición de mutua constitución entre mente y cultura. Desde la perspectiva de Vygotsky (1979) lo Inter psíquico se hará finalmente intrapsíquico, es decir, el desarrollo que primero se da a partir de la interacción con otro individuo, el cual hace la función de mediador (persona que incentiva o estimula las funciones cognitivas), hará parte finalmente del propio intervenido y de esta manera logrará avanzar en términos generales sobre el desarrollo de sus estructuras mentales.

La herramienta que postula Vygotsky (1979) para ese enlace entre el mediador y el intervenido es el lenguaje. De esta manera, podemos establecer en el proceso de la comprensión esa estrecha relación con el lenguaje, tanto en la manera como se puede describir o dar a entender los conocimientos adquiridos, como en la forma en que se pueda escribir con un lenguaje específico como las matemáticas; es decir que la evaluación del alcance de la comprensión de una temática, está ligada con las formas que el sujeto utilice para expresar por medio de distintas herramientas lingüísticas un dominio conceptual, aunque aclarando que el papel del lenguaje no se agota en la mera manifestación verbal que da cuenta de que efectivamente se conoce algo.

Asimismo, es importante analizar el valor de los procesos discursivos mediados por la carga cultural que posee el lenguaje, dado que, desde la perspectiva de Arca et al., (1990) cualquier proceso cognitivo puede rastrearse a partir del ciclo que involucra el lenguaje, la experiencia y el

conocimiento, de forma que en cualquier nivel el lenguaje es un “modo de representar según esquemas”.

En este sentido, en dicho proceso discursivo se comienzan a tejer relaciones, como una manera de representar el mundo que, como se mencionó anteriormente, se retroalimenta con las experiencias propias y del otro, desembocando en un proceso de intercambio cultural manifestado en las experiencias. Así, desde la perspectiva de Arca et al., (1990), la producción de nuevo conocimiento involucra entonces la consideración de experiencias comunes sobre las cuales se cimienta el entramado de relaciones que permiten caracterizar un concepto, o en el caso de nuestra investigación un fenómeno físico.

La construcción de relaciones se desarrolla bajo el uso símbolos o signos, generalmente sintetizados en el lenguaje, por lo cual se constituye como esa herramienta mediadora entre la cultura o el contexto y el individuo. Así, el aprendizaje o la producción de nuevo conocimiento vuelve a empezar el ciclo añadiendo experiencias a esas nuevas estructuras que adoptó anteriormente.

Para ampliar las reflexiones alrededor del valor del conocimiento surgido de la experiencia cotidiana, retomamos igualmente los planteamientos de Arca et al., (1990) los cuales consideran que, para generar un buen aprendizaje se debe empezar con los conocimientos previos. Ante una experiencia de aprendizaje (añaden los autores), no se debería tener la pretensión de introducir siempre elementos novedosos de manera abrupta, sino que debería abogarse por el acercamiento a cosas que se reconozcan más fácilmente, de algún modo a cosas que ya saben, para que a partir de allí comiencen a enriquecerse esas experiencias y a desarrollarlas de una manera más profunda y amplia.

Con lo anterior, se une la experiencia, aquella que permite desarrollar análisis con respecto a nuestro entorno y de esa manera asociar o relacionar lo aprendido con los aprendizajes precedentes que son la base firme en la que se pueden montar los nuevos aprendizajes; es por ello que encontramos en la construcción de conocimiento unos cimientos constituidos por las experiencias, dónde:

Conseguir que los niños realicen “experiencias sensoriales” es, pues, indispensable no porque “hace bien” o porque “alguien lo ha dicho”: se debe hacer, y explicar sistemáticamente, experiencias sensoriales porque todo nuestro modo de conocer se desarrolla con continuidad a partir de nuestro modo de tener y organizar sensaciones, con modos y con criterios que son una continuación, y elaboración de nuestros modos de vivir más elementales. (Arca et al, 1990, p. 35).

Esta forma de experiencia sensorial permite que los recuerdos sean recapitulados con mayor facilidad, con esto se ayuda al desarrollo de la memoria a largo plazo, de esta manera se puede generar una asociación directa de la experiencia con el lenguaje de tal manera que se pueda expresar verbalmente todo aquello sucedido y entendido.

En línea con lo anterior, vemos cómo la dimensión social se impone como un factor clave, pues los procesos discursivos no son individuales o aislados, necesitan de un intercambio con el otro. Por un lado, a partir de los planteamientos de Arca et al., (1990) acabamos de ampliar o delimitar un poco lo que entendemos como la comprensión en ciencias, qué significa comprender o construir conocimiento en ciencias. Por otra parte, a continuación, vamos a desarrollar la idea de los procesos de argumentación, ligado a la consideración epistemológica de que el conocimiento es construido socialmente: en este caso autores como Leitão (2012), nos presentan insumos que nos permiten desarrollar esa concepción de argumentación en el marco de esta línea discursiva para la enseñanza de las ciencias.

La autora parte del presupuesto psicológico básico de que el discurso y la cognición son procesos mutuamente constitutivos y necesariamente interdependientes, considerando argumentación como un proceso discursivo y por ende posibilitador de la construcción de conocimiento, con lo cual encontramos nuevamente la relación entre la comprensión y la argumentación como mencionamos anteriormente.

Dándole continuidad a los planteamientos de Leitão (2012), se entiende la argumentación como una actividad cognitivo-discursiva que se manifiesta cuando varios individuos intervienen en torno a una divergencia de opiniones, donde cada uno maneja razones que apoyan sus propias opiniones con la intención de convencer al otro; de esta manera en el intercambio de ideas, los participantes replantean sus posturas en un proceso de revisión para concluir si reafirman o

rechazan la opinión del otro. En este sentido, esa confrontación entre posturas “confiere a la argumentación una dimensión simultáneamente dialógica y dialéctica” (Leitão, 2012, p. 26).

Uno de los recursos pedagógicos que estimulan la confrontación de posturas divergentes es la propuesta de debate crítico como lo plantea Leitão (2012), orientado a la resolución de controversias vía argumentación. La situación generadora o el motivo para adelantar un modelo de debate crítico se encuentra en la existencia de un conflicto o problema de interés común, cuya meta es resolverlo con procedimientos como los siguientes: exposición de puntos de vista, presentación de razones a favor de cada uno, evaluación y crítica de argumentos del oponente, entre otros. De esta forma, el interés se centra en resolver problemáticas que involucren a todos los participantes; no se trata de imponer unas opiniones y desmerecer las otras, sino de construir con base al diálogo soluciones coherentes y apoyadas en exposiciones de argumentos sólidos.

La autora propone algo que denomina unidad dialógica, una forma para analizar la argumentación, unidad que caracteriza una discusión crítica fundamentada en un enfoque cognitivo-discursivo, mencionado en párrafos anteriores. La unidad dialógica se compone entonces de: argumento, contraargumento y respuesta. Incorporar esta concepción de debate crítico se constituye en una alternativa para “promover efectivamente la adquisición de nuevos conocimientos de forma colaborativa y argumentativa.” (Fuentes, 2011, p.236-237, citado en Leitão, 2012).

En definitiva, las ideas desarrolladas en este apartado aportan un marco referencial entorno a la comprensión y la argumentación que se desarrollan con motivo de las observaciones experimentales. Estos aspectos van ligados de forma que el estudio de uno no puede hacerse sin la consideración de los otros, por lo cual tanto para comprender como para argumentar se hace necesario el uso del lenguaje y el análisis del discurso.

Metodología.

Enfoque de la Investigación

De acuerdo con lo expuesto en los objetivos de este trabajo, la investigación se ubica en un paradigma cualitativo con enfoque interpretativo, puesto que con este método de investigación se propende por un intérprete que recoja “con objetividad lo que está ocurriendo, y que a la vez examine su significado y reoriente la observación para precisar o sustanciar esos significados” (Stake, 1998, como se citó en Barbosa, 2015).

Queremos resaltar que el desarrollo de esta investigación se ubica desde este paradigma cualitativo con enfoque interpretativo, dada la pertinencia del mismo para lograr los objetivos propuestos en este trabajo. Encontramos con esto, la posibilidad de sumergirnos en las diferentes ideas del mundo que tiene el grupo de estudiantes participantes, enfatizando en los procesos de construcción en estas concepciones y cómo por medio de una secuencia didáctica adoptan nuevas estructuras explicativas para aquello que tienen difuso o no conocen, además de que este paradigma dirigido al enfoque de que la realidad es una construcción que debe ser interpretada y que existen múltiples interpretaciones nos aporta un elemento importante de proximidad con el objeto de investigación, puesto que al tratarse de una investigación que implica grupos humanos, la comunicación y la observación cercana, la consideramos como parte fundamental, dado que permite una mejor fluidez a la hora del desarrollo de la misma y un ambiente más flexible en cuanto a las diferentes circunstancias que obliguen a hacer cambios o replanteamientos en la concepción de esta investigación.

Para ello utilizamos diversos tipos de investigación, en específico para los propósitos de este trabajo se utilizará el estudio de caso y la revisión documental con la intención de analizar el proceso de construcción de relaciones entre la argumentación como habilidad del pensamiento crítico y la comprensión de conceptos físicos a partir de la actividad experimental. Se opta por un estudio de caso, que nos permitirá ubicarnos en un lugar más cercano para captar toda la información posible en ese grupo específico de participantes, con lo cual las construcciones hechas por el grupo de estudiantes y por medio de los registros desprendidos de esas construcciones, se analizará las estructuras generadas entre argumentación y comprensión.

La revisión documental juega un papel fundamental, dado que en la primera etapa de esta investigación ayudó a nutrir de forma significativa la comprensión de las dinámicas particulares del contexto, de modo que se logró establecer un paralelo entre los documentos rectores de la institución con el desarrollo de las prácticas educativas en el aula, a fin de diagnosticar posibles situaciones que obstaculicen los procesos de comprensión y los posibles frentes de acción de la presente investigación por ende, el aporte de esta propuesta atiende a las necesidades encontradas en la revisión documental.

El estudio de caso de esta investigación será de tipo instrumental, dado que “existe una necesidad de comprensión general, y consideraremos que podemos entender la cuestión mediante el estudio de un caso particular” (Stake, 1998, p. 16), de esta manera se pretende entender cómo en la clase de física la actividad experimental cualitativa exploratoria, nos brinda elementos valiosos para lograr con el estudiante grados elevados de comprensión de una temática, así como consecuentemente grados de fluidez en sus formas de argumentar, es por ello que el caso en sí podría ser cualquier otro grupo de estudiantes al seleccionado, tomando un papel secundario dicho aspecto.

Lo relevante es que por medio del caso se logran adelantar construcciones teóricas acerca de cómo los estudiantes desarrollan una comprensión amplia sobre los procesos de transferencia de calor, a partir de actividades experimentales enmarcadas en la experimentación cualitativa exploratoria, lo que desde un principio implica también la capacidad de argumentar aquello que comprendió con relación a lo que sucede en su entorno, esto es, siguiendo a Stake (1998) que el caso se convierte en instrumento para construir significados generales, para avanzar en el conocimiento científico.

Como factor complementario en todas las etapas de la investigación y atendiendo a las necesidades que surjan en el desarrollo de la misma, se toman en cuenta documentos o artículos que amplíen la caracterización del contexto en donde nos encontramos inmersos, no solo a nivel local, sino también con experiencias externas relativas a la enseñanza de la física y al uso específicamente de la actividad experimental cualitativa exploratoria, este trabajo entonces de acuerdo con Hoyos (2000) “supone la revisión cuidadosa y sistemática de estudios, informes de investigación, literatura existente sobre el tema con el fin de contextualizarlo y lograr estar al día sobre lo que circula en el medio en relación al tema” (p. 412).

Descripción del Contexto

El contexto se encuentra en Antioquia-Envigado específicamente en la Institución Educativa Comercial de Envigado, lugar en el que se nos brindó el espacio para participar en calidad de observadores de las clases de matemática y física, donde durante la primera parte de nuestra investigación las observaciones se realizaron en los grados décimo y undécimo, estudiantes cuyas edades oscilaban entre los 15 y los 19 años de edad, con estratos socioeconómicos del 1 al 3. A raíz de la contingencia por COVID 19, nuestra participación inicial en la Institución Educativa se desarrolló por videollamadas a través de la plataforma Teams. En este aspecto hay que tomar en cuenta que no todos los estudiantes participaban de esta llamada, ya que algunos estudiantes no tenían o tienen los recursos necesarios para esta modalidad virtual, por lo cual recibieron talleres para nivelarse.

En la segunda parte de la investigación, logramos intervenir de manera presencial en la Institución dirigiendo clases en los mismos cursos centrados directamente en el área de física, y también se realizó un acompañamiento a estudiantes de undécimo participantes del semillero de física quienes en total eran siete estudiantes, los cuales fueron los participantes, principales de nuestra investigación. En el grupo del semillero tuvimos el acompañamiento de una mujer y seis hombres del grado undécimo dos, los cuales desearon participar en la investigación y también con el apoyo de sus familiares quienes otorgaron el consentimiento de grabar y tomar fotos para nuestra investigación. (Anexo 1).

Fases de la Investigación

La presente investigación se desarrolló en tres momentos principalmente, divididos por semestres en los que se realizaron diferentes procesos; el primer momento se dedicó a la observación y recolección de información documental, ya fuera de la Institución o de aspectos relacionados a nuestra problemática, el segundo momento fue de la construcción de la secuencia didáctica y de su implementación y como tercer momento se analizó y organizó toda la información recolectada. Como se mostrará más ampliamente a continuación.

En un primer momento se realizó una recolección de información documental de la Institución que fueron el PEI y el plan de área para así reconocer su relación con la

experimentación, se buscaron investigaciones en revistas y trabajos de grado que estuvieran muy relacionadas con aspectos de la comprensión y desarrollo de la argumentación mediante la experimentación, lo que conocemos como antecedentes, claro está que, aunque lo pongamos en un primer momento, estas investigaciones y relecturas se realizaron en toda la investigación.

En un segundo momento, la investigación se centró en la fundamentación teórica que nos permitió la construcción del marco teórico y así mismo la construcción de la didáctica implementada en el mismo tiempo, con una búsqueda de autores que apoyaran los conceptos a trabajar y las intenciones que buscábamos; como despertar el interés y que la física no se viera ya acabada lo que para ello se tomó muy en cuenta el proceso histórico frente a la construcción de las diferentes formas de transferencia de calor, también lo que hace el trabajo en equipo en los estudiantes, pero también el trabajo individual. Para la construcción de la secuencia didáctica se tuvo apoyo de terceros, educadores y compañeros de la práctica para lograr el resultado final que se implementó.

En el tercer momento de esta investigación, se recolecto la información que los estudiantes nos brindaron de manera escrita y oral para ser analizada por medio de la secuencia didáctica, también se analizaron los documentos seleccionados que lograron dar fuerza a esta investigación y lo hicieran diferente a trabajos semejantes ya realizados, para así realizar una construcción de este informe final. Todo esto se puede ver con mayor claridad en la tabla 1.

Tabla 1

Fases de la investigación y sus momentos.

FASES DE LA INVESTIGACIÓN	MOMENTO
Recolección de documentos conceptuales y de investigaciones sobre el trabajo.	Los tres semestres.
Construcción del estado del arte.	La primera parte del primer semestre prácticas.
Fundamentación teórica.	La segunda parte del primer semestre de prácticas.

Diseño de la propuesta didáctica.	La primera parte del segundo semestre de prácticas.
Implementación de la propuesta didáctica.	La segunda parte del segundo semestre de prácticas.
Síntesis del resultado.	La primera parte del tercer semestre.
Construcción del informe final.	La segunda parte del tercer semestre.

Implementación de la Secuencia Didáctica

Para la implementación de la secuencia didáctica se tomaron tres clases con un promedio de una hora con cuarenta minutos cada una, en las que se conoció sus ideas principales frente al tema de transferencia de calor, debatieron sus opiniones, experimentaron y se evaluaron frente a los conocimientos adquiridos en comparación con lo que ya sabían, pero adicional a todo lo implementado se diseñó una entrevista corta, dirigida principalmente a aquellos estudiantes en los que sus respuestas escritas u orales no eran suficientemente claras.

Con el propósito de evidenciar la comprensión que tienen los estudiantes acerca de los fenómenos científicos; y simultáneamente, analizar los discursos que surgen de un escenario dialógico con sus semejantes; se diseñó una secuencia didáctica inspirada de Jorba y San Martí (1994), de acuerdo a los autores la secuencia se desarrolla en cuatro fases:

- Actividades de exploración: espacio en el que se les presenta a los estudiantes los temas a trabajar y se conocen sus puntos de vista según su cotidianidad
- Actividades de introducción de conceptos: por medio de una actividad se espera confrontar los conceptos con los que han llegado y los nuevos a conocer.
- Actividades de estructuración del conocimiento: ayudando al estudiante a reconstruir su conocimiento, él lo puede evidenciar por medio del discurso.
- Actividades de aplicación: el estudiante puede poner ejemplos en lo cotidiano y comparando aprendizajes previos con los adquiridos.

Previo al análisis de la información, se plantea utilizar varias técnicas de recolección de información, con el fin de tener insumos con registros valiosos y pertinentes, que respondan a las pretensiones de lo expuesto en los objetivos y la problemática, es por ello que a lo largo de todas las sesiones de intervención se utilizó el intercambio de ideas de forma constante, en diferentes formas como: Grupos de discusión, que consisten en divisiones de grupos pequeños donde comienzan a construir consensos para luego comunicarlos al resto de compañeros; plenarias, donde todos los participantes interactúen de forma activa, de manera que lo construido en ese grupo pequeño sea expresado para los demás compañeros a manera de socialización. Para cada una de las actividades se realizó principalmente una recolección escrita, la cual se esperaba fuera complementada con sus respuestas orales.

- **Plenaria:** En esta técnica de comunicación oral se les da preguntas orientadoras sobre el tema de transferencia de calor que les permita conversar frente al tema.
- **Grupos de discusión:** En esta técnica los estudiantes divididos en grupos deben llegar a un consenso en equipo y especificar por qué están de acuerdo compartiéndolo con sus demás compañeros.
- **Debates críticos:** En este se dan dos posturas en las cuales subgrupos con posturas distintas de manera respetuosa deben mostrar la falencia de la otra postura y así mismo por qué la postura defendida es correcta.
- **Guías:** De manera escrita los estudiantes responden de manera individual o grupal (dependiendo de la actividad a realizar) todas aquellas ideas o respuestas inmediatas frente a la pregunta realizada o también de esquemas que les ayude a comprender.

Descripción de Guías y sus Propósitos

El diseño de la secuencia didáctica (véase en anexo 2) estuvo orientada de acuerdo a los objetivos de esta investigación y las categorías (de las cuales se hablará más adelante), se tuvo en cuenta ciertas actividades que permitieran al estudiante por medio del encuentro con el experimento, identificar y generar relaciones entre aquellos elementos que intervienen en el fenómeno de transferencia de calor, como lo es por ejemplo, conceptualizar alrededor del medio

material como esa condición que posibilita cierto tipo de transferencias de calor y también de lo que significa que haya ausencia de este.

En este sentido, la fase uno que se dio en la primera sesión se desarrolló con la guía inicial “*explorando el concepto de calor y su transferencia*” (G1) aludiendo a la primera actividad de exploración, la cual se dividió en dos partes: la primera parte consistía en el reconocimiento de conocimientos previos frente a la transferencia de calor, para lo cual se le dio un espacio en el que lograran responder preguntas de manera escrita para luego socializar con los demás compañeros las preguntas relacionadas con la cotidianidad en el concepto de transferencia de calor, en una segunda parte se divide el grupo en dos subgrupos con la intención que a través de un debate crítico como nos propone Leitao y así defendiendo sus posturas, ya fuera la de Mayer o de Lavoisier, frente a lo que ellos consideraban cierto.

Con lo anterior se esperó encontrar ciertas posturas de los estudiantes por medio de su discurso y lecturas científicas, para que así lograran complementar sus ideas frente a la postura apoyada y estar en acuerdo o en desacuerdo con la postura en contra. Lo que nos permitió hacer un análisis preliminar que nos posibilitará conocer los conocimientos base frente a la transferencia de calor de los estudiantes.

El desarrollo conceptual de Mayer y Lavoisier nos brindó un apoyo relevante ya que, al poder mostrar diferentes posturas sobre la transferencia de calor en diferentes épocas, posibilita que por medio de buenas preguntas los estudiantes puedan tener una gran dialéctica frente al tema, parándose en una de las posturas o de lo contrario buscar una nueva que les ayude a comprender.

En la segunda y tercera fase que se dio en la segunda sesión y en la que se desarrolló la segunda guía propuesta “*Jugando con fuego (sin salir quemados)*” (G2) aludiendo a la segunda y tercera actividad las cuales son de introducción de conceptos y de estructuración del conocimiento, se orientó para que por medio de la actividad experimental cualitativa exploratoria los estudiantes divididos esta vez en tres subgrupos a los que llamamos mesa 1, mesa 2 y mesa 3 respectivamente para que en ellos, concretaran esas ideas preliminares presentadas en la primera guía, de forma que, mediante el desarrollo de los experimentos propuestos y sus relaciones con situaciones cotidianas y conocidas por la experiencia de cada uno, sirvieran como insumo para que el estudiante fuera

refinando su forma de hablar sobre el fenómeno de transferencia de calor que se estaba reproduciendo por medio del experimento.

A cada subgrupo de estudiantes se les dio una idea de construcción de instrumentos relacionados con cada una de las diferentes formas de transferencia de calor (convección, conducción, radiación) que les permita entender cada concepto, pero sin informarles a qué datos debían llegar, y así lograron generar preguntas y respuestas frente a los fenómenos observados y obtenidos, dada sus creatividades para entender los conceptos, siendo estos anotados con todos los inconvenientes, la forma en cómo lo solucionaron y los consensos a lo que lograron llegar, para luego socializar todo lo realizado con sus compañeros y dar a conocer cada fenómeno de transferencia de calor.

Los instrumentos fueron diferentes frente a cada forma de transferencia, para los de convección se le entrego; trapos, agua, velas y globos. A los de conducción se les entrego; un palo de madera, un tubo metálico, un tubo de PVC (plástico), velas, pastillas de parafina y una base donde colocar los tubos y madera. A los de radiación se les entrego; una lampara de luces led, una lampara con bombillo de resistencia, un barómetro y un metro. El fuego lo brindábamos nosotros y se les dio la indicación de manejar este con mucho cuidado y respeto.

Es de reconocer que factores contextuales y sociales que permitieron esos problemas a los cuales se enfrentaron tanto Lavoisier como Mayer, no fueron los mismos problemas a los que los estudiantes en el aula se enfrentaron, el objetivo más bien era reconstruir ese camino labrado por científicos de la temática con una mirada nueva y además en otro tiempo, permitiendo al estudiante variar condiciones, circunstancias o situaciones donde se manifiesta el fenómeno de transferencia de calor, en línea con lo mencionado anteriormente sobre la experimentación exploratoria.

En la cuarta fase, realizada en la tercera sesión con la tercera guía “*rebobinando*” (G3) aludiendo a la cuarta actividad de aplicación, se estructuró de tal manera, que los estudiantes dieran cuenta de lo que lograron aprender y comprender por medio de las discusiones y experimentos desarrollados en las sesiones anteriores, en este espacio se toma en cuenta la individualidad, ya que durante todos los procesos anteriores siempre tuvieron a un compañero complementando sus ideas y este caso queríamos saber que tanto lograron adquirir de información por su cuenta, para luego compartir con sus compañeros lo que lograron comprender durante todo el proceso. Identificándose

que el trabajo en equipo es fundamental para realizar un trabajo individual sin depender de los demás.

Las preguntas realizadas para esta sesión fueron en dirección evaluativa en las que se les entrego afirmaciones no adecuadas frente a las transferencias trabajadas las cuales debían reorganizar para que encajaran con la transferencia de manera correcta y así mismo dar ejemplos en las que se lograran evidenciar dadas sus experiencias y dar una definición de las mismas según lo entendido.

Como fase final realizada en la cuarta sesión se realizaron unas preguntas en forma de entrevista las cuales se dirigieron principalmente a estudiantes en las que su respuestas escritas u orales no eran muy claras y también a todos en términos generales se les pregunto sobre el papel de la investigación, la relevancia del uso de la historia y una evaluación frente a como se implementaron las clases, esta información se recolecto de forma oral principalmente, la cuan en promedio llevo de 10 a 15 minutos por estudiante.

En la Tabla 2 se presenta la organización de las categorías e indicios construidas con base a la información recolectada frente lo anteriormente expuesto y al marco teórico, con algunos ejemplos de unidades de análisis relevantes para nuestra investigación, en el que se presentan los cruces de toda la información recolectada con lo que esperábamos que sucediera y en qué parte de las sesiones se logró.

Tabla 2

Red de categorías, indicios y algunas unidades de análisis.

Categoría	Indicios	Unidades de análisis
<p>1. La experimentación como medio posibilitador del desarrollo de la argumentación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Emplea el diálogo como medio de validación de ideas. • Expresa conclusiones, justificaciones y razonamientos en respuesta a discusiones grupales. • Manifiesta cambios de concepción, apoyado en conclusiones experimentales e intercambio de ideas 	<p>Gordo: Yo propuse el de Robert, el que estábamos defendiendo</p> <p>Investigadora 1: Y lo que propone Robert, ¿se asemeja al experimento?</p> <p>Gordo: Si, ¿al de radiación?, sí.</p> <p>Investigadora 1: ¿Por qué? ¿Qué decía Robert?</p> <p>Gordo: Que era por partículas</p> <p>Investigadora 1: Listo, ¿en el espacio hay partículas?</p> <p>Gordo: No</p> <p>Investigadora 1: Pero entre la Tierra y el Sol no hay partículas, entonces ¿cómo defiendes tu postura?</p> <p>Gordo: Porque aquí hay aire.</p> <p>[después de darse cuenta de que la luz del sol no llega por medio de partículas a la tierra cambia de postura]</p> <p>Gordo: Que ninguna se da, ya que el calor se transfiere es por radiación y la radiación no se transmite ni por moléculas o fluidos, si no por energía. (G2-P5-R. O).</p>

<p>2. La actividad E.C.E en relación con la construcción del fenómeno de transferencia de calor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizan la experimentación para establecer relaciones entre las diferentes formas de transferencia de calor. • Identifican las condiciones y circunstancias en las que ocurre el fenómeno de transferencia de calor. • Expresan relaciones con situaciones cotidianas a partir de las actividades experimentales propuestas. 	<p>(...)suponiendo que en esta estufa [preendida] se ponga una olla con aceite, al meter buñuelos se daría el ejemplo de convección, ya que la parte más fría del buñuelo baja y la más caliente sube(...) (G3-P4-R. E/Dani) (...)el fuego se consumía, entonces llegábamos a la conclusión de que si no hay oxígeno el calor no se puede propagar. (G2-P6-R. E/M1)</p>
<p>3. El papel de la historia como articulador en la construcción de conocimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconoce los beneficios del uso de la historia para los procesos de aprendizaje. • Identifica en las controversias históricas y el desarrollo experimental, el carácter sociocultural de la construcción de conocimiento. 	<p><i>Claro que sí, porque durante el tiempo, claramente la gente ha tenido distintos métodos (...)</i> Si por que al ver diferentes argumentos de diferentes autores comprendemos que tuvieron diferentes métodos para investigar de cierta manera los fenómenos (...) con el ejemplo del calor, vimos que un pensante pensaba que el calor era líquido y ahora vemos que otro piensa que son partículas, entonces podemos comprender diferentes puntos de vista y podemos desarrollarnos de esa manera diversos puntos argumentado más fácilmente lo que queramos comprender. (EN-P7-R. O/Repollo)</p>

Selección de Unidades de Análisis

Una vez transcrita toda la información recopilada, se utilizaron códigos alfanuméricos que ayudaron a identificar las unidades de análisis, teniendo en cuenta su relevancia para la indicación considerada y se generaron etiquetas en el siguiente formato: G#/E-P#-R. E-R. O/S para cada unidad de análisis, donde G: Guía que va del 1 al 3, E: Entrevista, P: Preguntas numeradas del 1 al 8, R.E: Respuesta escrita, R.O: Respuesta oral, S: Seudónimo. Ahora, como parte del proceso de selección, se optó por una clasificación de colores, donde se subrayaron aquellas afirmaciones relacionadas con los indicios y categorías anteriores, como se muestra en la Figura 2. Entre los elementos de la primera y segunda categoría, además de codificarlos vemos la posición de G2-P6-R.O/E.D. en la transcripción. Guía 2, pregunta 6, respuesta oral, Ema y Dani. Esta manera de codificar la información a partir de la identificación de elementos claves afines a los indicios, nos facilitaron el proceso de organización para su posterior análisis e interpretación.

Figura 2

Ejemplo de codificación.

G2-P6-R.O/E.D.

Mesa 1 (**Ema, Dani**).

Ema:El experimento que nosotros utilizamos fue y consiste sobre una base de madera, en la que colocamos una base de plástico, sobre la base de plástico colocamos una vela encendida y sobre esta vela encendida colocamos una base o una superficie de tubo de PVC, tubo de metal y una barra de madera, lo que había era una transferencia de calor sobre el tubo en algunos casos como era el tubo de metal esa transferencia era mucho más lenta pero el calor se conservaba por mayor tiempo, entonces por ejemplo, se apagaba la vela y el calor seguía ahí por unos 3 minutos más, por ejemplo con la barra de madera el calor si se transfería pero no de la manera que esperábamos, que era por cuestión de tiempo y que transfiriera así lentamente si no que se incendiaba la barra pues se transfería el calor pero por partículas así uno por uno o espacio por espacio, con el tubo PVC pasaba algo muy curioso que por el material que es se derretía este y si había transferencia de calor pero en ese punto exacto porque supongo que todo el calor que se va a transferir se concentra en ese punto.

Nota: Es el ejemplo de la clasificación que se estaba utilizando por medio de colores, donde cada color hace referencia

a las categorías, en este caso el rojo indicios de la categoría 2 y el azul indicios de la categoría 1, como se presenta en la tabla 2.

Sobre las Categorías de Análisis

Con la categoría 1, se propende una mirada diferente de la actividad experimental, permitiendo esa construcción conjunta del conocimiento evidenciado por medio del discurso, como elementos que intervienen en la experimentación, para ello traemos a colación autores como Shapin (1991), Fleck (1986) que resaltan el carácter social y epistemológico del conocimiento científico, es decir, que sus reflexiones giran en torno a cómo el conocimiento científico ha sido construido históricamente con el factor social presente, dado que como lo menciona Fleck, el estado del conocimiento de cada momento excede la capacidad de cualquier individuo. De manera similar, Leitão (2012), que resalta el carácter dialógico del conocimiento escolar, sus planteamientos se identifican por el análisis de los procesos de argumentación dialógica, lo cual se resume en la propuesta de lo que ella denomina como unidad dialógica, que consiste en: Argumento, contraargumento y respuesta.

De acuerdo a las consideraciones anteriores, el elemento clave para esta categoría es la generaciones de reflexiones en el estudiantes a partir del diálogo y la escritura, situación que es motivada por el encuentro alrededor de la reproducción de experimentos y la exploración de los mismos desde la perspectiva de Steinle (1997) y Ferreirós y Ordoñez (2002), donde la ciencia ya no es vista como un compendio de contenidos que deben memorizar o aprender sin ningún filtro crítico, sino que, mediante el intercambio de ideas con el otro, el proceso se enriquece por medio de consensos, cambios de postura, validación social y reflexiones meta científicas.

En síntesis, el énfasis de esta categoría, si bien gira entorno a la experimentación como eje articulador de la comprensión por medio del discurso, se centra en una mirada social de la construcción de conocimiento científico, considerando que históricamente los procesos que han permitido generar avances en ciencias se han gestado dentro de comunidades que, más allá de ser herméticas y elitistas, se orientan por el diálogo y la consideración de miríadas de mundos distintos entre sí.

Las dificultades y obstáculos de estos procesos han hecho posible también la consolidación de comunidades científicas que a la larga han permitido reconocer este carácter social como un elemento crucial en el avance del conocimiento. Es desde esta perspectiva que llega a la escuela esta consideración alternativa para permitir mejorar los procesos de aprendizajes significativos.

Para el sustento teórico de la categoría 2, se retoman autores como Arca et al. (1990), Guidoni y Arcá (1987) los cuales hacen énfasis en el cómo a través de la experiencia cotidiana se logra estructurar el conocimiento científico. Además, mencionan cómo por medio de las relaciones construidas a partir de experiencias propias, de discusiones en torno a otras experiencias y del reconocimiento de las condiciones que intervienen en el fenómeno; se enriquece el valor de la comprensión sobre las distintas formas de transferencia de calor, al permitir construir ideas y profundizar en los detalles de las relaciones entre esas condiciones.

En esta categoría, se discute sobre el proceso cíclico que involucra la experiencia, el lenguaje y el conocimiento que, como mencionamos anteriormente, constituye la base de la construcción del conocimiento. De esta forma entonces, se logra ampliar la comprensión del fenómeno por mecanismos como la identificación de regularidades, la construcción de relaciones entre condiciones que caracterizan el fenómeno de transferencia de calor, el reconocimiento de circunstancias que posibilitan que se dé este fenómeno, entre otros elementos.

Es en este sentido, tanto para esta categoría como para las demás, tomamos a la experimentación como ese eje articulador de procesos del desarrollo de procesos argumentativos y de comprensión, en torno al fenómeno de transferencia de calor como lo mencionamos en el párrafo anterior, por tal, la fundamentación acerca de cómo concebimos la experimentación se realiza desde el punto de vista de autores como Steinle (1997), quien plantea la experimentación exploratoria como el escenario que posibilita la identificación de regularidades y la construcción de reglas empíricas surgidas de esos acercamientos experienciales.

Similarmente Ferreirós y Ordoñez (2002), complementan esta visión del experimento al enfatizar en la importancia del carácter cualitativo de la experimentación, en este sentido, el acercamiento con el fenómeno parte desde una perspectiva diferente a la guiada, donde solo se busca la verificación de teorías y el proceder tipo recetario, para plantearse como un asunto en búsqueda de las propiedades, las características y las condiciones del fenómeno, a partir de la

exploración y la variación de la experiencia de manera libre y creativa. Apoyando lo que venimos mencionando, Romero y Aguilar (2013) enfatizan en que no se trata de llevar al aula simplemente discusiones, más bien, la inclusión de esto pretende transformar la clase en un escenario donde sea posible familiarizar al estudiante con los contenidos y dinámicas de la ciencia, además, que a partir de esto se promueve una mirada crítica de estas dinámicas y contenidos.

La categoría 3, está orientada al reconocimiento del uso de la historia como esa herramienta que posibilita movilización en las prácticas experimentales, con el objetivo de mediar en la construcción de conocimiento. A partir de las consideraciones de Ayala (2006), estas prácticas deben orientar los procesos con el fin de orientar los procesos de recontextualización, pasando tanto por el plano de la motivación y la caracterización de la “naturaleza” del conocimiento científico, como por el plano del rescate de argumentos para mostrar la ciencia como una actividad donde juega la razón, lo cual en suma, posibilita el reconocimiento de la evolución de un concepto y los procesos que lo transformaron para su entendimiento, de modo que facilita la comprensión y uso del mismo.

Los hallazgos aquí expuestos, fueron desarrollados en correspondencia con las categorías e indicios anteriormente descritos (véase Tabla 3.). Así, las unidades de análisis seleccionadas fueron filtradas y categorizadas tomando en cuenta estos. Siguiendo el plan de análisis de la información recolectada, a continuación, se presentan los análisis e interpretaciones de los enunciados de los estudiantes y la triangulación con el marco teórico desde la perspectiva de Cisterna (2005).

Análisis de la Información

Una vez realizada la implementación de las diferentes fases y momentos de la propuesta didáctica, se plantea realizar un análisis de la información teniendo como referente principal a Stake (2010), quien plantea que en los procesos de análisis lo que se busca es dar sentido a determinadas observaciones del caso, mediante el estudio más atento y la reflexión más profunda que el investigador sea capaz de realizar. Para este autor, el análisis consiste en brindarle sentido a aquellas observaciones que surjan en la investigación, con el fin de dotar esas impresiones de significados. Es allí donde el estudio de caso instrumental plantea la posibilidad de reunir

información del caso susceptible de ser reinterpretada por los investigadores para comprender el fenómeno o problemática de la cual trata el trabajo.

Para este fin, el análisis de la información se hará a partir del diseño de una red de categorías para los cuales se preverán unos indicios que den cuenta de la consecución o no de las categorías propuestas, es decir, que con ello se busca establecer ciertos criterios que nos permitan enfatizar en los fragmentos generados por los estudiantes, que respondan tanto a la red de categorías como a los objetivos de investigación.

Este trabajo de análisis tiene como complemento, la triangulación de la información que se realizará en un primer momento con los mismo comentarios de los participantes asegurándonos de que sus ideas sean reiterativas en distintos momentos o si por el contrario cambian su discurso en el transcurso del desarrollo de las actividades, y en un segundo momento la triangulación de la información se hará a partir intercambiar ideas con expertos y con pares que validen o refuercen la red categorial con la cual se analiza la información.

Tabla 3

Cruces con categorías.

X	Grupo de discusión	entrevista	plenaria	evaluación	Actividad experimental	C. 1	C. 2	C. 3
Guía 1	[Red]	[Orange]	[Yellow]			[Blue]		
Sesión 1								
Guía 2				[Green]	[Blue]	[Blue]	[Green]	[Purple]
Sesión 2								
Guía 3							[Green]	



Hallazgos

En este capítulo se analizarán e interpretarán los enunciados y reflexiones de los estudiantes surgidos a lo largo de la aplicación de la secuencia didáctica, a la luz del marco teórico, categorías e indicios. Al mismo tiempo, se discute las implicaciones y virtudes de la experimentación cualitativa y exploratoria en el contexto escolar, en cuanto a su relación con aspectos como la argumentación, la historia, construcción de fenomenologías y construcción social del conocimiento.

La Experimentación Como Medio Posibilitador del Desarrollo de la Argumentación

Apoyados en autores como Shapin (1991) y Fleck (1986) cuyas consideraciones se discutieron en el marco teórico, se plantea para esta categoría, el análisis con base en la perspectiva de la construcción social de conocimiento, de forma que los enunciados aquí seleccionados corresponden a esas situaciones donde los participantes generan diálogos entorno a los experimentos y cómo a partir de ello, se va configurando una idea colectiva que, desde la perspectiva de Shapin (1991), se concreta cuando hay un consenso dentro de la comunidad que hace parte de aquella actividad científica.

Esta categoría enfatiza en la idea entorno al experimento como posibilitador de espacios de discusión, y los sujetos que allí participan configuran una comunidad con formas y convenciones internas, donde se certifica y valida cierta producción de conocimiento que de allí surge o se crea, dado que el hecho científico desde la perspectiva de este autor no es algo que viene dado o pre hecho, sino que por el contrario el hecho científico es algo que se construye, en el cual interviene el sujeto y su carga cultural individual; de allí deviene la necesidad de crear consensos en ese encuentro de subjetividades que, en su particularidad perciben cosas distintas.

Otro de los autores en los cuales nos apoyamos para realizar el análisis de los siguientes enunciados, es Leitao (2012) quien subraya en el proceso dialógico cómo una oportunidad en la que los participantes se encuentran con posturas divergentes, teniendo que tomar decisiones en cuanto a si estas posturas le convencen por su calidad argumentativa o si por el contrario las rechazan en el sentido de que no son suficientes para su esquema de comprensión del fenómeno.

Es así que para la selección de las unidades de análisis se tuvo en cuenta ciertos indicios que reflejan estas consideraciones teóricas. Ello nos permite identificar enunciados que, motivados por la secuencia didáctica construida, los participantes expresaban en correspondencia con lo anteriormente planteado. Tales indicios son:

- Emplea el diálogo como medio de validación de ideas.
- Expresa conclusiones, justificaciones y razonamientos en respuesta a discusiones grupales.
- Manifiesta cambios de concepción, apoyado en conclusiones experimentales e intercambio de ideas.

Uno de los momentos seleccionados para analizar de qué manera la experimentación posibilita esa construcción conjunta a partir del diálogo, se ubica dentro de lo que sucede en la Guía 1. En esta parte, se conformaron grupos de discusión en torno a situaciones donde existieran transferencias de calor. El fragmento que presentamos a continuación responde a las reflexiones suscitadas por la pregunta ¿Cómo evitar transferencias de calor con el Sol como fuente? El grupo considerado para este análisis expresó lo siguiente:

Gordo: *Creo que no se puede, porque por las ondas de calor, así usted esté en la sombra, siente calor, (...) no va a estar directamente en el sol, pero si va a sentir un calor.*

Thiago: *Evitaría el calor encerrándome, aunque igual se sentiría por el techo.*

Gordo: *¡Ah sí! Porque se calentaría, ya que hace una especie de efecto invernadero, porque se calentará el techo y este calentará el ambiente.*

Dani: *Pero donde no pegue el sol de manera directa, pues, [en] la sombra. Por ejemplo, cuando hay una estructura, entonces esta generará una pequeña sombra, entonces esta parte estará menos caliente ya que no le pega de manera directa, en cambio la otra parte que estaría recibiendo el Sol, si estará caliente*

Thiago: *Si, pero no se siente igual el calor que estando afuera.*

Investigador 2: *Entonces, ¿va a depender del material?*

Dani: Si claro, hay cosas que son como para que el calor se reparta en una zona, y eso es lo que utilizan las ollas, hay ollas que tienen algo abajo para que el calor se distribuya de la misma forma; hay otras cosas que es para que aguante más el calor, pero también hay otros materiales que lo reflejan. (G1-P3-R. O)

Respondiendo a la pregunta, algunos participantes expresaron que en principio no era posible, debido a que, en sus experiencias cotidianas, así estuvieran en un lugar donde los rayos del sol no incidieran de forma directa, ellos seguían sintiendo calor, pues los materiales del techo absorben el calor y sigue sintiéndose igual. No obstante, al final de la conversación se postula la dependencia de los materiales como factor clave para que el calor del sol sea absorbido o por el contrario reflejado. Logramos observar que se termina identificando la necesidad de expresar que existe una dependencia del material para evitar una transferencia de calor. Se pone en evidencia que los estudiantes comienzan a darse cuenta de ciertas características del flujo de calor: reflejarse o absorberse.

Teniendo en cuenta que el fenómeno en consideración es la radiación del Sol y que esta no necesita un medio para transferirse, los estudiantes afirman que esa radiación atraviesa las superficies materiales, pues enuncian, que incluso en la sombra, debajo de algún objeto que los cubra, siguen sintiendo calor, pero que también, a su vez esta forma de transferencia se convierte en una transferencia por conducción, que si necesita medio, pues al golpear con un objeto un material que lo absorba adecuadamente (en este caso el techo), también transmite esa sensación de calor a nuestros cuerpos. Como vemos, la discusión alrededor de una situación tan cotidiana motivó a los estudiantes a reflexiones de un tipo más profundo, con la intención de construir aquel hecho o fenómeno a partir del intercambio de perspectivas con el otro.

El complemento entre las distintas visiones de mundo, es decir, entre las distintas particularidades del fenómeno que advierten cada uno de los estudiantes en su proceso observación y comprensión individual, permitió poner en escena elementos o características del fenómeno que se les escapaban a algunos de sus compañeros. Así, a partir de compartir su observación individual con el resto, es decir, con la comunidad, motivó a que sus compañeros por lo menos se replantearan si realmente su visión del fenómeno era lo suficientemente completa, desencadenando en la necesidad de volver a revisar lo que cree conocer del fenómeno. De allí la importancia de construir el hecho científico en el aula, como lo plantean autores como Guidoni y Arcá, (1987) y Romero y

Aguilar, (2013), dado que al presentar hechos científicos como absolutos y terminados, se omite la riqueza de todo el proceso de construcción social de conocimiento.

La construcción de conocimiento a partir del diálogo que describimos en el anterior párrafo se complementa con el siguiente análisis con relación a uno de los cambios de postura presentados a lo largo de toda la secuencia didáctica. En G1, se presentó un pequeño fragmento histórico donde se lograron identificar dos posturas distintas, la de Lavoisier y la de Mayer. En un inicio los participantes tomando únicamente como insumo sus experiencias cotidianas, se inclinaban más sobre una u otra y se les pidió que tuvieran presente esa postura a lo largo de las sesiones posteriores.

La segunda guía, descrita en los aspectos metodológicos, permitió a los estudiantes enfrentarse al experimento de manera activa y exploratoria. Al final de la sesión, y después de haber discutido lo ocurrido en los distintos experimentos, se retomó el tema del fragmento extraído sobre las perspectivas de estos científicos, con la intención que a partir de lo hecho en la sesión experimental, reafirmaran o rechazaran esas posturas iniciales, además que sustentaran con base al experimento qué hecho los había llevado a confirmar o cambiar de opinión entorno a la perspectiva del calor como un fluido, propuesta por Antoine Lavoisier y el calor desde la perspectiva de conservación de la energía, propuesta por Robert Mayer, posturas que fueron ampliadas y profundizadas en el marco teórico. En atención a lo anterior y como forma de evidenciar la transformación y seguimiento de los discursos de los estudiantes a la luz de las posturas en discusión, seleccionamos la siguiente unidad de análisis cuyos aportes surgen de las preguntas

¿Con cuál de las posturas presentadas sientes que se describe mejor el fenómeno?

¿La de Antoine? ¿La de Robert? ¿Por qué?

Emilia: Con Antoine, porque nos sentimos más identificados gracias a las coincidencias que tiene esta con la vida cotidiana.

Para justificar su postura desarrollan como sigue.

Emilia: (...) Estamos diciendo que es una sustancia (el calor) que se pueda percibir y es algo que se pueda transferir también (...) precisamente es eso, fluyen, son sustancias que fluyen y el calor fluye por los cuerpos como el gas. (G1-P5-R. O)

[Como mencionamos en el párrafo anterior, en G1 se les presentó el fragmento por primera vez, allí con sus saberes previos se inclinaron por la postura de Lavoisier].

Ema y Dani: *utilizamos a Robert esta vez, no vemos posible que, en el experimento hecho, haya sustancias. (G2-P8-R. E)*

Ema *"(...)por ejemplo con la barra de madera el calor sí se transfería, pero no de la manera que esperábamos, que era por cuestión de tiempo y que transfiriera así lentamente si no que se incendiaba la barra pues se transfería el calor, pero por partículas así uno por uno o espacio por espacio" (G2-P6-R. O)*

Bella: *¿Cómo pasa el calor de un cuerpo a otro?*

Dani: *por el contacto directo [por partículas].*

Ema: *o indirecto (G2-P1-R. E y R.O.)*

Lo anterior corresponde a respuestas obtenidas en sesiones distintas, en la guía uno (G1) como se mencionó anteriormente, contaban con algunos esquemas conceptuales, entendidos como esos recursos mentales necesarios para representar, describir y explicar la realidad empírica, surgidos de sus experiencias cotidianas y que les sirven de insumo para organizar nuevas ideas en base a esos conocimientos previos. Este hecho generó entonces una mejor afinidad con la postura de Antoine Lavoisier, pero, el punto de transformación, el momento donde comenzaron a introducir nuevos elementos a esas herramientas que ya tenían para interpretar la realidad, es cuando en la guía dos (G2) llegan al encuentro con la experimentación, la cual se dispone como ese medio posibilitador de construcción social, donde los hechos se discuten y se construyen con el otro. Su postura se ve interrogada por nuevos efectos y circunstancias, los cuales amplían la caracterización de los conceptos que intervienen en el experimento.

Consideramos que el cambiar de postura implica aquí, un proceso donde los participantes tuvieron que desprenderse de ciertas ideas procedentes de su experiencia común, lo cual no significa que haya sido espontáneo sino que, por el contrario, pasó por etapas de discusión, exploración, evaluación y validación que en síntesis, convierte el proceso de construcción de conocimiento, un proceso de construcción colectiva de hechos, que sustentan en los participantes el porqué de sus cambios o transformaciones, a la luz de la validación y el convencimiento de que

los resultados obtenidos se adecuan mejor a una perspectiva distinta a la que manejaban antes del encuentro con la experimentación.

En este sentido, el proceso de la revisión de perspectivas posibilita eventualmente transformaciones en la concepción de objetos y fenómenos diversos Leitaó (2007). La discusión o el diálogo interpuesto a partir de la situación planteada, generó en los participantes un encuentro con posturas divergentes, partículas o fluidos, lo cual motivó la reconsideración de sus enunciados en términos de ampliar la comprensión del fenómeno. En este sentido la participación en los procesos argumentativos favorece la ocurrencia de cambios de perspectiva a partir de los cuales el individuo construye e interpreta la realidad circundante. Leitaó (2012).

Las construcciones conceptuales expresadas por los estudiantes como mencionamos anteriormente pasaron por el proceso discursivo y dialógico, motivado por las observaciones y acciones experimentales. En algunos de los participantes, esto les permitió reconocer que la actividad científica es una actividad eminentemente humana, donde intervienen subjetividades y modos de ver el mundo muy dispar entre sí, el valor de avanzar en el conocimiento tomando esto en cuenta, es la posibilidad de encontrar en el diálogo y en el intercambio de ideas, un camino para la resolución de esa heterogeneidad de pensamientos. La comunidad se pone de acuerdo en las construcciones de los hechos, la validación de los mismos y de las carencias de estos, para que así cada uno encuentre complemento en la visión del otro, como lo menciona Dani en la siguiente intervención al ser cuestionado por la importancia del diálogo en la parte experimental:

Yo creo que sí [es importante el diálogo], porque, supongamos que yo llegue a una conclusión que sea errónea, o no esté completa, por medio de las discusiones y hablando con las otras personas me podrían complementar, o si es que está totalmente mala [la conclusión], pues entonces estará mal lo que yo había pensado en un principio y esto me podría llevar a reconducir el camino, por así decirlo, y así me ayudaría a enseñarme de una mejor manera. (EN-P3-R. O/Dani)

En ella podemos ver como aduce al valor que tuvo para él el intercambio de ideas con el otro, en el momento de realizar el experimento. Dicha reflexión se apoya en la idea de que el conocimiento no es una construcción individual, sino que más bien es el resultado de una actividad social, ya que el estado del conocimiento de cada momento excede la capacidad de cualquier

individuo (Fleck, 1986). De esta manera logramos concluir que la perspectiva con la cual fue tomada la práctica experimental se situó en aquella que enfatiza sobre el trabajo colectivo.

La discusión puso de manifiesto elementos novedosos ante la consideración del grupo, el cual en su conjunto aporta también ideas que en síntesis complementan el conocimiento construido, de forma que no es la voz de un solo individuo la que se pone sobre encima de los demás en una especie de mandatos absolutos, sino que existe una relación horizontal a partir de la cual el conjunto valida o rechaza posturas que surgen del experimento. Esta forma de proceder se “constituye en un medio de objetivación colectivizados de conocimientos: no soy yo quien dice eso, somos todos nosotros.” (Shapin, 1991, p.24).

En este orden de consideraciones, la siguiente unidad de análisis nos presenta de manera clara que las preguntas adecuadas pueden hacer que un participante cambie su punto de vista o por el contrario permanezca en su argumento, si lo ve suficientemente fuerte, como sucedió con la pregunta: ¿Qué semejanza tiene con alguno de los dos? o de lo contrario si no se acerca ninguno ¿cuál es el que ustedes proponen? La cual surgió en el contexto de una discusión general una vez finalizada toda la parte experimental. La pregunta se construyó con la intención de retomar los planteamientos de Robert Mayer y Lavoisier para ponerlos en consideración en un intento de darle explicación a los fenómenos observados.

Gordo: *Yo propuse el de Robert, el que estábamos defendiendo*

Investigadora I: *Y lo que propone Robert, ¿se asemeja al experimento?*

Gordo: *Si, ¿al de radiación?, sí.*

Investigadora I: *¿Por qué? ¿Qué decía Robert?*

Gordo: *Que era por partículas*

Investigadora I: *Listo, ¿en el espacio hay partículas?*

Gordo: *No*

Investigadora 1: *Pero entre la Tierra y el Sol no hay partículas, entonces ¿cómo defiendes tu postura?*

Gordo: *Porque aquí hay aire.*

[Después de darse cuenta de que la luz del sol no llega por medio de partículas a la tierra cambia de postura]

Gordo: *Que ninguna se da, ya que el calor se transfiere es por radiación y la radiación no se transmite ni por moléculas o fluidos, si no por energía. (G2-P5-R. O).*

Tomando como punto de partida la experimentación realizada, se les pidió retomar los autores trabajados en la primera guía (G1), los cuales mostraban posturas diversas sobre las formas en las que se transfiere el calor. Además, en el desarrollo de la discusión se les dio nombre a dos de los fenómenos observados relacionados con la transferencia de calor, en específico, a la conducción y la convección, pero no se tocó el de radiación, esperando que recordaran un tema que habían trabajado de forma reciente, que eran las ondas. Como se les dio nombre a solo dos formas de transferencia de calor se apoyaron exclusivamente en estas dos sin esperar una tercera, como se evidenció en el anterior dialogo.

Cuando se menciona que la radiación viaja por el aire y dado que en él hay partículas, se apoya entonces en la postura de Robert Mayer, pero al momento de proponer ideas fuera del salón y del planeta (es decir en el espacio exterior), su percepción sobre el fenómeno entró en duda, con lo cual los estudiantes decidieron cambiarla. También recordaron que en una de sus clases vieron la temática de ondas, donde la luz no requiere de un medio para transportarse, de esta manera logran sustentar su respuesta final. En este sentido traemos a colación a David Perkins (1999) cuando nos dice que comprender es la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe. Lo cual se logra observar con el estudiante, ya que toma lo que conoce, y al ver que estaba incompleto lo cambia y complementa.

A modo de conclusión, los análisis adelantados en esta categoría enfatizan en la forma de construir conocimiento de manera conjunta y dialógica, hecho en el cual se circunscribe el desarrollo de una habilidad argumental sustentada en los planteamientos de Leitão (2012). En

atención a lo anterior y por medio de procesos de discusión, se logró generar una ampliación en la comprensión de la temática y también desarrollar esa capacidad de argumentación en ciencias.

Consideramos, que esta mirada de la actividad científica, la cual postula una perspectiva más social y propone un diálogo simultáneo entre teoría y práctica, es fundamental a la hora de originar reflexiones meta científicas en el aula, cuyas virtudes están intrínsecas a lo largo del análisis presentado en esta categoría, pero que, deja expuesto una falta en los esfuerzos por hacer que estas reflexiones tiendan a ser más explícitas, dado que al hacerlo, se busca como objetivo el contribuir a que en el aula se desmitifique el carácter elitista de la actividad científica y se abra para cualquier tipo de contexto y de sujeto.

La Actividad E.C.E en Relación con la Construcción del Fenómeno de Transferencia de Calor

Con base en autores como Iglesias (2004), Ferreirós y Ordoñez (2002) y Steinle (1997) cuyos planteamientos fueron discutidos en el marco teórico, se construyó esta categoría, atendiendo a que la experimentación cualitativa y exploratoria pone de manifiesto el inicio, el desarrollo, los procesos y dificultades, por las cuales pasa la construcción de conocimiento científico. De manera que, desde esta perspectiva no se toma por absoluta ninguna proposición, ni tampoco se conciben leyes o fenómenos naturales como acabados.

En términos concretos, desde la propuesta epistemológica de estos autores, es crucial el abordaje experimental que pone en juego la discusión de los procesos por los cuales pasa la construcción de una fenomenología. Ello aplicado al aula, implica la oportunidad de presentar a los estudiantes una forma distinta de proceder, donde la guía del experimento no predefina un camino específico, sino que abra el campo de visión en términos de exploración, de variación, de identificación y de búsqueda de regularidades como lo propone Steinle (1997). Además, autores como Romero y Aguilar (2013), complementan esta mirada alternativa de construir conocimiento en ciencia al plantear que tanto la dimensión experimental como como la dimensión teórica son eminentemente constitutivas en la actividad científica.

En este sentido, esta categoría apunta a reconocer las reflexiones y construcciones que surgen de la experimentación, como lo es, la identificación de ciertas condiciones a partir de la

exploración de materiales y de las distintas estrategias pensadas para construir el fenómeno de la transferencia de calor. Con ello se comenzará a tejer una red de relaciones que le permitan al estudiante tener una visión más amplia del fenómeno, a la par que profundiza en ese conocimiento de los hechos que se construyen en el aula.

Similarmente, autores como, Arca et al. (1990), Guidoni y Arcá (1987) plantean, además, que las experiencias comunes no son situaciones anecdóticas, sino que, a partir de ellas, también es posible comenzar a estructurar conocimiento científico, elemento que se ha tenido muy en cuenta para la estructuración de actividades con la finalidad de construir relaciones entre aquellas condiciones o circunstancias que hacen posible la caracterización del fenómeno de transferencia de calor. A Partir entonces de esa triada propuesta por los autores de: Experiencia-lenguaje-conocimiento, se configura la posibilidad de desarrollar mediante la experimentación exploratoria, construcción de conocimiento en torno a la transferencia de calor.

Los siguientes indicios nos permitieron delimitar los enunciados que corresponden a esas construcciones de relaciones sobre condiciones que se iban identificando y expresando, de forma que, manifestaban cierta fluidez en cuanto al contenido disciplinar.

- Utilizan la experimentación para establecer relaciones entre las diferentes formas de transferencia de calor.
- Identifican las condiciones y circunstancias en las que ocurre el fenómeno de transferencia de calor.
- Expresan relaciones con situaciones cotidianas a partir de las actividades experimentales propuestas.

En la segunda guía “*jugando con fuego (sin salir quemados)*” (G2), se dispuso una serie de experimentos repartidos por grupos de estudiantes, de tal manera que a cada grupo se le otorgaba, diferentes materiales para un tipo de transferencia específico, tales como: velas, bombillas, termómetros, tubos de distinta composición, globos, parafina, entre otros. El objetivo con ello era que cada grupo realizara experiencias libres y exploratorias sobre los elementos que allí intervenían, de forma que identificaran condiciones o circunstancias que hacen posible una transferencia de calor.

El proceso y los detalles de la experimentación que siguió cada grupo fueron exclusivamente fruto de su creatividad, pues no había instrucciones estrictas en cuanto a procedimiento. Ello les permitió construir propuestas novedosas y propias, tanto en conceptualización como en proceso. Las siguientes unidades de análisis ilustran lo anterior al ser cuestionados sobre el procedimiento realizado en sus respectivos experimentos. Ema, como vocero de la mesa 1 respondió:

(...) Sobre la vela encendida colocamos una superficie: tubo de PVC, tubo de metal y una barra de madera; lo que había era una transferencia de calor sobre el tubo [refiriéndose a los tres materiales]. En algunos casos, como por ejemplo con el tubo de metal, esa transferencia era mucho más lenta, pero el calor se conservaba por mayor tiempo (...) Por ejemplo, con la barra de madera el calor si se transfería, pero no de la manera que esperábamos, que era por cuestión de tiempo y que transfiriera así, lentamente (...) Con el tubo PVC pasaba algo muy curioso: que por el material que es, se derretía y había transferencia de calor, pero en ese punto exacto [indicando la parte que está en contacto directo con la llama de la vela] porque supongo que todo el calor que se va a transferir se concentra en ese punto. (G2-P6-R. O/Ema)

(...)Y pues notamos algo muy curioso y es que con las bases éstas de plástico, creamos como una tapa y cerramos el fuego de la vela, la mecha se apagaba y el fuego se consumía, entonces llegábamos a la conclusión de que si no hay oxígeno el calor no se puede propagar. (G2-P6-R. E/M1)

El tipo de transferencia de calor que los estudiantes están discutiendo, es aquel donde el calor se transfiere por conducción. Los estudiantes comienzan a enunciar aspectos relacionados con las condiciones que posibilitan la transferencia de calor. Uno de ellos es la consideración del medio material, lo cual surge mediante esa experiencia realizada; su identificación les permitió establecer esta condición o circunstancia como un elemento clave a la hora de conceptualizar el fenómeno, donde el medio es una condición de la cual depende la transferencia de calor, aduciendo a que al poner sobre la vela un determinado tubo, la rapidez de transferencia dependería del tipo de material que constituyera ese tubo, identificando en este sentido otro factor o condición del fenómeno en estudio, a saber, su relación con el tiempo.

“*Con el tubo de metal, esa transferencia era mucho más lenta, pero el calor se conservaba por mayor tiempo*”. Si bien en su enunciado aduce a que la transferencia era mucho más lenta en términos de tiempo (situación contraria a la consideración usual de que el metal es buen conductor térmico), reconoce en el metal la característica de retener el calor por un tiempo prolongado y de manera uniforme, a diferencia del plástico y la madera que se derriten o se queman al contacto directo con la llama de la vela, como lo indicaban al observar y expresar que el calor se concentra en un solo punto, es decir en la zona que se encuentra justo arriba de la llama y no a lo largo de todo el material. Esta respuesta indicaba ya, una identificación de situaciones que le permitiesen comenzar a generar ciertas regularidades con las cuales clasificar un material, ya sea como buen o mal conductor térmico.

Otro elemento considerado por los estudiantes era que esperaban observar el comportamiento de los otros materiales similar al del metal, así lo afirman en este fragmento “*con la barra de madera el calor sí se transfería, pero no de la manera que esperábamos, que era por cuestión de tiempo y que transfiriera así, lentamente*”. Estas consideraciones derivadas del experimento denotan una estructuración organizada de los elementos que se iban identificando, en el sentido que logran explicar de manera detallada aquello que observan, así, la observación no fue un simple proceso de contemplación, sino que, implicó una observación activa, donde logran desarrollar procesos de análisis al momento de, por ejemplo, deducir dependencias y relaciones (con los materiales, con el medio, etc.).

En este punto resaltamos el valor de estos procesos de construcción de relaciones, en la medida que se asientan como procesos útiles para avanzar en el conocimiento, dado que cuando los participantes se apoyan en estas relaciones para establecer reglas, se comienza a estructurar un primer andamio en el camino para construir conocimiento científico a partir de dichas experiencias, donde el reconocimiento de regularidades permite describir algunos aspectos de la experiencia para luego llegar a generalizaciones, de forma gradual (Guidoni y Arcá, 1987). Mencionan el oxígeno como fundamental para la existencia del fuego, si bien en esa reflexión no se están refiriendo directamente a una transferencia de calor por conducción, logran establecer una relación de dependencia entre el medio (oxígeno) como la condición para que exista calor o fuego, en este sentido esa primera idea puede servir de insumo para lograr explicar lo que sucede en los diferentes tubos.

El elemento o condición que no fue considerado en la conceptualización fue el flujo de calor que podía dar una vela, este elemento que al estar presente como quizás una causa evidente de la transferencia, tiene relevancia en el sentido que al aumentar o disminuir la fuente de calor, la transferencia del mismo podría variar en la rapidez de propagación, así como los resultados del experimento. Consideramos que las construcciones adelantadas por los participantes a partir de la experimentación surgieron de la observación activa de todo un proceso cuidadoso y enriquecedor el cual, siguieron sin necesidad de guías predeterminadas.

La posibilidad de confrontarse con el origen o principio del fenómeno y la oportunidad de explorar los procesos y dificultades de la experiencia, desmitificaron la idea de que la actividad científica seguía reglas estrictas y era solo accesible para unos pocos, puesto que en sus intervenciones ponen en juego un hacer y pensar mientras exploran el fenómeno, generando ideas entorno a lo que observan para organizar explicaciones de lo que ven, de modo que la experimentación exploratoria, en este caso, fue la posibilitadora de un modo de proceder orientado a la identificación de regularidades empíricas, con el presupuesto básico de que el trabajo experimental no apunte exclusivamente a probar teorías (Steinle, 1997).

En este sentido, las siguientes unidades de análisis surgidas de la pregunta ¿para ustedes, por qué se hace más pertinente acercarse a la física mediante esta forma de experimentar?, ponen de manifiesto esas reflexiones que los participantes lograron construir con respecto a este modo de proceder de la experimentación, cualitativo y exploratorio.

Porque no vemos las cosas dentro de un cuaderno o con un montón de números si no que, ya la estamos aplicando, no la tenemos que imaginar si no que, la estamos propiamente viendo y estamos probando diferentes cosas y así se hace la clase más didáctica y más fácil de entender los diferentes temas. (EN-P2-R. O/Mono).

Lo que ocurre con la física ortodoxa y este aprendizaje más teórico es que, realmente lo que uno está apreciando son como las características que poseen estos ámbitos, estos fenómenos, entonces por ejemplo en una fórmula lo que estamos viendo es temperatura, y que es [el concepto de] temperatura, pero nunca estamos viendo realmente cómo se puede aplicar la temperatura, cómo se puede aplicar el calor y dónde lo podemos ver. Creo que es un gran paso para una nueva metodología de aprendizaje, más didáctica y más práctica (...). Una

metodología donde veamos el fenómeno, entendamos el fenómeno, usemos el fenómeno, apliquemos el fenómeno y nos apoderemos del fenómeno. (EN-P2-R. O/Ema).

Como vemos, los estudiantes consideran las sesiones llevadas a cabo como una forma en la cual se cambia la perspectiva metodológica de los procesos de construcción de conocimiento. Explican la diferenciación entre una visión que privilegia más lo teórico en contraste con una forma de proceder que inicie con lo experimental.

En términos de este trabajo, la explicación que presentan los estudiantes sobre la visión teórica corresponde de manera muy similar a la tradición teoreticista que autores como Ferreirós y Ordoñez (2002) toman para desarrollar un análisis sobre sus “miserias” en un apartado de su artículo. Así mismo, se evidencia como su visión de la práctica experimental se adecua a lo que venimos desarrollando en esta categoría apoyados en los autores ya mencionados. Es preciso entonces, hacer la reconstrucción de uno de esos momentos donde los participantes ponen de manifiesto la parte exploratoria de la experimentación, donde prueban diferentes procedimientos con la intención de generar una mejor comprensión del fenómeno. Ello con ayuda de los materiales que le fueron suministrados. Así, pretendemos hacer explícito la intención de los fundamentos de esta secuencia didáctica que, como vimos, reside en incorporar una visión alterna de la actividad experimental, donde la exploración permite la identificación de regularidades y de características del fenómeno. Para ello, escogimos una secuencia de imágenes donde se logra poner de manifiesto esa perspectiva de la actividad experimental que defiende este trabajo, observando el proceder experimental que los mismos estudiantes proponían. Como lo vemos en la figura 3.

Figura 3.

Globo reventado.



Los materiales propuestos en esa experiencia representada en la figura 3, consistían en unos cuantos globos, agua, vela, embudo y un trapo, con la intención de explorar un fenómeno singular relacionado con la transferencia de calor. Las instrucciones como mencionamos en apartados anteriores se limitaban a darle respuesta a un par de preguntas relacionados con el fenómeno.

Los montajes y procesos experimentales para darle respuesta a esas preguntas dependían exclusivamente de las ideas que les surgieran a los estudiantes. Así, en un primer momento comenzaron probando lo que sucedía al dejar el globo inflado únicamente con aire sobre la llama de la vela, concluyendo al final que este explotaría pasados unos segundos, tal como se observa en la figura 1, donde uno de los globos se encuentra reventado sobre la mesa. Posteriormente utilizaron el agua para llenar otro globo como lo vemos en la figura 4 y 5.

Figura 4.

Globo con agua.

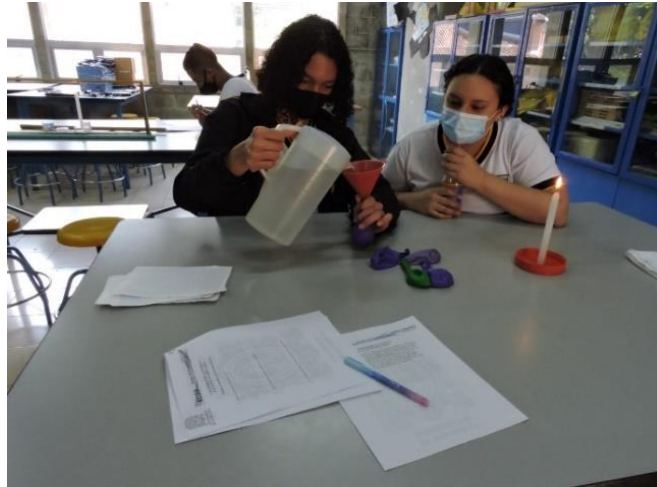


Figura 5.

Globo con agua sobre la vela



En este momento, lograron encontrar un resultado distinto fruto de las variaciones que le iban agregando a su montaje experimental. Las conclusiones entonces fueron complementándose a tal punto que lograban construir relaciones de algunos factores que posibilitaban mayor absorción de calor, dado que el globo no explotó. Además, de posibilitar una identificación de la dependencia con el fluido que se estuviera utilizando, bien sea aire o en este caso agua. Ahora bien, sus montajes no terminaron allí, las ideas que surgían, los llevaron a pensar que, si bien el agua era un factor

clave para que la llama de la vela no reventara el globo, la cantidad de agua y la ubicación de la misma (contenida en el globo o mojando por fuera al globo), también sería un factor del cual dependería ese efecto el de mantener el globo inflado con la llama directa de la vela, como lo podemos observar en la figura 6.

Figura 6.

Mojando el globo por fuera.



Esta reconstrucción de los hechos permite poner en evidencia cómo los estudiantes mediante la exploración del experimento utilizaron diversas formas de acercamiento con el fenómeno, con la intención de identificar tanto características como condiciones y construir relaciones en función de esa experiencia que se iba configurando a la par del desarrollo experimental. La siguiente unidad de análisis recoge parte de las explicaciones que enuncian los estudiantes al respecto de esta experiencia descrita.

Nuestro experimento fue llenar un globo con agua e inflarlo (...) y exponerlo al calor de una vela, lo que sucedió fue que gracias a que el agua estaba dentro del globo, éste no estalló, precisamente porque el agua mantenía una temperatura estable en el globo para que no estallara el plástico. (...) En vez de colocar agua en sus adentros [dentro del globo] lo hicimos mojando el exterior y notamos que (...) se derritió. (G2-P6-R. O y R.E/M2)

No solo el grupo encargado de esta experiencia se atrevió a generar miradas alternativas y novedosas respecto a el montaje del experimento, la figura 7 refleja como otro estudiante motivado por la curiosidad, estudia la dependencia del oxígeno como ese factor necesario para la combustión de la llama de la vela. Si bien, en términos de transferencia de calor no es fácil encontrar una relación directa, si resaltamos el valor de su exploración e identificación de condiciones y circunstancias.

Figura 7.

Tapando llama de la vela.



Así pues, podemos afirmar que los participantes fueron activamente los generadores de la construcción de conocimiento, dado que el punto de partida no estuvo en consideraciones teóricas; sus intervenciones permitieron refinar su comprensión de cada paso que daban con las variaciones del experimento, de tal manera que, las relaciones entre las condiciones que se iban identificando fueron tejidas a partir de su práctica y sus discusiones.

En este sentido, y en concordancia con Iglesias (2004) reconocemos que la ciencia es una actividad, y que, como tal, incluye diversas variables, entre ellas la conciencia de los sujetos que la realizan. Además, logramos notar que en el proceso de la práctica surgen consideraciones que no son contempladas en un inicio, pero que al final son reflexiones valiosas e ingeniosas que aportan al entendimiento del fenómeno, como lo menciona Iglesias (2004) al referirse a la

creatividad como inherente a la práctica y que, en toda práctica científica hay elementos que apelan a la innovación, al ingenio y a un tipo de saber práctico que no puede ser descrito fácilmente en disertaciones teóricas.

El trabajo experimental como lo discutimos anteriormente permitió construir relaciones entre condiciones que posibilitan las formas de transferencia de calor. Los estudiantes lograron identificar condiciones tales como el medio, tiempo y materiales, en relación con la caracterización del fenómeno de transferencia de calor, de manera que la construcción de estas relaciones permitió generar una comprensión amplia y detallada, cuyas reflexiones giraron en torno a asuntos cualitativos del concepto.

La siguiente unidad de análisis denota un manejo fluido de las relaciones construidas en el marco del experimento, sintetizando de manera relacional las condiciones que intervienen en el fenómeno de transferencia de calor. El contexto del enunciado que presentaremos a continuación se ubica en el desarrollo de un taller corto de tipo escrito, cuyo objetivo era analizar el grado de comprensión y de argumentación entorno a una situación hipotética (proposición verdadera o falsa) referida a un tipo de transferencia de calor. En este caso, se trataba de la conducción térmica y la proposición que se les presentó a los estudiantes era falsa. La tarea de los estudiantes era discernir su validez o invalidez y justificarlo. La proposición trataba sobre de flujo de calor en una barra calentada por uno de los extremos, y decía lo siguiente: “*El flujo de calor será menor, si la diferencia de temperatura con el otro extremo es mayor.*” Lo anterior se presenta con la intención de concretar esas relaciones que se venían construyendo. En este sentido, lo presentado era contrario a las experiencias realizadas, era ejercicio del estudiante desmentirlo y apoyar su argumento con lo hecho en las sesiones experimentales.

Gordo: *Esto es imposible ya que, a mayor diferencia de temperatura, mayor es el calor transferido, [dado] que, al juntar dos barras metálicas, una más caliente y otra a temperatura ambiente el calor que se va a transferir va a ser mucho mayor. (G3-P1-R. E).*

El estudiante logra sintetizar en pocas palabras todo un proceso que se siguió por medio de la experimentación, donde, la carga teórica no fue el elemento central que dirigió la construcción de conocimiento, sino que esa conceptualización surgió como necesidad a medida que se discutían los problemas experimentales. De esta manera que podemos ver cómo construye un asunto de

proporcionalidad entre diferencias de temperatura y flujo de calor, en su intervención incluye también un ejemplo experimental al mencionar que si dos barras metálicas a diferentes temperaturas se unen habrá un flujo de calor mayor dependiente de esa diferencia que poseen.

En este orden de ideas, la guía tres “*Rebobinando*” (G3) se orientó de tal manera que lograra recoger aquellas idas de los estudiantes que no se concretaron en el desarrollo de las guías anteriores, las cuales ponen de manifiesto desde producciones orales y escritas tanto síntesis como conclusiones sobre su comprensión de la temática. En la pregunta 4 de la guía mencionada, se les pidió a los estudiantes realizar un escrito haciendo uso de las distintas formas de transferencia de calor con una situación experimental que lo pudiera ejemplificar.

"Un ejemplo de conducción podría ser [una olla en] una estufa: aunque el fuego le pegue a otras cosas de manera directa, la superficie de donde sale el fuego también se calienta. Suponiendo que en esta estufa [prendida] se ponga una olla con aceite, al meter buñuelos se daría el ejemplo de convección, ya que la parte más fría del buñuelo baja y la más caliente sube; si dejas los buñuelos en un plato, estos se van a enfriar por la temperatura del medio; como se ponen fríos, puedes calentarlas en un microondas y esto los dejará calientes gracias a la radiación que transmite." (G3-P4-R. E/Dani)

Al ser cuestionado por situaciones cotidianas en las que el calor se transfiere, el estudiante opta por ejemplificar con lo que sucede en la cocina, distintos mecanismos de transferencias de calor, mencionando por ejemplo, que por medio del fuego de la estufa se transfiere calor a un material como las ollas y a su vez, a algún líquido que en ella se introduzca; también pasa por mencionar el enfriamiento de un buñuelo que al dejarlo expuesto a la temperatura del ambiente generará el fenómeno de convección, dado que el alimento se encuentra a una mayor temperatura que la del ambiente; por último, menciona el microondas como ejemplo de transferencia por radiación.

De manera que, desde nuestra perspectiva vemos cómo a partir de estas situaciones comienza a profundizar y a detallar más su concepción del fenómeno, al recurrir a sus experiencias obtuvo elementos que sentó como punto de apoyo para construir conocimiento con base en ellos. Si bien, sobre esas experiencias el estudiante tenía ya alguna idea o preconcepción empírica, no fue sino hasta reproducir el fenómeno con el experimento, que logró organizar sus experiencias de

tal manera que pudiera explicar condiciones que intervienen para que exista transferencia de calor. Lo cual desde Arca et al. (1990) se enmarca en el valor o importancia de las experiencias comunes como base del conocimiento científico, según estos autores, el proceso de conceptualización es un proceso recurrente que parte de la base experiencial del sujeto y se potencia con el trabajo experimental. La construcción de conocimiento científico implica entonces, modos de observar la realidad, así como, modos de relacionarse con la realidad, lo cual implica y supone los modos de pensar, los modos de hablar, los modos de hacer, pero, sobre todo, la capacidad de juntar todos estos aspectos. Guidoni y Arcá (1987).

En síntesis, el proceso de la práctica experimental contribuyó a la identificación y relación de factores o condiciones que influyen en la caracterización del fenómeno. Por una parte, encontramos que por medio de la experimentación exploratoria se comienza a configurar un escenario mediador, donde se da lugar al encuentro entre diversas subjetividades y diversas formas de ver el mundo; las cuales se juntan para discutir alrededor de un fenómeno que se construye, que no viene predefinido, es decir, que no está determinado a partir de pasos, sino que, se presenta tal cual lo vemos en la naturaleza, dispuesto para ser procesado, analizado, discutido y comprendido; pasando por filtros y consensos, por variaciones y cuestionamientos, pero que al final permite la profundización y avance en el conocimiento del fenómeno.

Por otra parte destacamos que el énfasis de la práctica experimental no se fundamentó en los productos de los estudiantes, pues como estudiamos en las unidades de análisis aquí expuestas, los procedimientos, las discusiones y el desarrollo fueron el eje fundamental, donde la experiencia de los participantes sirvió tanto como punto de apoyo como insumo a partir del cual se amplía su visión del mundo, dado que, en sus explicaciones y razonamientos incluyeron expresiones cotidianas como forma de adoptar significativamente aquello que ha llegado a cierto grado de comprensión.

El Papel de la Historia como Articulador en la Construcción de Conocimiento

Uno de los elementos que se tuvo en cuenta a la hora de desarrollar la construcción de la secuencia didáctica, fue el uso de la historia como recurso que posibilita generar reflexiones en torno a cómo los conceptos en ciencias han tenido que pasar por diferentes procesos de transformación dependiendo del momento histórico y los paradigmas dominantes de cada etapa

histórica. Estas transformaciones en los conceptos incorporan complementos o añaden perspectivas diferentes que permiten ampliar y profundizar el conocimiento sobre dicho concepto referente a un fenómeno natural, de manera que los problemas para los cuales no se tenía una respuesta o herramientas técnicas, teóricas y prácticas para su resolución, son posibles de abordar a partir del descubrimiento, desarrollo e innovación de hallazgos y aportes que amplían el campo de conocimiento en una determinada disciplina, en el trasegar histórico.

Es así como se tienen en cuenta aspectos culturales y temporales, puesto que dependiendo de la visión de mundo que se haya construido en un momento determinado, surgen las explicaciones y los modos de proceder para entender un fenómeno. En particular, frente al concepto de calor y su transferencia, se pudo identificar en una revisión de la evolución del concepto, que, en su inicio, Lavoisier comenzaba a definirlo o entenderlo mediante un esquema donde el calor era una especie de sustancia invisible e intangible que fluía por los cuerpos a causa de una fuente particular, posteriormente Robert Mayer desarrolla una forma de concebir el calor a partir de la excitación de partículas que transfieren energía a sus vecindades, de forma que esa energía desprendida por la excitación de partículas se transforma en energía térmica, dando una sensación macroscópica de calor, donde los mecanismos de transferencia encuentran la base en la concepción de energía que posee un movimiento acelerado de partículas.

De alguna forma este proceso de evolución es el análogo a la concepción del éter, dado que en algún momento esta sustancia invisible e intangible funcionaba para explicar ciertas situaciones, pero era insuficiente para tantas otras, lo cual motivó a otras personas a buscar nuevas formas de entender el proceso que permitiera refinar la comprensión del mismo y diera solución a esos viejos problemas para los cuales no se tenía solución.

En este sentido desde la perspectiva de Ayala (2006) “La recontextualización de saberes es, entonces una actividad constructiva y dialógica en busca de elementos para la elaboración o solución de un problema o la construcción de una imagen de una clase de fenómenos, que depende inevitablemente de los intereses, conocimiento y experiencia de quienes la realizan” (p. 28).

En atención a lo anterior, los indicios que nos permitieron identificar fragmentos claves a la luz de esta categoría son:

- Reconoce los beneficios del uso de la historia para los procesos de aprendizaje.
- Identifica en las controversias históricas y el desarrollo experimental, el carácter sociocultural de la construcción de conocimiento.

La siguiente unidad de análisis recoge la reflexión de un estudiante respecto al reconocimiento del rescate de fragmentos históricos, donde responde a la pregunta ¿cree que esto ayuda [los fragmentos históricos] a comprender un poco más esta temática?

Claro que sí, porque durante el tiempo, claramente la gente ha tenido distintos métodos, por así decirlo, para encontrar una verdad absoluta de todo, pero se puede decir, que no toda verdad es absoluta. Hemos avanzado más en el tiempo, entonces viendo respectivos argumentos de científicos, por ejemplo, en este tema del calor, vimos diferentes puntos de vista y diferentes épocas, si mal no estoy (...) al ver diferentes argumentos de diferentes autores comprendemos que tuvieron diferentes métodos para investigar los fenómenos que hasta ahora estaban [desarrollando], por ejemplo, con el calor, vimos que un [científico] pensaba que el calor era líquido y ahora vemos que otro piensa que son partículas, entonces podemos comprender diferentes puntos de vista y podemos desarrollar diversos puntos argumentados y así facilitar lo que queramos comprender.

(EN-P7-R. O/Repollo)

En relación con lo anterior, el motivo de indagar un poco más alrededor de las reflexiones de los estudiantes sobre el aspecto histórico reside en que, a lo largo de la secuencia didáctica se hizo referencia a la construcción de posturas frente al estar de acuerdo o no con las consideraciones de los autores representativos de esta temática, (Lavoisier y Mayer), de modo que desde nuestra perspectiva, esto permitió no solo movilizar la parte argumentativa en cuanto a justificar el porqué consideraban estar de acuerdo con alguna de las dos posturas, sino que también posibilitó la identificación de ciertas características en la construcción de conocimiento científico a partir del rescate de lo histórico, de esta manera se logra poner de manifiesto los procesos de la actividad científica y experimental en cuanto a construcción de fenomenologías.

La evolución del entendimiento de este fenómeno de transferencia de calor no se constituyó exclusivamente desde la parte teórica e hipotética, sino que los científicos presentados basaban sus

consideraciones en elementos experimentales, los estudiantes en este sentido, tuvieron la oportunidad de recoger la experiencia de estos y desarrollar una afinidad más cercana, dado que ellos mismos se iban a enfrentar al fenómeno de una forma muy similar a la de los científicos que en algún momento se tomaron la tarea de conceptualizar, sin ninguna teoría plenamente desarrollada, lo cual les invitaba a organizar sus ideas o sus experiencias con un énfasis más marcado en el trabajo experimental y en ese recorrido histórico a partir de la recontextualización de esos problemas o controversias históricas presentadas en los fragmentos.

“No se trata entonces de desvelar lo que ciertos autores (científicos) concebían acerca de fenómenos o problemáticas particulares de acuerdo al contexto en que fueron elaborados(...) Se trata más bien de establecer un diálogo con los autores a través de los escritos analizados, con miras a construir una estructuración particular de la clase de fenómenos abordados y una nueva mirada que permita ver viejos problemas con nuevos ojos” (Ayala, 2006, p.29).

En línea con los comentarios anteriores, la secuencia didáctica condujo a que los estudiantes encontrarán en la revisión histórica elementos que se articulaban a sus construcciones propias, que surgen tanto de conocimientos previos evidenciadas en su alusión a experiencias cotidianas, como de desarrollos prácticos constatado en sus formas de proceder y razonar a partir de la reproducción y variación del experimento.

En línea con lo presentado en el marco teórico, donde desarrollamos la idea del carácter histórico y social del conocimiento científico, traemos a colación una de las unidades de análisis presentadas en la primera categoría, ahora con la intención de analizarla desde otra perspectiva. En la primera categoría se discutió y enfatizó entorno al carácter social de la construcción de conocimiento científico, donde la discusión permite desarrollar procesos de argumentación, generando cambios de postura y habilidades de justificación y sustentación de posturas. En esta categoría se enfatiza en el carácter histórico del conocimiento científico, además de su función como recurso dinamizador de discusiones y construcciones conceptuales, de manera que, el punto diferencial que resalta esta categoría es la historia como herramienta articuladora de ideas y discusiones en la enseñanza de la física. La siguiente unidad de análisis, responde entonces a la afinidad que lograron desarrollar con las posturas de los autores, considerando en el proceso ideas del autor opuesto como sistema dialectico, todo ello llevado a cabo en términos de los insumos históricos y experimentales.

¿Con cuál de las posturas presentadas sientes que se describe mejor el fenómeno? ¿La de Antoine? ¿La de Robert?

En la sesión correspondiente a G1, enuncian lo siguiente:

Ema: *Con Antoine, porque nos sentimos más identificados gracias a las coincidencias que tiene esta con la vida cotidiana. (G1-P5-R. O).*

En la siguiente sesión correspondiente a G2, enuncian lo siguiente:

Ema y Dani: *Utilizamos a Robert esta vez, no vemos posible que en el experimento hecho haya sustancias. (G2-P8-R. E).*

De este modo, logramos ver cómo se involucra un tercer factor, el histórico, que contribuye a dinamizar las perspectivas de construcción de conocimiento, donde el intercambio de ideas ahora se hace desde 3 fuentes: el experimento, los autores y los estudiantes mismos; todos confluyen en ideas que se complementan y se refuerzan.

En este sentido, la historia juega un papel recursivo donde trae al contexto del experimento en el aula una mirada que retoma concepciones olvidadas, diferentes y originales, dotadas de significados para que, con ello, los estudiantes logren reunir los elementos más importantes como punto de apoyo para sus propias construcciones basadas, además, en la práctica. De este modo como lo menciona Gómez, 2006 citado en Muñoz, 2020, la construcción grupal de las explicaciones, acompañada de narrativas históricas; cobran vital importancia al momento de la comprensión de un fenómeno.

Siguiendo con la discusión planteada con la pregunta anterior, la siguiente unidad de análisis nos presenta otro punto de vista surgido de esas reflexiones que suscitó la lectura de los planteamientos de los autores que venimos comentando, Lavoisier y Mayer. Este enunciado corresponde a la síntesis escrita después que se discutió la lectura en un grupo conformado por 3 estudiantes.

Mono, Thiago y Gordo: *El de Robert se adapta más al experimento, ya que para sentir calor o que el termómetro suba de temperatura, no hace falta tener contacto directo. Y no se*

observa ningún tipo de fluido o sustancia que se necesite para poder transferir el calor. (G2-P8-R. E).

Como vemos, las discusiones internas entre cada grupo, el conformado por Ema y Dani, y el conformado por Mono, Thiago y Gordo, se debatían por pensamientos diferentes, motivados a causa del recurso histórico traído a la sesión experimental, dado que sus justificaciones surgieron de las lecturas de los fragmentos históricos llevados para la primera sesión y retomados en la segunda sesión, donde cada grupo tomaba partido por una postura u otra como lo evidenciamos en esta unidad de análisis al desarrollar su respuesta con base a los planteamientos previamente leídos y discutidos de Robert Mayer y Lavoisier. Como vemos, este grupo en particular optó por adherirse a los planteamientos de Robert Mayer, no fue una elección arbitraria, sino que, tuvo sustento además de en sus discusiones, en el experimento realizado, donde mencionan que para que el termómetro suba la temperatura no hace falta considerar la idea de un fluido que comunique la transferencia de calor desde la fuente hasta el termómetro, por tal, la postura de Robert Mayer se adecua mejor a las explicaciones que en el momento habían logrado construir.

En el proceso hubo cambios, este grupo de estudiantes que encontraban más afinidad con los planteamientos de Mayer en un determinado momento, sintieron la necesidad de rectificar su enunciado, lo cual es totalmente válido desde cualquier punto de vista de construcción de conocimiento. La siguiente unidad de análisis nos muestra esa rectificación en el contexto de la discusión histórica propuesta que venimos desarrollando con las unidades de análisis anteriores entorno a cuál postura es la que mejor se adecua a las explicaciones y observaciones del fenómeno.

[Siguiendo la unidad de análisis anterior este grupo de estudiantes modifican su postura con lo siguiente]

***Mono, Thiago y Gordo:** Ninguna se adapta ya que el calor se transmite por radiación y la radiación no se transmite por moléculas sino por energía.*

Como se puede observar en las líneas anteriores, este grupo de estudiantes generan una idea alterna con base a su lectura y procesamiento de ideas. Su experimento consistía en observar como el calor irradiado por una bombilla hacía que subiera la temperatura en un termómetro a una distancia determinada, por lo cual, en primera instancia les condujo a adherirse a los planteamientos

de Mayer pero que, justo después no se sentían del todo cómodos con esta mirada, postulando que ninguna de las posturas presentes en ese fragmento histórico se adecuaban tanto a lo que observaban con el experimento como a lo que lograron construir con sus discusiones, así pues, enuncia a la radiación y la relacionan con la transmisión de energía. Posiblemente, la transferencia de calor por radiación se pueda ubicar en las consideraciones de autores diferentes a los presentados, lo cual se refleja en la inconformidad de este grupo de estudiantes al descartar ambos autores como fuente de insumos para sus discusiones y el desarrollo de su experimentación.

A saber, autores como Planck o Boltzmann hubieran representado mejor una visión de la radiación, lo cual no implica que la ausencia de estos autores haya generado confusión, pues, el objetivo de la lectura de fragmentos históricos no es el de confirmar lo que estos autores dicen, sino por el contrario, se utilizan con la intención de entablar un dialogo dinámico, una construcción a dos o tres voces que, junto con la experimentación exploratoria potencien la estructuración y concreción de ideas alrededor de la fenomenología que se esté estudiando. De manera semejante, (Ayala, 2006) argumenta que en general el fenómeno a estudiar es una síntesis de cierto campo de experiencia e involucra por lo tanto un alto grado de organización.

El recorrido histórico, los procesos y problemas que alguna vez fueron abordados por primera vez, son factibles de retomarse en el aula de clase, generando una recontextualización que identifique y relacione nuevos elementos, o se sintetice de una forma autentica y novedosa para propiciar ambientes enriquecidos en pro de la construcción de conocimiento en física. Ahora bien, este tipo de herramientas en el aula dinamiza la conversación, motiva a ir al experimento y poner en tensión aquello que dice el autor con lo que piensa el estudiante y logra construir a partir su experiencia. En síntesis, una, triangulación de ideas que valida aquellas conclusiones surgidas de la multiplicidad de puntos de vista.

La reflexión final para finalizar estos análisis, gira en torno a que la historia no es un elemento más en el desarrollo y construcción de la secuencia didáctica, sino que se presentó como una herramienta potenciadora de reflexiones, lo cual se evidenció en los hallazgos como grandes descubrimientos en cuanto a sus virtudes y potencialidades de su uso en la clase de física.

Conclusiones

Con el fin de sintetizar las consideraciones discutidas ampliamente en los capítulos anteriores, se presenta a continuación las conclusiones surgidas de los procesos de análisis. Se presentará, además, aspectos del planteamiento del problema para contrastar si lo logrado con esta secuencia didáctica corresponde con la problemática identificada al inicio.

Por otro lado, se plantean algunas sugerencias de puntos importantes donde futuras investigaciones podrían profundizar, dado que uno de los propósitos de esta investigación es aportar en esta visión metodológica de la experimentación exploratoria como mirada alternativa a las estrategias tradicionales, con lo cual, la intención de las construcciones aquí expuestas se constituyen en una nueva experiencia que aporta conocimiento en esta línea de investigación: la experimentación en la enseñanza de la física.

Este trabajo de investigación se orientó en función del objetivo principal, el cual enuncia cómo por medio de una secuencia didáctica que involucre aspectos de la experimentación cualitativa y exploratoria, se posibilita mejorar los procesos de comprensión de los estudiantes que, además, fueran evidenciados por un desarrollo de sus habilidades argumentativas en relación con el concepto científico trabajado.

Como se evidenció en el planteamiento del problema, los estudiantes mostraban poca participación, se percibía que esta situación estaba asociada al modelo de educación virtual, evento que se repitió en la presencialidad con ausencia de experimentos en la clase de física, lo que nos permitió considerar la construcción de esta secuencia didáctica para lograr estructurar una estrategia alternativa que motivara los procesos de aprendizaje propuestos en este trabajo.

En este sentido, uno de los aspectos a resaltar en la secuencia didáctica es que permitió en los estudiantes desarrollar cierta atracción hacia la temática que, en nuestro caso fue sobre transferencia de calor. También fue gratificante el hecho de que los estudiantes trabajaran de manera autónoma sin estar esperando instrucciones específicas de cómo realizar sus experimentos, además, cuando se les pidió que evaluaran las sesiones que tuvimos para el desarrollo de la secuencia didáctica, hubo mensajes satisfactorios en los que manifestaron aspectos alternativos de

la metodología de la implementación. Así mismo, resaltaban la importancia de la experimentación cualitativa exploratoria. Como lo mencionan estos estudiantes:

Thiago: *A mí me hubiera gustado que cada uno experimentará con cada experimento.*

Bella: *Me gustó como lo propusieron, Nos dieron libertad y no nos dijeron, no nos dieron siquiera instrucciones, fue como, diviértanse, pero de una buena forma.*

En esta misma línea, pudimos ver como la experimentación exploratoria permitió a los estudiantes considerar una forma alterna de abordar la construcción de conocimiento, pues sus conceptualizaciones al no partir del empleo mecánico de fórmulas y teorías ni del uso exclusivo de la memoria para captar contenidos acríticamente (métodos a los que estaban acostumbrados), fueron enriquecidas significativamente por los desarrollos experimentales, aspecto que contribuyó a ampliar y profundizar en el conocimiento del fenómeno de transferencia de calor, de manera que la comprensión de la temática pasó tanto por sus experiencias como por su pensamiento y se alojó como un aprendizaje significativo.

Contribuyó además en conferir a los estudiantes plena creatividad, a la cual se acude por medio de pensamiento lateral para salirse de las guías y recetarios convencionales, y que por ello se condujo a: Probar cosas distintas, variar condiciones y centrar la atención en elementos que motiven su curiosidad. De ahí, que la creación de sus explicaciones haya contenido muchas relaciones y muchos detalles en cuanto a características del fenómeno que se iban construyendo a partir del experimento.

Por el cual, se permitió resaltar el carácter de complementariedad entre teoría y experimento, la teoría o conceptualización surge como necesidad de expresar, interpretar y analizar lo que ocurre en la construcción del hecho científico, hecho que resalta la importancia de no privilegiar teoría sobre experimentación. La experimentación explotaría se estableció como una perspectiva valiosa y contundente en las dinámicas de la enseñanza de la física. Dado que permitió a los estudiantes reconocer regularidades, probar diferentes estrategias para reproducir y observar el fenómeno, adelantar diálogos con los compañeros entorno al experimento y en definitiva ser partícipes del proceso de construcción de conocimiento, lo cual enriqueció y potenció tanto la comprensión como la habilidad argumentativa.

Es preciso resaltar que lo conseguido en el desarrollo de la parte argumentativa no fue lo esperado conforme a los objetivos planteados. Si bien durante toda la secuencia se logró que los estudiantes mantuvieran la defensa de sus posturas con justificaciones basadas en los experimentos, lecturas y discusiones; generalmente leían de forma textual lo que escribía otro compañero, lo cual indicaba poco sustento en algunos enunciados.

Si bien se planteó un debate desde la perspectiva de debate crítico, no se contó con una moderación consistente para encausar la discusión a los asuntos esenciales relacionados con el fenómeno, dado que los estudiantes en algunos momentos optaron por llevar la conversación a asuntos personales. Sin embargo, se logró identificar suficientes enunciados que evidenciaban explícitamente, argumentos, contraargumento y respuestas como lo propone Leitao. En el análisis entonces, se logró reconstruir ciertas discusiones que a lo largo de la secuencia didáctica podían ponerse en tensión, pues representaban posturas divergentes y eran motivo de intercambio de ideas entre grupos, lo cual pone de manifiesto la importancia que el entorno del experimento genera para la construcción de conocimiento en el aula. Aunque es de anotar una situación importante, y es que los estudiantes al no saber el significado de ciertos conceptos no inventaban respuestas, sino que, por el contrario, buscaban en internet para poder defender sus posturas.

En términos de comprensión, se logró evidenciar por medio de sus argumentaciones que llegaron a entender y describir situaciones asociadas a las diferentes formas de transferencia de calor, relacionándolas a situaciones de su entorno en formas muy creativas que para nosotros no hubiesen sido pensadas hasta que las mencionaron.

Al respecto de los experimentos propuestos, los estudiantes no quedaron del todo satisfechos, ya que, por el tiempo, no todos realizaron todas las experiencias referentes a los tres tipos de transferencias de calor, lo que se logró sortear por medio de las presentaciones en una plenaria general que sus compañeros hacían de lo que habían logrado comprender en sus respectivas experiencias. A partir de esta discusión general, se logró establecer de modo general, descripciones de todos los experimentos, lo cual significó doble proceso de aprendizaje al verse en la tarea de explicar lo aprendido en sus experimentos a los demás compañeros, de allí las bondades que este tipo de experimentación presenta en contextos y currículos en los que se restringe el tiempo para los cursos de física.

Por último, el aspecto histórico que se incorporó a lo largo de la secuencia didáctica permitió dinamizar esos procesos de comprensión y construcción de conocimiento, dado que su ausencia en la generalidad de las clases fue un indicador de lo que comentamos anteriormente respecto a ver la física y sus conceptos como acabados, como conceptos que no necesitan mayor proceso de profundización. De esta manera, el hecho histórico era entendido como una anécdota que no implicaba mayor importancia en las dinámicas de comprensión de conceptos, puesto que ellos están soportados por grandes científicos que ya lo habían hecho todo. No se ponía en juego los procesos experimentales que condujeron a una conceptualización amplia y detallada de aquellos fenómenos que se estaban estudiando. Con la incorporación y articulación estructural de la perspectiva histórica dentro de la secuencia didáctica propuesta, se logró cambiar esa concepción que traían los estudiantes, y se potenció la curiosidad con relación a retomar lecturas de obras originales para enriquecer los discursos científicos que hacen parte del aprendizaje en ciencias.

En este sentido, se logró generar un diálogo entre fragmentos de textos originales y los estudiantes que, mediados por la experimentación articulaban sus reflexiones con lo planteado por autores como Robert Mayer y Antoine Lavoisier. Así pues, también reconocieron su importancia al ubicar esas construcciones históricas en el aula de clase desde otro punto de vista, lo que Ayala (2006) denomina como una recontextualización de aquellas viejas problemáticas en función de las circunstancias actuales y los saberes comunes que confluyen en el aula.

Por lo anterior se puede decir que la secuencia didáctica construida para esta investigación arrojó resultados positivos, dado que a los estudiantes les resultó interesante y gratificante, además de que se notó que lograron comprender el tema trabajado con sus ejemplos y opiniones, reconociendo el trabajo histórico de los físicos llevados a la clase, donde lograron reconocer diferentes puntos de vista en el recorrido de la construcción del fenómeno de transferencia de calor.

A modo de sugerencia para próximas investigaciones, valdría la pena pensarse cómo esta temática de la experimentación podría implementarse no solo como secuencia didáctica para conceptos físicos, sino que, se articule con otras áreas del saber, a manera de eje transversal.

También es importante que este tipo de investigaciones se desarrollen desde la perspectiva en la cual el maestro no solo lleva a cabo procesos de enseñanza, sino que simultáneamente, adelanta procesos de investigación en su propio quehacer. En este sentido, una postura de maestro

investigador aporta desde esta línea epistemológica de la experimentación, a sistematizar experiencias más sólidas sobre la base de esta perspectiva de enseñanza.

Referencias

- Amelines, P. & Romero, A. (2017). *La experimentación en el aula. Aportes de la naturaleza de las ciencias. La experimentación en la clase de ciencias. Aportes a una enseñanza de las ciencias contextualizada con reflexiones metacientíficas*. Universidad de Antioquia, Medellín. Colombia.
- Arcá, M., Guidoni, P., y Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Ayala M, M. (2006). *Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades: História e linguagens*. Pro-Posições, 17(1), 19–37.
- Ayala, M; Malagón, F; Sandoval, S. (2011). *Magnitudes, medición y fenomenologías*. Revista de Enseñanza de la Física. 24 (1), 43-54.
- Barbosa, R.H. (2015). *El contexto cultural en las prácticas educativas de profesores de ciencias del sector rural: una ruta metodológica para su comprensión*.
- Bermúdez, A., Escobedo, H., & Jaramillo, R. (2004). *Enseñanza para la comprensión*. Educere, 8(27), 529–534.
- Botero, C. H. (2000). *Un modelo para investigación documental: guía teórico-práctica sobre construcción de Estados del Arte con importantes reflexiones sobre la investigación*. Señal Editor.
- Cisterna, F. (2005). *Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa*. Theoria, vol. 14, núm. 1. Universidad del Bío Bío Chillán, Chile.
- Díaz, J. A. A., & Carmona, A. G. (2016). *Uso de la historia de la ciencia para comprender aspectos de la naturaleza de la ciencia. Fundamentación de una propuesta basada en la controversia Pasteur versus Liebig sobre la fermentación*. CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad, 11(33), 203-226.

Ferreirós, J., & Ordóñez, J. (2002). *Hacia una filosofía de la experimentación. Crítica (México D. F. En Línea)*, 34(102), 47–86. <https://doi.org/10.22201/iifs.18704905e.2002.979>.

Fisher, A. (2001). *Critical thinking: An introduction*. New York: Cambridge University Press.

Fleck, L. (1986). *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. (L. Meana, Trans.) Madrid: Alianza Editorial (Trabajo original publicado en 1935).

Fourier (1878). *Analytical theory of heat*. Cambridge Library Collection - Mathematics) (A. Freeman, Trans.). Cambridge: Cambridge University Press.

Rodarte, G. A. K. (2020) Transferencia de Calor.

García A., E. G., & Estany, A. (2011). *Filosofía de las prácticas experimentales y enseñanza de las ciencias*. Praxis Filosófica, (31), 7–24. <https://doi.org/10.25100/pfilosofica.v0i31.3424>.

Greca, I. M., & Moreira, M. A. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 289-304.

Guidoni, P. & Arcá, M. (1987). *Guardare per sistemi, guardare per variabili*. Turín: Emme Edizioni.

Hoyos Botero, C. (2000). *Un modelo para investigación documental: guía teórico-práctica sobre construcción de Estados del Arte con importantes reflexiones sobre la investigación*. Medellín: Señal Editora.

Iglesias, Mercedes. (2004). *El giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia: Una nueva perspectiva de la actividad experimental*. *Opción*, 20(44), 98-119. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-15872004000200006&lng=es&tlng=es.

Institución educativa comercial de envigado (2018) *Proyecto de Ciencias Naturales y Educación Ambiental*.

Institución educativa comercial de envigado (2019) *proyecto educativo institucional (PEI)*

- Kuhn, Thomas S. (1980) *Los paradigmas científicos*. En: Barnes, B.; Kuhn, S. T. y Merton, R. K (eds.) *Estudios sobre sociología de la ciencia*. Madrid, Alianza Editorial: 79-101.
- Latour, B (1983). *Dadme un laboratorio y moveré el mundo*. En: Knorr-Cetina, K. & Mulkay, M. (eds.), *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*, Londres: Sage, 1983, pp. 141-170. Versión castellana de González-García, M. Ciencia, Tecnología y Sociedad CTS-OEI.
- Lavoisier, A. L. (1798). *Tratado elemental de química: presentado baxo nuevo orden y conforme a los descubrimientos modernos*. En la Imprenta Real.
- Leitão, S, (2012). *O trabalho com argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem: um desafio persistente*. Brasil. Ponencia presentada en el marco del II Congreso sobre Divulgación Científica. Medellín.
- Leitao, S. (2007). *La dimensión epistémica de la argumentación*. Kronmüller, E. y Cornejo, C.(eds.) *Ciencias de la Mente: Aproximaciones desde Latinoamérica* (pp. 5-32) Santiago de Chile: J. Sáez.
- Mayer, R. (1842). *Fuerzas orgánicas de la naturaleza*. *Revista filosófica y diario de ciencia*. 25, 370-377.
- Muñoz, N. (2020). *La controversia entre las visiones de mundo ptolemaica y galileana: una manera de articular la formación en ciencias y la formación ciudadana por medio de reflexiones metacientíficas*. Universidad de Antioquia Facultad de Educa. Octubre, 140. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22483.20005>.
- Newton, I. (1809). *Philosophical Transactions Royal Society of London* (T. Arias, Trad), Abridged, 4, 572–575.
- Pérez, Á., Ramos, E., & Casas, J. (2020). Educación, pobreza y coronavirus en Colombia. *Educación y Cultura Centro de Estudios e Investigaciones Docentes CEID - FECODE*, 137(1), 13.

Perkins, D. (1999). *Capítulo 2. ¿Qué es la comprensión?* M. (. Stone, *La enseñanza para la comprensión* (p. 69-95). Buenos Aires: Paidós.

Romero, A., Aguilar, Y., & Mejía, L. (2017). Naturaleza de las ciencias y formación de profesores. El caso de la experimentación. In A. Romero, C. Morcillo, E. García, E. Tobón, J. Quinto, L. S. Mejía, ... Y. Aguilar (Eds.), *La experimentación en la clase de ciencias: aportes para una enseñanza de las ciencias contextualizada con reflexiones metacientíficas* (pp. 2–14). Medellín-Colombia: Universidad de Antioquia. Retrieved from web: <http://editorial.udea.edu.co>.

Romero, A., Henao, B., Barros, J. F., Palacio, L. V., Restrepo, C., Arango, J., & Guzmán, J. F. (2013). Reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias como fundamento en propuestas de enseñanza: el caso de la experimentación en la clase de ciencias. In A. Romero, B. Henao, & J. F. Barros (Eds.), *La argumentación en la clase de ciencias: aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias*. Medellín-Colombia: Universidad de Antioquia. Retrieved from web: <http://editorial.udea.edu.co>.

Romero, A., & Aguilar, Y. (2013). *La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico. Un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos*. Colombia: Universidad de Antioquia.

Shapin, S. (1991). *Una bomba circunstancial. La tecnología literaria de Boyle. Tomado de La science telle qu'elle se fait, Michel Callon y Bruno Latour, La découverte, París*. Traductor: Germán Pineda. Revisión de Jorge Charum. Universidad Nacional, Santafé de Bogotá, 1995.

Stake, R. E. (2010). *Investigación con Estudio de Casos*. Madrid: Ediciones Morata, S.L. Quinta edición.

Steinle, F. (1997). *Entering new fields: Exploratory uses of experimentation. Philosophy of science*, 64, S65-S74.

Torres, J. S. (2021). *La actividad experimental, su papel en la construcción de conocimiento científico y en la enseñanza de las ciencias: el caso de la transferencia de calor por radiación térmica*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/17061>.

Velásquez Burgos, Bertha Marlen, & Remolina de Cleves, Nahyr, & Calle Márquez, María Graciela (2009). *El cerebro que aprende*. Tabula Rasa, (11),329-347. [fecha de Consulta 3 de abril de 2022]. ISSN: 1794-2489. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39617332014>.

Vygotski, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Grijalbo.s.

Weston, A. (2006). *Las claves de la argumentación* (10ª ed., 14ª imp. ed.). Barcelona: Ariel.

Anexos

Anexo 1. Consentimiento informado

Protocolo de Compromiso ético y Consentimiento informado para participantes de investigación

Proyecto de Investigación:	La experimentación en la clase de física y el desarrollo de la argumentación: análisis de una secuencia didáctica acerca de la transferencia de calor
Investigadores:	Katherine Molina Benítez, Fabian Estiven Giraldo Echeverri y Thomas Arias Agudelo

Estimado participante:

Introducción.

Usted ha sido invitado a participar en el Proyecto de Investigación titulado La experimentación en la clase de física y el desarrollo de la argumentación: análisis de una secuencia didáctica acerca de la transferencia de calor, cuyos investigadores son Katherine Molina Benítez, Fabian Estiven Giraldo Echeverri Y Thomas Arias Agudelo, profesores en formación y estudiantes de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, asesorados por los profesores Ángel Enrique Chacón y Natalia Muños Candamil.

El objetivo del estudio es analizar de qué manera la actividad experimental, dinamiza y articula los procesos de comprensión sobre el concepto de transferencia de calor y las habilidades de pensamiento crítico para el desenvolvimiento en el entorno social. El estudio se está realizando con estudiantes de la institución Educativa Comercial de Envigado del grado 11. En particular, nos interesa conocer de qué manera los estudiantes analizan, interpretan y comprenden las actividades experimentales y como esto les ayuda a desarrollar más la habilidad de pensamiento crítico para el desenvolvimiento en el entorno social.

Procedimientos.

Si usted acepta participar en el estudio:

Se le solicitará que realice lectura de algunos fragmentos de textos y controversias de la historia de las ciencias y que responda algunas preguntas en relación con el contenido de estos textos.

Le invitaremos a participar en un grupo de discusión, junto con otras personas como usted, para conocer sus opiniones y experiencias acerca de la transferencia de calor.

Y por último lo invitaremos a participar en actividades experimentales en donde se responderán algunas preguntas de acuerdo a dicha actividad.

Es importante aclarar que no habrá respuestas correctas ni incorrectas, solamente queremos conocer sus consideraciones acerca del tema objeto de estudio.

Si usted está de acuerdo, la discusión que se dé dentro de este grupo se realizarán registros fotográficos y se grabará en audio y video, con la única finalidad de tener registrada toda la información y poder analizarla.

Beneficios

De participar de todo el estudio los beneficios directos que recibirá Usted son los resultados de los hallazgos y análisis del estudio, y la posibilidad de contribuir a desarrollar una enseñanza de las ciencias más adecuada y contextualizada. No se contempla ningún otro tipo de beneficios.

Confidencialidad / Devolución de la información

La información obtenida en el estudio será de carácter confidencial, y se guardará el anonimato. Esta información será utilizada únicamente por el equipo de investigación del proyecto para el posterior desarrollo de informes y publicaciones en textos de divulgación y en revistas científicas. Aun cuando no podemos garantizar que los otros asistentes al grupo de discusión guarden la confidencialidad de la información que se discuta, se les invitará a que eviten comentarla con otras personas. Para asegurar la confidencialidad de sus datos, Usted quedará identificado(a) con un

número, o con un seudónimo, y no con su nombre, lo que garantizará el compromiso de los investigadores de no identificar las respuestas y opiniones de los participantes de modo personal.

Todos los análisis y resultados del estudio le serán dados a conocer en primera instancia a Usted, para su conocimiento y validación. Igualmente, una vez terminado el estudio, se hará un encuentro con todos los participantes para presentar los hallazgos y conclusiones; esto con la intención de recibir sus observaciones y sugerencias, las cuales serán tenidas en cuenta en el informe final.

Riesgos Potenciales/Compensación

Su participación en este estudio no involucra ningún riesgo o peligro para su salud física o mental. Los encuentros se realizarán en la Institución Educativa Comercial de Envigado, lo cual evitará que Usted tenga que desplazarse a otros lugares. Los riesgos potenciales que implican su participación en el grupo de discusión son mínimos; si alguna de las preguntas o temas que se traten le hicieran sentir un poco incómodo(a), tiene el derecho de no comentar al respecto. Igualmente, es importante precisar que Usted no recibirá pago alguno por participar en el estudio, y tampoco tendrá costo alguno para Usted.

Participación Voluntaria/Retiro.

Su participación en este estudio es voluntaria. Su decisión de participar o no, no afectará sus derechos como estudiante de la Institución Educativa Comercial de Envigado. Si Usted decide participar en este estudio, es libre de cambiar de opinión y retirarse en el momento que Usted así lo quiera, sin recibir ningún tipo de sanción; en tal caso, la información que se haya recogido hasta la fecha será descartada y eliminada del estudio.

Datos de contacto:

Cualquier pregunta que Usted desee hacer durante el proceso de investigación podrá contactar a los profesores en formación Katherine Molina Benítez celular: 3138388093, e-mail: electrónico: katherine.molinab@udea.edu.co, Fabian Estiven Giraldo Echeverri celular: 3205022107, e-mail: electrónico: estiven.giraldo@udea.edu.co, Thomas Arias Agudelo, celular: 3152275798, e-mail: electrónico: thomas.arias@udea.edu.co, Ángel Enrique Chacón, celular: 31486114391, e-mail:

angel.romero@udea.edu.co , Natalia Muños Candamil, celular: 3008656516 . e-mail: Natalia.
muñozc@udea.edu.co

Agradecemos desde ya su colaboración, cordialmente:

Profesores en formación: Katherine Molina Benítez

Fabian Estiven Giraldo Echeverri

Thomas Arias Agudelo

Asesores de practica: Ángel Enrique Chacón

Natalia

Muñoz

Candamil

ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo _____, identificado con C.C. _____, obrando en representación legal del menor de edad _____, identificado con T.I. _____, autorizo a mi representado a que participe voluntariamente en la investigación

La experimentación en la clase de física y el desarrollo de la argumentación: análisis de una secuencia didáctica acerca de la transferencia de calor , desarrollada por los profesores en formación Katherine Molina Benítez, Fabian Estiven Giraldo Echeverri y Thomas Arias Agudelo, estudiantes de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia.

Declaro haber sido informado/a de los objetivos y procedimientos del estudio y del tipo de participación. En relación a ello, acepto participar en las actividades individuales y en el grupo de discusión, y consiento que se realicen registros fotográficos y grabaciones en audio y vídeo.

Declaro haber sido informado que las fuentes de información como escritos, intervenciones en el grupo de discusión, registros fotográficos, grabaciones de audio y video, se constituyen en bases de datos para los propósitos señalados, y que estos datos que se recojan serán de carácter confidencial y no se usarán para ningún otro propósito fuera de los de este estudio.

Declaro haber sido informado/a que mi participación no involucra ningún daño o peligro para mi salud física o mental, que es voluntaria, que puedo hacer preguntas en cualquier momento del estudio y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mí. De igual forma declaro haber sido informado/a que por mi participación no tendré ninguna compensación económica.

Declaro saber que la información entregada será confidencial y anónima. Entiendo que la información será analizada por los investigadores en forma grupal y que no se podrán identificar las respuestas y opiniones de cada participante de modo personal.

Declaro saber que la información que se obtenga será guardada por el investigador responsable en dependencias de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia y será utilizada sólo para este estudio.

Este documento se firma en dos ejemplares, quedando uno en poder de cada una de las partes.

Nombre del acudiente	Identificación	Firma

Nombre del participante	Seudónimo	Identificación	Firma

Nombre del Investigador	Identificación	Firma

Para su constancia se firma a los ____ días el mes de _____ del 2019.

Cualquier pregunta que Usted desee hacer durante el proceso de investigación podrá contactar a los profesores en formación Katherine Molina Benítez celular: 3138388093, e-mail: electrónico:

katherine.molinab@udea.edu.co, Fabian Estiven Giraldo Echeverri celular: 3205022107, e-mail: electrónico: estiven.giraldo@udea.edu.co Y Thomas Arias Agudelo, celular: 3152275798, e-mail: electrónico: thomas.arias@udea.edu.co. Ángel Enrique Chacón, celular: 31486114391, e-mail: angel.romero@udea.edu.co , Natalia Muños Candamil, celular: 3008656516 . e-mail: Natalia. muñozc@udea.edu.co

Anexo 2. guías creadas para el proyecto de investigación

Explorando el concepto de calor y su transferencia. Guía 1

Objetivo: Explicar condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía en su interacción con la materia.

Primer momento.

Un grupo de estudiantes y su profesor se sientan a discutir preguntas que surgen de la vida cotidiana, entre ellos el tema que más les llama la atención es sobre cómo el calor logra transferirse en los cuerpos, pero también, lo que les intriga en mayor medida es ¿cómo sería posible evitar una transferencia de calor?

Daniel menciona que algo que le ha intrigado mucho es la sensación que deja la ducha cuando se baña con agua caliente:

¿Qué pasa en el entorno de esta situación? cuando sale de la ducha, ¿cómo se comporta el cuerpo y el entorno ?, ¿qué sentiría? Y ¿qué pasaría si se baña con agua fría?

El profesor agrega que no solo esa situación implica calor o la sensación de este, por lo cual les propone la siguiente actividad:

Frota tus manos, mientras las estás frotando, ¿qué sientes? y ¿qué pasa, cuando dejas de frotar?

Al terminar la actividad otro de los estudiantes se plantea una cuestión aún más común, se pregunta por el sol y su influencia, pregunta lo siguiente:

¿Por qué sentimos el calor del sol si este está tan lejos?

Una vez concluida sus discusiones, los estudiantes no quedaron conformes con las situaciones planteadas, para ayudarles enuncia 3 formas en las que se puede transferir calor.

El desarrollo en la construcción de un fenómeno físico no surge de un momento a otro, hace falta todo un proceso de discusión, reflexión y formalización para acentuar consensos sobre lo que se conoce de ese fenómeno, de manera que, al momento de acercarnos a esa construcción de conocimiento, es muy importante fijarnos en la historia de esos desarrollos, los cuales nos permitirán recontextualizar aquellos problemas con los que alguna vez los autores se debieron enfrentar para estructurar sus conceptos.

*En este sentido el siguiente fragmento está compuesto en una parte, de la obra de Antoine Lavoisier **Tratado elemental de química (1798)** y, por otra parte, con la obra de Robert Mayer **Fuerzas orgánicas de la naturaleza (1842)**.*

- Se propone la siguiente situación:

Nos ubicamos en la época de 1700, un joven llamado Antoine muy entusiasmado con sus descubrimientos acude a un congreso científico para compartir sus ideas con los demás científicos, el tema del día estaba relacionado con las transferencias de calor. El joven Antoine postula que tanto el calor como el frío fluyen a través de la materia, de manera que se comportan como una sustancia, fluida y elástica. Los cuerpos alargados entonces, se demorarían más en calentarse de punta a punta debido a las propiedades físicas de este fluido que recorre el cuerpo alargado, Robert al escuchar esta situación, inmediatamente se sobresalta y contesta que de ninguna manera esa transferencia se daba a causa de una sustancia real y fluida, sino que más bien se trataba de una agitación interna de las partículas que componen el material, de manera que se comunica el movimiento en las vecindades de la partícula que se mueve, aumentando la energía total y transfiriéndose gradualmente.

Analizando la situación anterior, *¿Con cuál postura te sientes más identificado?, ¿tiene razón Antoine o Robert? ¿Por qué?*

Postula algunas justificaciones para la postura con la cual te sientes identificado.

Con esas justificaciones contrargumenta la postura de tus compañeros que eligieron la contraria.

Segundo momento

Para explorar un poco más a profundidad sus concepciones previas, por favor indique el grado de apropiación que tiene acerca de las siguientes cuestiones.

X	¿Qué es calor?	¿Qué entiendes por transferencia de calor?	¿Cómo se transfiere el calor?	¿El material influye en los procesos de transferencia de calor?
Se lo podría explicar a mis compañeros.				
Entiendo, pero no lo podría explicar.				
No lo entiendo.				
No lo sé.				

Al finalizar intenta explicar la pregunta con la cual sientes que tienes mejor apropiación.

Jugando con fuego. Guía 2

(Sin salir quemados)

Objetivo: Reconocer características que permitan una mejor comprensión del concepto conducción, convección y radiación en su relación con eventos cotidianos.

En muchas ocasiones, nos vemos enfrentados a situaciones donde interviene el calor en relación con nuestro cuerpo u otros materiales como, por ejemplo; la sensación en la palma cuando acercas la mano a una fogata o cuando observamos que algún objeto se pone al rojo vivo debido a una fuente de calor, ya sea cercana o lejana. Para explorar más estas situaciones es preciso reflexionar en dicho fenómeno de manera controlada y con un objetivo claro. El experimento, es entonces el entorno donde nos permitiremos replicar situaciones y donde, además es posible modificar variables. En este sentido se propone la siguiente actividad:

Se organizarán tres mesas con materiales diversos, orientados a distintas formas de transferir calor. Se organizarán tres grupos que se ubiquen en cada una de las mesas y trabajen de acuerdo con los materiales que se encuentren allí.

1. En una primera parte se les permitirá experimentar por su propia cuenta, el ¿para qué sirven dichos materiales? Para luego intervenir, lo cual requiere de creatividad y consensos por parte del grupo, para intentar escribir todas sus ideas, dudas o inquietudes de manera clara y legible. Y al final dar a entender sus ideas con los demás equipos.

Mesa 1	Mesa 2	Mesa3
Tubo metálico	Globos	Bombilla de resistencia
Tubo de plástico	Tela	Bombilla led
Palo de madera	Papel	Lampara led
Velas	Agua	Termómetro
Parafina	Velas	Metro
Candela	Candela	

Preguntas orientadoras para la experimentación

- ¿Cómo pasa el calor de un cuerpo a otro?

- ¿Con qué situación cotidiana se relaciona este experimento?

- ¿El calor necesita de un medio para transferirse? ¿qué tipo de medio?

- Enuncie 2 formas para que el calor no se transfiera

- Enuncie 2 de las mejores condiciones para favorecer la transferencia del calor.

Procedimiento realizado:

1. Dibuja y describe cómo crees que se está produciendo el fenómeno.

2. A Partir de las discusiones y experiencias anteriores, retomemos el debate entre Antoine y Robert, donde uno ubicaba la naturaleza de esa transferencia de calor a partir del modelo explicativo fundamentado en un fluido material y elástico que recorre los cuerpos aumentando su temperatura, el otro sustentaba que era por medio de la agitación de partículas que el calor era transferido a las vecindades, donde las partículas tienen menor energía y por tanto menor temperatura. Ahora bien, en cada situación experimental, ¿cuál modelo explicativo se adapta mejor para aclarar lo que está sucediendo allí? o de lo contrario, ¿cuál modelo propones para darle una explicación?
-
-

Rebobinando. Guía 3

Objetivo: Examinar los conocimientos adquiridos mediante los diálogos, argumentos y debates realizados posteriormente.

En el transcurso de la secuencia didáctica hemos abordado el concepto de transferencia de calor desde experiencias previas y desde el acercamiento experimental, construimos explicaciones y reflexiones sobre condiciones de posibilidad para que, por medio de distintos mecanismos, se transfiera o se aisle el calor. Ahora bien, mirando en retrospectiva la forma de trabajo, se dio con un énfasis en las discusiones y afirmaciones que todos los participantes fueron aportando en las diferentes actividades. ¿por qué? Para sintetizar y aplicar todo lo construido en la secuencia realicemos:

a) A continuación se les presentarán los tres mecanismos de transferencia de calor. De manera individual, analizar, identificar y argumentar, las razones por las cuales estas situaciones no son posibles experimentalmente y postular un contraargumento para cada caso.

Transferencia de calor por conducción.

Al calentar una barra metálica por un extremo, el calor transmitido por unidad de tiempo es inversamente proporcional a la diferencia de temperatura entre el extremo calentado y el extremo frío. Es decir, a mayor diferencia de temperatura, menor es la cantidad de calor transferido en un tiempo determinado.

Transferencia de calor por convección.

En un día muy caluroso el cuerpo eleva su temperatura a niveles considerables, por lo cual utilizamos el ventilador, debido a que éste transfiere un flujo de aire frío hacia a la zona caliente, de forma que, el aire frío se estaciona en esa zona sin generar ciclos que calentarían de nuevo el cuerpo.

Transferencia de calor por radiación.

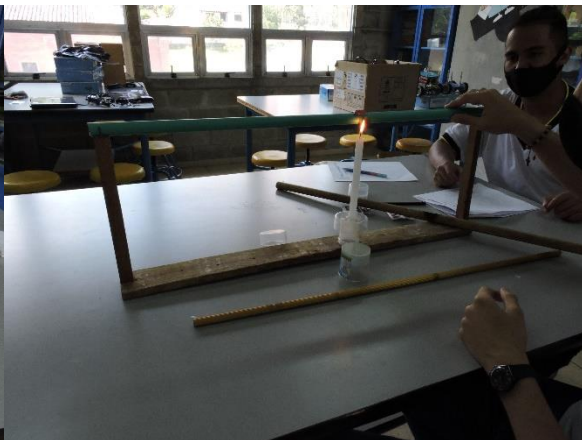
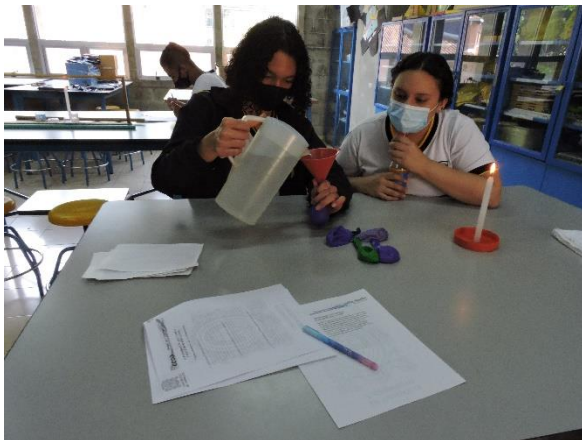
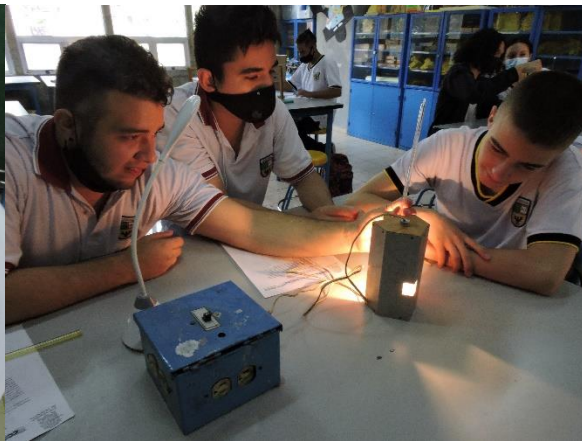
Un láser infrarrojo calienta una placa metálica desde una cierta distancia, debido a que éste, transmite en el medio circundante energía que progresivamente va llegando hacia el material, generando que se caliente en función de lo caliente que esté el medio.

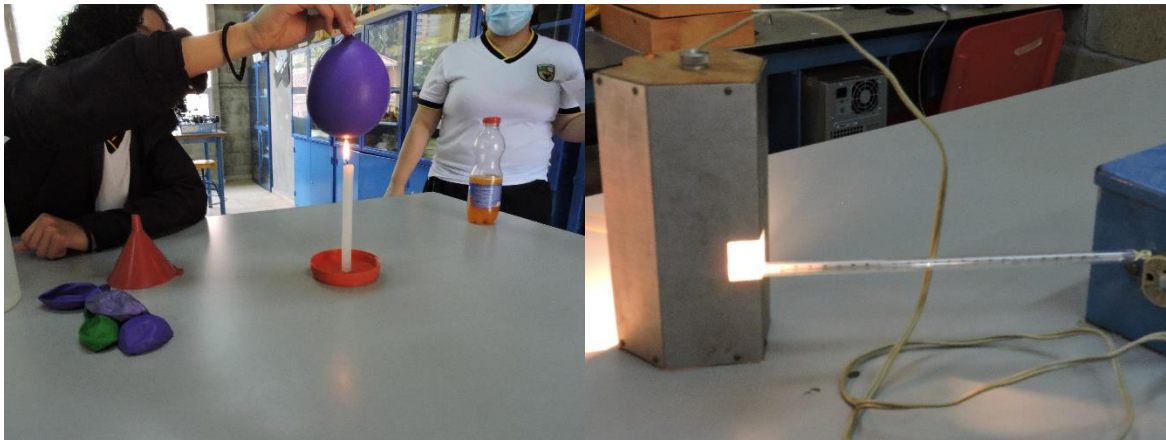
Por último y como cierre de la secuencia didáctica, realiza un escrito donde consignes detalladamente todo lo construido a lo largo de las últimas sesiones haciendo uso de las palabras: transferencia, medio, radiación, convección y conducción. Finaliza con una descripción de una situación experimental que te permita aplicar lo anteriormente mencionado.

De toda la propuesta de investigación, ¿qué comentarios tienes con respecto a la experimentación e implementación?

Anexo 3: Registro fotográfico







Anexo 4: Matriz de análisis.

Proyecto de Investigación			
Matriz de análisis			
CATEGORÍAS	INDICIOS	UNIDADES DE ANÁLISIS	RELACIÓN CON MARCO TEÓRICO INTERPRETACIÓN
<p>La actividad E.C.E en relación con la construcción del fenómeno de transferencia de calor.</p>	<p>-Utilizan la experimentación para establecer relaciones entre las diferentes formas de transferencia de calor.</p> <p>-Identifican las condiciones y circunstancias en las que ocurre el fenómeno de transferencia de calor.</p> <p>-Expresan relaciones con situaciones cotidianas a partir de las actividades</p>	<p>G3-P4-R. E/Dani: <i>"Un ejemplo de conducción podría ser [una olla en] una estufa: aunque el fuego les pegue a otras cosas de manera directa, la superficie de donde sale el fuego también se calienta. Suponiendo que en esta estufa [prendida] se ponga una olla con aceite, al meter buñuelos se daría el ejemplo de convección, ya que la parte más fría del buñuelo baja y la más caliente sube; si dejas los buñuelos en un plato, estos se van a enfriar por la temperatura del medio; como se ponen fríos, puedes calentarlas en un microondas y esto los dejará calientes gracias a la radiación que transmite."</i></p>	<p>Desde nuestra perspectiva vemos cómo a partir de estas situaciones comienza a profundizar y a detallar más su concepción del fenómeno, al recurrir a sus experiencias obtuvo elementos que sentó como punto de apoyo para construir conocimiento con base en ellos. Si bien, sobre esas experiencias el estudiante tenía ya alguna idea o preconcepción empírica, no fue sino hasta reproducir el fenómeno con el experimento, que logró organizar sus experiencias de tal manera que pudiera explicar condiciones que intervienen para que exista transferencia de calor. Lo cual desde Arca et al. (1990) se</p>

	experimentales propuestas.		enmarca en el valor o importancia de las experiencias comunes como base del conocimiento científico
--	-------------------------------	--	---

		<p>G2-P6-R. E /E, D: <i>"evitamos el fuego cancelando el oxígeno con dos tapas, lo que quiere decir que el fuego depende del oxígeno".</i></p> <p>G3-P4-R. E/E: <i>Fiebre, la fiebre comienza en la cabeza y transfiere el calor por todo el medio, que en este caso sería el cuerpo, dicho experimento es una conducción de calor, la fiebre se va transfiriendo por todo el medio en función de la cabeza, que es que transmite el calor.</i></p> <p>G2-P6-R. O/Ema: <i>(...) Sobre la vela encendida colocamos una superficie: tubo de PVC, tubo de metal y una barra de madera; lo que había era una transferencia de calor sobre el tubo [refiriéndose a los tres materiales]. En algunos casos, como por ejemplo con el tubo de metal, esa transferencia era mucho más lenta, pero el calor se conservaba por mayor tiempo (...) Por ejemplo, con la barra de madera el calor si se transfería, pero no de la manera que esperábamos, que era por cuestión de</i></p>	<p>Los estudiantes en la guía 2 (G2) comienza a generar discusiones alrededor de la variable del medio como posibilitador de transferencias de calor, en la guía 3 (G3) con ayuda de los experimentos y las discusiones desarrollan un manejo más fluido de esta variable reconociendo que para la conducción es necesario un medio, estas reflexiones se enmarcan dentro de la experimentación exploratoria al propiciar un ambiente donde se generen relaciones de dependencia o indecencia sobre las variables que se vayan identificando en el experimento sin tener una guía predeterminada que inhiba las múltiples alternativas a seguir por parte del estudiante.</p>
--	--	--	---

		<p><i>tiempo y que transfiriera así, lentamente (...) Con el tubo PVC pasaba algo muy curioso: que por el material que es, se derretía y había transferencia de calor, pero en ese punto exacto [indicando la parte que está en contacto directo con la llama de la vela] porque supongo que todo el calor que se va a transferir se concentra en ese punto.</i></p>	
--	--	--	--

<p>La experimentación como medio posibilitador del desarrollo de la argumentación.</p>	<p>-Emplea el diálogo como medio de validación de ideas.</p> <p>-Expresa conclusiones, justificaciones y razonamientos en respuesta a discusiones grupales.</p> <p>-Manifiesta cambios de concepción, apoyado en conclusiones experimentales e intercambio de ideas</p>	<p>G1-P3-R. O: <i>Gordo: Creo que no se puede, porque por las ondas de calor, así usted esté en la sombra, siente calor, (...) no va a estar directamente en el sol, pero si va a sentir un calor.</i></p> <p><i>Thiago: Evitaría el calor encerrándome, aunque igual se sentiría por el techo.</i></p> <p><i>Gordo: ¡Ah sí! Porque se calentaría, ya que hace una especie de efecto invernadero, porque se calentará el techo y este calentará el ambiente.</i></p> <p><i>Dani: Pero donde no pegue el sol de manera directa, pues, [en] la sombra. Por ejemplo, cuando hay una estructura, entonces esta generará una pequeña sombra, entonces esta parte estará menos caliente ya que no le pega de manera directa, en cambio la otra parte que estaría recibiendo el Sol, si estará caliente</i></p>	<p>La situación surge de problematizar, de qué manera evitar la transferencia de calor generada por el sol, los estudiantes primero intentan postular que era indiferente donde se ubicara el sujeto, pues siempre va a sentir un poco de calor, dado que el calor se transfiere por ondas, pero terminan considerando que hay materiales que puedan reflejar parte del calor que irradia el sol. Allí los consensos a partir del dialogo comienzan a cobrar importancia, pues la discusión permitió orientar sus conclusiones hacia la diferenciación entre una transferencia que no necesita medio y transferencias que si lo necesitan (como el caso del techo), además de admitir que hay una dependencia de los materiales al considerar que hay algunos que mantienen mejor el calor y otros que lo "reflejan". En sentido desde Iglesias (2004) la situación experimental pone</p>
---	---	---	---

		<p><i>Thiago: Si, pero no se siente igual el calor que estando afuera.</i></p> <p><i>investigador 2: Entonces, ¿va a depender del material?</i></p> <p><i>Dani: Si claro, hay cosas que son como para que el calor se reparta en una zona, y eso es lo que utilizan las ollas, hay ollas que tienen algo abajo para que el calor se distribuya de la misma forma; hay otras cosas que es para que aguante más el calor, pero también hay otros materiales que lo reflejan.</i></p>	<p>de manifiesto la génesis, el desarrollo, los procesos y las dificultades por las cuales pasa la construcción de conocimiento científico.</p>
--	--	--	---

	<p>EN-P3-R. O/Dani: <i>Yo creo que sí [es importante el diálogo], porque, supongamos que yo llegue a una conclusión que sea errónea, o no esté completa, por medio de las discusiones y hablando con las otras personas me podrían complementar, o si es que está totalmente mala [la conclusión], pues entonces estará mal lo que yo había pensado en un principio y esto me podría llevar a reconducir el camino, por así decirlo, y así me ayudaría a enseñarme de una mejor manera.</i></p> <p>G2-P5-R. O: Gordo: <i>Yo propuse el de Robert, el que estábamos defendiendo</i></p> <p><i>Investigadora 1: Y lo que propone Robert, ¿se asemeja al experimento?</i></p> <p><i>Gordo: Si, ¿al de radiación?, sí.</i></p> <p><i>Investigadora 1: ¿Por qué? ¿Qué decía Robert?</i></p> <p><i>Gordo: Que era por partículas</i></p> <p><i>Investigadora 1: Listo, ¿en el espacio hay partículas?</i></p> <p><i>Gordo: No</i></p>	<p>En estas dos unidades de análisis los estudiantes comienzan a hacer reflexiones meta científicas, lo cual se resalta como uno de los objetivos de un tipo de experimentación distinta a la de la tradición heredada, pues se comienzan a tener en cuenta en la clase de ciencia el valor de la comunicación y el dialogo, como lo menciona Daniel al reconocer que sus conclusiones están sujetas a discusión con motivo de complementarla y re afirmarla o de corregirla. La tecnología social de Boyle nos permite apoyar las reflexiones suscitadas por los estudiantes en el sentido de que el conocimiento científico se construye socialmente. Además, tomando en consideración el análisis histórico-críticos como esa herramienta complementaria al trabajo experimental se tejen diversas relaciones desarrollando una</p>
--	---	--

		<p><i>Investigadora 1: Pero entre la Tierra y el Sol no hay partículas, entonces ¿cómo defiendes tu postura?</i></p> <p><i>Gordo: Porque aquí hay aire.</i></p> <p><i>[después de darse cuenta de que la luz del sol no llega por medio de partículas a la tierra cambia de postura]</i></p> <p><i>Gordo: Que ninguna se da, ya que el calor se transfiere es por radiación y la radiación no se transmite ni por moléculas o fluidos, si no por energía.</i></p>	<p>construcción de conocimiento amplia y profunda.</p>
--	--	---	--

<p>El papel de la historia como articulador en la construcción de conocimiento.</p>	<p>-Reconoce los beneficios del uso de la historia para los procesos de aprendizaje.</p> <p>-Identifica en las controversias históricas y</p>	<p>EN-P7-R. O/Repollo: <i>Claro que sí, porque durante el tiempo, claramente la gente ha tenido distintos métodos, por así decirlo, para encontrar una verdad absoluta de todo, pero se puede decir, que no toda verdad es absoluta. Hemos avanzado más</i></p>	<p>Desde nuestra perspectiva, esto permitió no solo movilizar la parte argumentativa en cuanto a justificar por qué consideraban estar de acuerdo con alguna de las dos posturas, sino que también posibilitó la identificación de ciertas características en la construcción</p>
--	---	--	---

	<p>el desarrollo experimental, el carácter sociocultural de la construcción de conocimiento.</p>	<p><i>en el tiempo, entonces viendo respectivos argumentos de científicos, por ejemplo, en este tema del calor, vimos diferentes puntos de vista y diferentes épocas, si mal no estoy (...) al ver diferentes argumentos de diferentes autores comprendemos que tuvieron diferentes métodos para investigar los fenómenos que hasta ahora estaban [desarrollando], por ejemplo, con el calor, vimos que un [científico]pensaba que el calor era líquido y ahora vemos que otro piensa que son partículas, entonces podemos comprender diferentes puntos de vista y podemos desarrollar diversos puntos argumentados y así facilitar lo que queremos comprender.</i></p>	<p>de conocimiento científico a partir del rescate de lo histórico, de esta manera se logra poner de manifiesto los procesos de la actividad científica y experimental en cuanto a construcción de fenomenologías. La evolución del entendimiento de este fenómeno de transferencia de calor no se constituyó exclusivamente desde la parte teórica e hipotética, sino que los científicos presentados basaban sus consideraciones en elementos experimentales, los estudiantes en este sentido, tuvieron la oportunidad de recoger la experiencia de estos y desarrollar una afinidad más cercana, dado que ellos mismos se iban a enfrentar al fenómeno de una forma muy similar a la de los científicos que en algún momento se tomaron la tarea de conceptualizar, sin ninguna teoría plenamente desarrollada, lo cual les invitaba a organizar sus ideas o sus</p>
--	--	---	---

			<p>experiencias con un énfasis más marcado en el trabajo experimental y en ese recorrido histórico a partir de la recontextualización de esos problemas o controversias históricas presentadas en los fragmentos.</p>
--	--	--	---

