



**Acreditación Institucional
DE ALTA CALIDAD**
Resolución 009527 Mineducación Sep. 6 de 2019

**RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS Y LOS MODELOS
EXPLICATIVOS DE LOS CONCEPTOS CALOR Y TEMPERATURA**

WILTON ROBEIRO ARENAS LONDOÑO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES, COLOMBIA**

2021

RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS Y LOS MODELOS
EXPLICATIVOS DE LOS CONCEPTOS CALOR Y TEMPERATURA

WILTON ROBEIRO ARENAS LONDOÑO

Trabajo de grado para optar por el título de Magister en Enseñanza de las Ciencias

ASESOR

LAURA XIMENA GIRAL RAMÍREZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES, COLOMBIA

2021

Contenido

LISTA DE TABLAS	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	9
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo general.....	14
1.2.2 Objetivos específicos	14
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	15
2 MARCO CONCEPTUAL	17
2.1 LA ARGUMENTACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	18
2.2 IMPORTANCIA DEL APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS CALOR Y TEMPERATURA.....	25
2.2.1 Modelos explicativos de calor y temperatura	28
3 METODOLOGÍA.....	30
3.1 ENFOQUE Y ALCANCE	30
3.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO	31
3.3 UNIDAD DE TRABAJO.....	31
3.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS	32
3.5 UNIDAD DE ANÁLISIS	32
3.6 TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	34
3.7 UNIDAD DIDÁCTICA	35

3.8	DISEÑO METODOLÓGICO	41
3.9	PLAN DE ANÁLISIS	42
4	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	43
4.1	RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MOMENTO DE UBICACIÓN.....	43
4.2	RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MOMENTO DE DESUBICACIÓN ...	50
4.3	RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MOMENTO DE REENFOQUE	54
4.4	ANÁLISIS GENERAL DE LOS RESULTADOS	61
5	CONCLUSIONES.....	65
6	RECOMENDACIONES	66
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
8	ANEXOS.....	70
	UNIDAD DIDÁCTICA: EXPERIMENTANDO CON EL CALOR Y LA	
	TEMPERATURA.....	70
	MOMENTO DE UBICACIÓN	70
	MOMENTO DE DESUBICACIÓN.....	73
	Sesión 1: relación entre calor y energía	75
	Sesión 2: actividad práctica	79
	Sesión 3: la temperatura como medida de la energía cinética molecular	83
	Sesión 4: actividad práctica	86
	Sesión 5: equilibrio térmico.....	89
	REENFOQUE.....	94

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Niveles de argumentación propuestos por Erduran, Simon y Osborne (2004)	22
Tabla 2: Grados de calidad de las garantías basados en la propuesta de Eirexas et al (2005)	23
Tabla 3: Niveles de modelos explicativos de los conceptos calor y temperatura de acuerdo con Aguiar (1999).....	28
Tabla 4: Niveles de análisis de las categorías trabajadas.	32
Tabla 5: Estructura general de la unidad didáctica.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relación entre datos, garantía y conclusión Toulmin (2003, p.135)	21
Figura 2: Relación entre los diferentes elementos de la argumentación. (Toulmin, 2003, p.141).....	21
Figura 3: Diseño metodológico dado en cinco fases.	41
Figura 4: Dibujo del E5 como respuesta a la pregunta 4 en el momento de ubicación.....	48
Figura 5: Dibujo que del E4 como respuesta a la pregunta 4 en el momento de reenfoque.	58
Figura 6: Comparación de los resultados obtenidos en el momento de ubicación y en el momento de reenfoque con relación a los niveles argumentativos.	61
Figura 7: Comparación de los resultados obtenidos en el momento de ubicación y en el momento de reenfoque con relación a modelos explicativos de calor y temperatura.	62

RESUMEN

La presente investigación, tiene como objetivo principal establecer la relación que hay entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos de calor y temperatura en un grupo de educación media del programa de formación para adultos. Para esto, se realizó un estudio de enfoque cualitativo, en el que se hizo una intervención de tres momentos, ubicación, desubicación y reenfoque, el primero con la intención de identificar los niveles argumentativos y modelos explicativos iniciales, el segundo con el fin de trabajar dichas categorías con los estudiantes y el tercero con el objetivo de identificar los niveles argumentativos y modelos explicativos finales.

En los resultados se observó que a través de la unidad didáctica trabajada, los estudiantes a medida que fueron avanzando en sus niveles argumentativos, también lograron avanzar hacia modelos explicativos de calor y temperatura de mayor aceptación científica, logrando una mejora proporcional en ambas categorías, lo cual logró demostrar que existe una relación causal entre ellas.

Palabras clave: Argumentación, concepto calor, concepto temperatura, modelos explicativos

ABSTRACT

The main objective of this research is to establish the relationship between argumentative levels and explanatory models of heat and temperature in a group of secondary education students in the adult education program. For this, a qualitative approach study was carried out, in which intervention of three moments were made, location, dislocation, and refocusing, the first with the intention of identifying the initial argumentative levels and explanatory models, the second to work these categories with students and the third to identify the argumentative levels and final explanatory models.

In the results it was observed that through the didactic unit worked on, the students, as they advanced in their argumentative levels, also managed to advance towards explanatory models of heat and temperature of greater scientific acceptance, achieving a proportional improvement in both categories, which managed to demonstrate that there is a causal relationship between them.

Keywords: Argumentation, concept heat, concept temperature, explanatory models.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para estructurar el planteamiento del problema se relacionaron tres enfoques fundamentales: el primero se encuentra relacionado con la experiencia docente, en la cual logra evidenciarse un problema respecto a los niveles de argumentación y el aprendizaje de calor y temperatura; el segundo está enfocado en la importancia que tienen los conceptos calor y temperatura, la argumentación y las actividades prácticas dentro de los procesos de aprendizaje; y el tercero es la revisión de antecedentes que sustentan la necesidad de trabajar sobre esta problemática encontrada.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Luego de analizar los procesos que se han llevado a cabo en las clases de física con los grupos de educación media del programa de formación para adultos de la Normal Superior Miguel Ángel Álvarez en el municipio de Frontino, se ha observado que los estudiantes que ingresan a este programa, no dan razones o argumentos cuando se les plantean preguntas abiertas o problemáticas, participan poco de las discusiones en el aula, e incluso en los exámenes evitan contestar las preguntas que les exige describir o justificar. Estos hechos, demuestran que los estudiantes tienen grandes vacíos en la argumentación y por ende presentan bajos niveles argumentativos, probablemente por el tiempo que algunos pasaron sin estudiar, o porque en sus anteriores espacios educativos no tuvieron esta formación.

En cuanto al aprendizaje de los conceptos de calor y temperatura, los estudiantes han presentado en años anteriores dificultad en el reconocimiento y diferenciación de los mismos, ya que tienden a confundir estos términos en el momento de usarlos, probablemente por el uso que se les da culturalmente que difiere enormemente de las definiciones científicas.

Sin embargo, es necesario que los estudiantes tengan claros los conceptos de calor y temperatura, debido a que durante las clases posteriores de física se van a seguir trabajando temas relacionados con la termodinámica, para lo cual es fundamental que se diferencien bien estos términos. Adicional, son múltiples los fenómenos que se relacionan con el calor y la temperatura y que hacen parte de la cotidianidad de los estudiantes, por ejemplo el

almacenamiento y conservación de algunos alimentos, el estado de salud relacionado con la temperatura corporal o la producción de la panela (actividad económica de la región). Tener claridad sobre estos conceptos va a ayudar a que los estudiantes entiendan mejor lo que sucede en acciones de su entorno, además de tener un referente teórico que les permita hablar sobre estas de una manera argumentada.

La necesidad de abordar los conceptos de calor y temperatura, se acrecienta al considerar que estos hacen parte de los contenidos a enseñar en educación media para la asignatura de física, además de ser conceptos que requieren de especial atención por parte de los docentes, ya que son “susceptibles de modificaciones debido a la complejidad de sus definiciones” (Camacho & Pérez, 2005, p. 1), hecho que puede generar que los estudiantes presenten dificultades al momento de aprenderlos o cometan errores en su uso; además como lo expresan Yeo & Zadnik (2001), es necesario tener claro dichos conceptos, ya que de no ser así, no será posible hacer reflexiones profundas entorno a los fenómenos termodinámicos.

Por otra parte, la argumentación ha sido relevante dentro de la enseñanza de las ciencias, teniendo en cuenta que parte de los objetivos que se plantea la ciencia es la generación de justificaciones y afirmaciones de conocimiento que permitan comprender la naturaleza (Jiménez, Bugallo & Duschl, 2000), de allí que los estudiantes deben desarrollar y demostrar cierta capacidad argumentativa en el aprendizaje de la ciencia, ya que cuando argumentan, además de acercarse a los procesos científicos, demuestran lo que han aprendido.

Ya, en cuanto a las estrategias utilizadas con estos grupos, para la enseñanza de las ciencias, se ha notado que esta ha sido más de tipo magistral y no incluyen actividades prácticas, a pesar de los grandes aportes que pueden dar a los procesos de aprendizaje. Es preciso que se dé inicio a estas actividades como elementos de apoyo a los procesos de aprendizaje, teniendo en cuenta que son parte de la estrategia que se va a seguir implementando al menos desde la asignatura de física, y que siguiendo la idea de Izquierdo, Sanmartí, & Espinet (1999), le permite a los estudiantes hacer uso de los conocimientos adquiridos, vinculando de esta manera la teoría y la práctica.

Dentro de las múltiples estrategias aplicables en el aula, una de las que puede ayudar a la comprensión de los conceptos físicos y al desarrollo de la argumentación, son las actividades prácticas, gracias a que su objetivo va más allá de la simple comprobación, “es contribuir a que los alumnos consigan elaborar explicaciones teóricas de los hechos del mundo” (Izquierdo et al, 1999, p. 51), por lo que estas, además de ayudar a comprender los conceptos trabajados, permiten practicar y mejorar los procesos argumentativos por parte de los estudiantes.

La importancia y necesidad de trabajar dentro del aula en torno a los niveles de argumentación y el aprendizaje de los conceptos calor y temperatura, logra verse también reflejada en la gran cantidad de investigaciones que se han hecho entorno a estas categorías tanto a nivel nacional como internacional.

A nivel internacional, Campaner & Longhi (2007) trabajan la argumentación en la escuela media mediante un juego de roles con formato de juicio, donde se involucran diferentes casos relacionados con problemáticas ambientales. Los resultados demuestran una mejora significativa en la elaboración de textos argumentativos después de implementarse la estrategia, pues, al momento de los estudiantes enfrentarse con las situaciones del juicio, ponen en juego aspectos cognitivos, actitudinales y habilidades de persuasión, de modo que puedan dar argumentos adecuados y convincentes.

Otro trabajo, de gran relevancia presentado por Domènech (2013) menciona dos tipos de prácticas. La primera en la que solo se busca comprobar un fenómeno y en la que los estudiantes solo tienen que seguir unas instrucciones que da el docente. Segundo, las prácticas que son tipo investigación, en las que los estudiantes deben formular la hipótesis y las actividades para comprobarla. Este autor presenta una propuesta en la que en los procesos de aprendizaje involucra a los estudiantes en el segundo tipo de prácticas, dándoles cada vez más responsabilidades, lo que mejoró significativamente la argumentación y la comprensión temática, obteniendo mejor dominio del lenguaje científico y la organización de ideas.

En un trabajo hecho por Oñate & Sánchez (2010), con estudiantes de segundo año de la carrera de ingeniería en construcción, logra demostrarse el valor de los trabajos prácticos para la enseñanza de conceptos de termodinámica, donde se introdujo la resolución de

problemas como parte del proceso. Destacan en su investigación que los trabajos prácticos por sí solos ayudan a una mejor comprensión de la temática, pero cuando estos son trabajos prácticos abiertos donde los estudiantes participan en la construcción de la experiencia, se potencian los aprendizajes.

En cuanto al aprendizaje de los conceptos calor y temperatura, Lugo (2009) desarrolla una propuesta didáctica para lograr el cambio conceptual respecto a estos términos obteniendo resultados positivos en los estudiantes. Para el desarrollo de dicha propuesta se apoya en el desarrollo histórico de aquellos conceptos, además de algunas actividades prácticas, las cuales son de rescatar, ya que centra su propuesta en la aplicación de conceptos a casos prácticos y el análisis de fenómenos concretos.

Dentro de los trabajos que pueden resaltarse a nivel nacional se encuentra el de Osorio y Palma (2018), quienes estudian el desarrollo de procesos argumentativos mediante prácticas discrepantes, resaltan la importancia de ejercicios como la descripción, la explicación y la justificación, afirmando que:

La descripción es el punto de partida para la argumentación, la explicación por su parte permite mostrar la comprensión que se logró sobre el concepto y la justificación le permite dar razón de por qué se utiliza en determinada situación; por su parte la ejemplificación posibilita contextualizar el conocimiento. (2018, p. 68)

Otro autor que resalta la efectividad de las actividades prácticas en los procesos de aprendizaje y desarrollo de la argumentación es Herrera (2016), quien afirma que las experiencias son una forma de edificar hipótesis y comprobarlas, llevando a los estudiantes a la construcción y afirmación de argumentos, logrando relacionar los modelos explicativos con las bases teóricas para así interpretar los fenómenos vistos durante los experimentos, y estableciendo de esta manera aprendizajes más significativos.

En cuanto a la enseñanza de los conceptos de termodinámica, aparece Becerra (2005), quien propone la implementación de la plataforma modellus y el trabajo en colaboración, como una forma de mejorar la comprensión de sistemas termodinámicos en estudiantes de grado décimo. Destaca del uso de esta plataforma, la oportunidad que tienen los estudiantes de observar los procesos termodinámicos y sus representaciones gráficas; y la necesidad de utilizar este tipo de herramientas para que los estudiantes comprendan el funcionamiento de

sistemas termodinámicos que pueden encontrarse en la realidad de los mismos, como es el funcionamiento de un motor.

De forma más directa, Muñoz (2013) presenta una propuesta para trabajar los conceptos de temperatura y calor, utilizando los experimentos basados en los laboratorios de aprendizaje activo. De forma general, esta propuesta busca que los estudiantes construyan el significado de temperatura y calor y aprendan el uso de herramientas de medida y métodos, sacando de las prácticas conclusiones que puedan comparar con otras personas o con las teorías científicas.

Otro trabajo en el que se muestra una estrategia para trabajar los conceptos de calor y temperatura lo realiza Vanegas (2015), que a partir de algunas actividades prácticas, construye con los estudiantes una explicación al funcionamiento de un colector solar y las propiedades de los materiales que lo componen, logrando de esta manera la comprensión de los conceptos por parte de los estudiantes y la concientización de los mismos hacia el cuidado del medio ambiente.

Ante la importancia que tienen las categorías en mención, además de la problemática identificada en el aula y sustentada en los antecedentes, con relación a los vacíos en los procesos de argumentación y la dificultad en el aprendizaje de los conceptos de calor y temperatura, se hace necesario promover en los estudiantes estas dos categorías. Dentro de las múltiples estrategias que pueden utilizarse, se considera apropiado trabajar las actividades prácticas, teniendo en cuenta que es una estrategia que no ha sido implementada en estos grupos, y puede dar grandes beneficios a los procesos de aprendizaje. Es por esto que surge la pregunta:

¿Cómo se relacionan los niveles argumentativos y los modelos explicativos de los conceptos calor y temperatura?

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Describir la relación entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos de los conceptos calor y temperatura en los estudiantes de la media académica del programa de formación para adultos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar los niveles argumentativos iniciales de los estudiantes y los modelos explicativos que tienen sobre calor y temperatura.

Monitorear el avance de los estudiantes en cuanto a los niveles de argumentación y los modelos explicativos de calor y temperatura, durante la intervención llevada a cabo con el desarrollo de actividades prácticas y la descripción y justificación de fenómenos concretos.

Reconocer los posibles cambios generados en los estudiantes en torno a los niveles de argumentación y los modelos explicativos de calor y temperatura, luego de implementarse la unidad didáctica.

3 JUSTIFICACIÓN

La investigación se desarrolla en torno a la enseñanza de la física en un grupo de educación media del programa de formación para adultos. Teniendo en cuenta las condiciones y necesidades educativas de esta población, se integran los niveles de argumentación como un elemento necesario en los procesos de formación, las actividades prácticas como una estrategia eficaz para el aprendizaje de la ciencia y los conceptos de calor y temperatura como un conocimiento necesario para la comprensión de nuevas temáticas establecidas en el currículo.

Siguiendo con esta idea, es de resaltar que tanto las actividades prácticas como la argumentación, han sido elementos importantes y necesarios en la construcción del conocimiento científico, hecho que puede reconocerse desde la historia de la ciencia. Ejemplo de esto son los experimentos hechos por James Prescott Joule que ayudaron a establecer la relación entre calor y energía, y a su vez dieron pruebas suficientes para superar el modelo en que calor y temperatura eran comprendidos desde una perspectiva sustancialista.

En cuanto a la ciencia escolar, si bien es cierto que no es igual que la ciencia de los científicos, si se deriva de esta; por lo que puede considerarse para el aprendizaje de la primera, elementos que sirvieron para la construcción de la segunda. Teniendo en cuenta esta idea es que se ha decidido trabajar los niveles argumentativos, gracias a que a partir de este elemento, los estudiantes pueden reflexionar mejor las temáticas abordadas y acercarse a los métodos de construcción científica.

Ya para el adecuado desarrollo curricular, se hace necesario que los estudiantes reconozcan y diferencien de la mejor manera posible los conceptos de calor y temperatura, ya que estos conocimientos son fundamentales para abordar toda la temática relacionada con la termodinámica, no tener claros estos conceptos puede llevar a cometer errores en los procesos de aprendizaje.

Teniendo en cuenta la importancia de la argumentación vista desde sus niveles y los conceptos calor y temperatura, las observaciones hechas a las clases de física que se dictan en los grupos de media académica del programa de formación para adultos de la Escuela Normal Superior de Frontino, y los resultados obtenidos por los estudiantes de este

programa en talleres y evaluaciones, se ha visto la necesidad de implementar diversas estrategias dentro del aula con el fin de llenar los vacíos conceptuales y procedimentales que presentan.

Es por esto que mediante la implementación de una unidad didáctica en la que se incorporen actividades prácticas y el análisis de situaciones cercanas a los estudiantes, se quiere lograr en los estos el tránsito hacia los niveles superiores de argumentación y hacia modelos explicativos de calor y temperatura de mayor aceptación científica, de esta manera, ellos podrán expresar mejor sus ideas gracias a que dan argumentos más completos y podrán abordar con más facilidad nuevas temáticas relacionadas con la termodinámica, ya que tendrán las bases fundamentales para ahondar en la reflexión de estos fenómenos.

Desarrollar la investigación, trae diferentes beneficios para: el campo disciplinar, los estudiantes, la institución educativa y la sociedad en general. El campo disciplinar se ve beneficiado gracias a que se presenta una alternativa diferente para aprender un saber que normalmente se hace tan confuso al momento de abordarlo, además de establecer un cambio en los niveles argumentativos; los estudiantes por su parte, comprenderán de mejor manera los conceptos de calor y temperatura, aplicándolos a problemáticas de su entorno, y al mejorar sus niveles argumentativos pueden tomar decisiones personales más acertadas además de aportar a las problemáticas de su entorno de una forma más reflexiva y segura; se beneficia la institución educativa, gracias a que con el proyecto se aporta a la misión institucional de ofrecer una educación de calidad, y se beneficia la comunidad al tener la posibilidad de recibir estudiantes más críticos y capaces de aportar al desarrollo social.

Finalmente, el desarrollo del proyecto puede servir para impulsar dentro de la institución nuevas estrategias que permitan brindarle a la población estudiantil, una educación de calidad y mostrar a estos una propuesta educativa en la que tengan un papel más activo, donde sus aportes pueden ser significativos, no solo para el proceso de aprendizaje, sino para la comunidad en general.

4 MARCO CONCEPTUAL

Para este capítulo, se hace un análisis teórico de la función que tiene la argumentación en la enseñanza de las ciencias y su trabajo desde los niveles argumentativos, además de la importancia que tiene el aprendizaje de los conceptos calor y temperatura en el estudio de la termodinámica. Para esto, dentro del primer apartado se inicia dando una definición de argumentación, desde un aspecto social y científico, para dar paso a la perspectiva que se tiene de este concepto dentro de la enseñanza de las ciencias y la forma como será entendido en esta investigación. Se continúa describiendo la base argumentativa que será utilizada dentro del aula y los criterios que van a orientar el análisis y la descripción de los posibles cambios que puedan generarse en el aula luego una intervención, y se finaliza, mencionando algunos aspectos que deben ser tenidos en cuenta a la hora de enseñar a argumentar, y la descripción de una estrategia que pueda presentarse como una herramienta útil para su aprendizaje y el mejoramiento de los niveles argumentativos.

En el segundo apartado, se inicia describiendo la forma en que los estudiantes comienzan a formarse un concepto de calor y temperatura a partir de las experiencias y lenguaje del contexto, se continúa mostrando la importancia de superar las creencias con las que llegan los estudiantes al aula si se quiere que estos logren realizar un análisis profundo de los fenómenos termodinámicos, y haciendo mención de una posible estrategia para su aprendizaje, y se finaliza describiendo los modelos explicativos que se han dado a través de

la historia sobre calor y temperatura, utilizados para realizar el análisis de los posibles cambios generados en los estudiantes luego de realizarse el proceso de intervención.

4.1 LA ARGUMENTACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Para comprender la importancia que tiene la argumentación dentro de los procesos que se llevan a cabo al interior de las clases de ciencias, es necesario entender primero en qué consiste aquella y el papel que juega dentro de la construcción del conocimiento científico. Desde una perspectiva amplia, Aragón, citado por Buitrago, Mejía & Hernández (2013), plantea que la argumentación es un discurso que busca convencer a otros, o hacerlos partícipes de una opinión o una conclusión; por lo que puede considerarse como un elemento indispensable en el desarrollo social, ya que en ese compartir de ideas y en ese intento por convencer a los otros, es que se pueden tomar decisiones o posturas dentro de una comunidad, ya sea grande o pequeña.

De igual manera, es de resaltar la importancia que tienen la argumentación en la producción del conocimiento científico, pues, como mencionan Buitrago et al (2013) “las teorías científicas se desarrollan basadas en argumentos complejos” (p.30); los cambios de paradigmas y creencias que se han dado a través de la historia y que han marcado la forma de entender el mundo, es en parte, resultado de los múltiples diálogos y discusiones que se han dado entre los miembros de la comunidad científica, donde la argumentación se ha presentado como un elemento indispensable, ya que esta “es considerada como la capacidad cognitiva y comunicativa necesaria para producir, evaluar y aplicar ciencias” (Buitrago et al, 2013, p.30).

Al reconocer la argumentación como un elemento importante en la construcción del conocimiento científico, se debe pensar también en la necesidad de enseñar aquella dentro del aula de clases. Desde hace algunos años, ya se ha considerado de gran importancia incluir la argumentación dentro de la enseñanza de la ciencia, por ejemplo, Jiménez-Alexandre (2010), menciona que cuando se enseña a argumentar, se contribuye a: aprender a aprender, mediante los procesos de autorregulación del pensamiento que se hace público; responsabilidad social a través de la formación de uno de los componentes del pensamiento crítico, y la participación en prácticas científicas, mostrando que el

conocimiento es algo que se construye en comunidad, mediante el diálogo. De igual manera, Erduran, Simon & Osborne (2004), plantean que en las clases donde se implementa la argumentación, los estudiantes tienen la oportunidad de dar a conocer su pensamiento, además de la interacción que realizan entre lo personal y lo social, promoviendo la reflexión, apropiación y desarrollo del conocimiento.

Pero hay que tener en cuenta, que la argumentación que se enseña en clases de ciencias, es distinta a la que desarrollan las comunidades científicas, por lo que se hace necesario establecer una idea clara de cómo ésta debe entenderse dentro del aula de ciencias. Algunas ideas relevantes sobre el concepto de argumentación en la escuela la da Jiménez-Aleixandre (2010), quien considera que es la capacidad que se tiene para evaluar y valorar el conocimiento a partir de datos o pruebas, reconociendo que las conclusiones y enunciados que se dan desde lo científico deben estar justificados; y Adúriz-Bravo (2017), quien entiende la argumentación “como un texto (escrito, oral o multisemiótico, con gesto, imagen, símbolo, etc) dirigido a dar razones para apoyar el proceso por el cual un fenómeno natural que está siendo estudiado se subsume bajo un determinado modelo teórico” (p. 27).

Desde esta perspectiva, argumentar en clase de ciencia, se entiende en esta investigación como la forma en que los estudiantes logran evaluar sus conocimientos y los modelos teóricos que se le están enseñando, mediante la confrontación que hacen de dichos modelos con los diferentes fenómenos que presencian en su entorno, tratando de darles explicaciones lógicas a estos.

Sin embargo, enseñar a argumentar puede ser complejo, por eso, es conveniente adoptar un modelo que permita dar mayor claridad a los estudiantes sobre cómo desarrollar este proceso, y uno de los que mayor relevancia ha tenido por la claridad que presenta su estructura, y que se adopta para esta investigación, es el modelo argumentativo propuesto por Toulmin, el cual permite construir y evaluar un argumento articulando los siguientes elementos (2003):

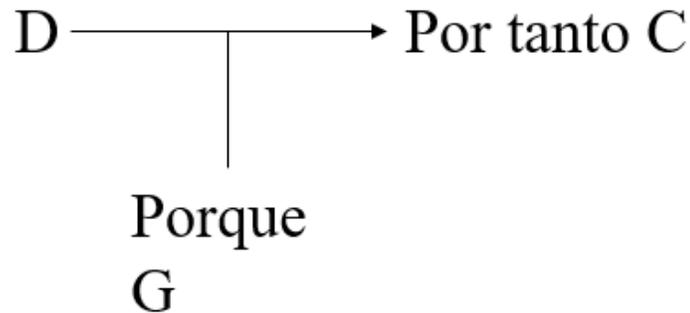
- Afirmación o conclusión (C): Es la aseveración que se hace sobre un hecho específico, la expresión o aporte que se da en torno a una decisión o explicación de eventos que

puedan presenciarse. En palabras de Jiménez-Aleixandre (2010), representa el conocimiento que va a ser evaluado.

- Datos (D): Es la información, hechos, o pruebas que son utilizadas para apoyar la afirmación o conclusión hecha.
- Garantías (G): Son las reglas, principios, enunciados que permiten explicar o mostrar el paso que hay de los datos a la conclusión, es el proceso de inferencia mediante el cual se muestra la relación que existe entre los elementos anteriores. Este, también puede ser conocido como justificación.
- Calificativos o matizadores (M): Le confieren fuerza a la garantía en el paso que se adopta de los datos a la conclusión. Utiliza adverbios como: necesariamente, presumiblemente, probablemente.
- Condiciones de refutación (E): Son las ocasiones especiales en las que las garantías no pueden ser utilizadas, su finalidad es aclarar las situaciones en que no existe relación entre los datos y la conclusión.
- Respaldo (R): Son los conocimientos teóricos o legales que dan autoridad y vigencia a las garantías.

De acuerdo con lo que plantea Toulmin (2003), un argumento debe contar por lo menos con tres de los elementos mencionados: los datos (D), la conclusión (C) y la garantía (G). En el proceso de argumentación lo que se hace es pasar de los datos que se tienen a la conclusión, por medio de la garantía que es la interpretación que se hace de los primeros y que establece la relación directa de estos con el segundo. La idea anterior se representa en la figura 1.

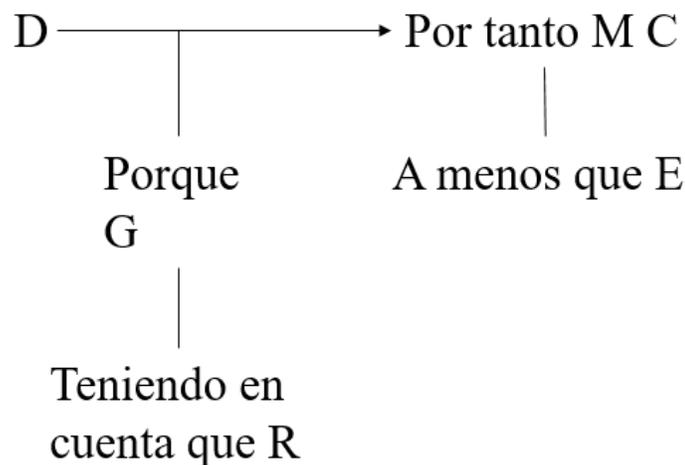
Figura 1: Relación entre datos, garantía y conclusión Toulmin (2003, p.135)



Nota: Tomado de Toulmin, S. (2003). *Los usos de la argumentación*. (M. Morrás, & V. Pineda, Trads.)
Barcelona: Península.

En cuanto al resto de elementos presentados por el autor (matizadores, condiciones de refutación y respaldo), estos son utilizados para dar fuerza al argumento, el cual tendrá mayor credibilidad si contiene dichos elementos. La relación que se establece entre estos dentro del proceso argumentativo se presenta en la figura 2.

Figura 2: Relación entre los diferentes elementos de la argumentación. (Toulmin, 2003, p.141)



Nota: Tomado de Toulmin, S. (2003). *Los usos de la argumentación*. (M. Morrás, & V. Pineda, Trads.)
Barcelona: Península.

Es de resaltar entonces, que el modelo argumentativo de Toulmin (2003), es una estrategia que se ha utilizado en diferentes escenarios educativos como herramienta metodológica para el análisis de diferentes materias escolares, entre las cuales se encuentra la ciencia (Erduran et al 2004), e incluso se sigue utilizando en la actualidad para promover la argumentación en el aula, siendo ejemplo de esto la propuesta hecha por Herrera (2016) que lo utiliza para el proceso de enseñanza – aprendizaje de la química. Sin embargo, este modelo que dentro de sus beneficios, logra presentar una estructura sencilla de los argumentos, no alcanza a establecer criterios claros para su valoración, así lo hacen saber Erduran et al (2004), cuando señalan que el modelo ha sido una herramienta útil, gracias a que presenta una estructura clara, donde se relacionan los diversos elementos de un argumento, los cuales pueden identificarse y enseñarse en el discurso oral y escrito de los estudiantes, pero no proporciona información sobre como evaluarlos o supervisar los cambios generados durante las intervenciones de aula.

Es por esto que Erduran et al (2004), presentan una propuesta de adaptación del modelo argumentativo de Toulmin, para que este pueda ser utilizado como una herramienta de medida del discurso, facilitando de esta manera el análisis de los argumentos que generan los estudiantes, para así, poder establecer los cambios que logran los mismos después de las intervenciones de aula. Para esto, los autores han generado un esquema en el que la argumentación es evaluada por niveles, los cuales se describen en la tabla 1, donde el nivel 1 es el de menor validez y el nivel 5 el de mayor validez,

Tabla 1: Niveles de argumentación propuestos por Erduran, Simon y Osborne (2004)

Niveles argumentativos	Características
Nivel 1	Solo se presencia una afirmación sin datos o garantías que la respalde.
Nivel 2	Cuentan con una conclusión y datos que la respaldan.
Nivel 3	Cuentan con conclusión, datos y garantías que justifican.
Nivel 4	Cuentan con conclusión, datos, garantías y conocimientos teóricos que respaldan la garantía.

Nivel 5 Cuentan con conclusión, datos, garantía, respaldo y condiciones de refutación.

Nota: Tomado de Erduran et al (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science education* , 915-933

Sin embargo, este esquema presentado por Erduran et al (2004), solo permite evaluar los cambios de los argumentos generados por los estudiantes desde el uso de los diferentes elementos propuestos por Toulmin, y existen otros aspectos que son de igual importancia al momento de analizar un argumento y que influyen en la determinación de la calidad del mismo. Algunos de estos aspectos son mencionados por Eirexas, Agraso, Jiménez-Aleixandre & Díaz (2005), cuando elaboran una propuesta para medir la calidad de las justificaciones, en esta investigación entendidas como garantías, a partir del análisis de la correspondencia que tienen con el conocimiento científico, además de la consistencia lógica desde el papel que cumplen como apoyo a las afirmaciones que realizan los estudiantes.

De acuerdo con esta propuesta, para evaluar el primer aspecto mencionado, se propone analizar la validez científica, es decir, que tanto se acercan o se alejan las justificaciones generadas por los estudiantes del discurso científico; y para evaluar el segundo aspecto determinado como consistencia lógica, se propone analizar la forma en que se relaciona la justificación con los datos presentados y con la conclusión a la que se llega, determinando si los datos son tenidos en cuenta o no, y si realmente se apoya o no las conclusiones expuestas.

Desde esta investigación, se retoma la propuesta de Eirexas et al (2005), con el fin de poder analizar la calidad de las garantías encontradas en los argumentos generados por los estudiantes, modificando la propuesta en un esquema que integra tanto la validez científica como la consistencia lógica de aquellas, mediante cinco grados de calidad, los cuales se describen en la tabla 2, siendo el grado 1 el de menor calidad y el grado 5 el de mayor calidad.

Tabla 2: Grados de calidad de las garantías basados en la propuesta de Eirexas et al (2005)

Grado de calidad	Descripción
-------------------------	--------------------

Grado 1	Garantías no validas científicamente e inconsistentes.
Grado 2	Garantías medianamente validas científicamente, pero inconsistentes.
Grado 3	Garantías medianamente válidas científicamente y medianamente consistentes
Grado 4	Garantías válidas científicamente pero medianamente consistentes
Grado 5	Garantías válidas científicamente y totalmente consistentes.

Adaptado de Eirexas et al (2005). Calidad en las justificaciones, uso de conceptos y consistencia entre datos e inferencias en la toma de decisiones. *Enseñanza de las ciencias*, 1-5

Una vez se han señalado los criterios bajo los cuales pueden ser evaluados los argumentos de los estudiantes, es importante también pensar en las estrategias más adecuadas para que estos aprendan a argumentar, ya que como menciona Jiménez-Aleixandre (2010), “la condición más relevante es la creación de una cultura o un clima de clase apropiado” (p.p. 158-159), es decir, el diseño de actividades que le exija argumentar a los estudiantes.

Es por esto que se plantea la inclusión de actividades prácticas, como una herramienta adecuada para trabajar los niveles de argumentación y apoyar el desarrollo de garantías con mayores grados de calidad, pues como mencionan Flores, Caballero & Moreira (2009), estas actividades permiten la intervención grupal y ofrecen a los estudiantes espacios de discusión, razonamiento y comparación en torno a lo que se ha hecho en el trabajo práctico; y habiendo entendido entonces la argumentación en ciencias como el proceso por el cual los estudiantes evalúan el conocimiento y lo contrastan con los fenómenos del entorno, pueden considerarse los espacios mencionados por estos autores como un ambiente apropiado para crear un clima de argumentación en el aula.

Además, aunque las actividades prácticas pueden llegar a tener múltiples objetivos, uno de los más marcados es el que mencionan Izquierdo et al (1999), cuando dicen que la finalidad de estas experiencias es ayudar a que los estudiantes logren elaborar justificaciones de los hechos que presencian. Ahora bien, el diseño de estas actividades deben permitirle al estudiantado, “poner a prueba sus predicciones, que le exijan prever lo

que sucedería si..., que le obliguen a imaginar interpretaciones y explicaciones alternativas, que le den la oportunidad de ver derrotados sus supuestos ante el resultado de la experiencia” (Segura citado por Romero & Aguilar, 2013, p.19), y uno de los diseños que mejor pueden ayudar a alcanzar este objetivo, son las actividades de tipo predecir-observar-explicar-reflexionar, mencionadas por Leit  (2001), ya que le exige a los estudiantes confrontar sus creencias con lo que observa y a partir de all  construir una explicación de lo observado.

Queda así sealada la gran importancia que tiene la argumentación dentro de la construcción del conocimiento científico, y por consiguiente la relevancia que adquieren dentro de la enseñanza de las ciencias. Desarrollar estos procesos requiere de tener claridad sobre su estructura y sus elementos, y un modelo útil para este proceso es el propuesto por Toulmin (2003); sin embargo, al momento de evaluarlos es necesario tener presente aspectos como el nivel del argumento y la calidad de las garantías, con el fin de poder conocer los avances que tienen los estudiantes una vez se haya hecho una intervención de aula, y a partir de los resultados poder pensar en nuevas actividades para su fortalecimiento. Finalmente, las estrategias que se lleven a cabo para promover el aprendizaje de estos procesos deben llevar a los estudiantes a que argumenten, y una herramienta útil para alcanzar este objetivo, es el diseño y la inclusión de actividades prácticas, de manera particular las de tipo predecir-observar-explicar-reflexionar, ya que son capaces de generarle a los estudiantes espacios de reflexión y contrastación entre los conceptos teóricos y los resultados obtenidos.

4.2 IMPORTANCIA DEL APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS CALOR Y TEMPERATURA

La necesidad de abordar los conceptos calor y temperatura dentro de los procesos de aprendizaje, se da desde dos aspectos en particular: el primero, se encuentra relacionado con las creencias que traen los estudiantes en torno a estos conceptos, y lo alejadas que pueden encontrarse estas preconcepciones de las explicaciones científicas; y el segundo se encuentra relacionado con el papel que juegan estos términos dentro del abordaje de nuevas

temáticas, debido a que se presentan como base fundamental para la comprensión de los fenómenos termodinámicos.

Con el fin de comprender la idea establecida en el párrafo anterior, es de resaltar que calor y temperatura, son dos conceptos que empiezan a formarse desde la infancia, esto, por la gran cantidad de fenómenos termodinámicos que pueden presenciarse en el contexto, y que cada persona puede experimentar de forma constante. Así lo hacen saber Romero & Aguilar (2013) cuando establecen que desde muy temprana edad empieza a organizarse la experiencia sensible, pues desde el sentido del tacto empiezan a diferenciarse los cuerpos calientes y fríos, lo que finalmente le permite a los estudiantes y a la sociedad como tal empezar a crear sus propias creencias y modelos explicativos de los diferentes fenómenos termodinámicos que observan.

Sin embargo, estas preconcepciones que traen los estudiantes en torno a los conceptos de calor y temperatura, que en concordancia con Yeo & Zadnik (2001), son generadas dentro del mismo contexto, deben ser modificadas de modo que se acerquen un poco más a las explicaciones establecidas por la ciencia. Es aquí donde se genera el interés de diferentes investigadores por esta temática, ya que muchas de estas creencias terminan representando una dificultad en el proceso de aprendizaje, pues como mencionan estos mismos autores, el uso de frases comunes como “tomar la temperatura”, pueden llevar a creencias que divergen de las concepciones científicas.

Que los estudiantes superen estos obstáculos y logren establecer la diferencia que hay entre los conceptos calor y temperatura, se hace indispensable para continuar con el proceso de aprendizaje de la termodinámica, pues como mencionan Yeo & Zadnik (2001), si no logran establecer la diferencia que hay entre estos, no podrán realizar reflexiones profundas en torno a los fenómenos termodinámicos; lo que a su vez, permite decir en coherencia con Gómez & Hernández (2010) que los conceptos calor y temperatura, se convierten en pilares fundamentales para el estudio de estos fenómenos, de allí la importancia de priorizarlos dentro del quehacer educativo.

Reconociendo entonces la importancia de diferenciar estos conceptos, es pertinente hacer claridad en que consiste cada uno. La temperatura desde una interpretación submicroscópica, dicen Camacho & Pérez (2005) es la medida de la energía cinética de las

partículas. En cuanto al calor, de acuerdo con Young & Freedman (2013) está más relacionado con el equilibrio térmico, donde los materiales de mayor temperatura le transfieren energía a los de menor temperatura, el calor hace referencia a ese proceso de transferencia de energía.

Lograr que los estudiantes transformen sus creencias de modo que se acerquen más a los modelos científicos de calor y temperatura anteriormente descritos, requiere de actividades que se alejen de los métodos tradicionales de recepción pasiva, y se centren más en la participación activa por parte de los mismos. Ante esta necesidad, Gómez & Hernández (2010), señalan que estos conceptos se relacionan con una experiencia directa, “por lo que es importante convertir el aula en un laboratorio rudimentario” (p. 402), y es por ello, que en la propuesta de intervención que se presenta, se incluyen las actividades prácticas y el diálogo socrático como estrategias efectivas.

Teniendo en cuenta lo anterior, la inclusión de actividades prácticas dentro del proceso de aprendizaje, se presentan nuevamente como una herramienta a incorporar en diferentes momentos de forma pertinente, en esta ocasión para la comprensión de los conceptos calor y temperatura; y es que de manera particular, las actividades de tipo predecir-observar-explicar-reflexionar propuestas por Leité (2001), permiten generar, más allá de la simple comprobación de teorías, un diálogo constante entre estudiantes y docentes en el cual se puede volver continuamente sobre el uso que hacen de los conceptos en el discurso.

Los estudiantes, desde la experiencia y el contexto, pueden llegar a generar creencias en torno a los conceptos de calor y temperatura que se alejan de las explicaciones científicas. Estas creencias, deben ser superadas desde los procesos educativos, con el fin de poder establecer una diferencia clara entre estos dos conceptos que permitan realizar reflexiones profundas de los fenómenos termodinámicos. Finalmente, para lograr que los estudiantes comprendan estas diferencias se deben utilizar estrategias y actividades que permitan la participación activa de los mismos, y una herramienta que puede resultar efectiva es la inclusión de actividades prácticas de tipo predecir-observar-reflexionar-explicar, ya que le brinda la oportunidad, de volver sobre su discurso y analizar el uso que hacen de los conceptos en mención, logrando de esta manera un aprendizaje profundo.

4.2.1 Modelos explicativos de calor y temperatura

Teniendo en cuenta que los conceptos de calor y temperatura empiezan a formarse desde la infancia y que se ven fuertemente influenciados por el contexto de los estudiantes, es de esperar que las creencias que estos tienen y con las cuales llegan al aula, se encuentren alejadas de las explicaciones avaladas desde la ciencia escolar, por lo que se hace necesario establecer algunos criterios que permitan identificar el modelo bajo el cual los estudiantes responden a los diferentes fenómenos y preguntas que se le presentan relacionadas con estos conceptos, y faciliten a su vez la descripción de los cambios generados luego de hacerse una intervención de aula.

Ante esta situación, Aguiar (1999) señala que las investigaciones han logrado establecer algunas formas de pensamiento común que se dan en torno a los conceptos calor y temperatura, y a los fenómenos térmicos; las cuales pueden identificarse como modelos explicativos que se han venido generando y transformando dentro de las comunidades científicas a través de la historia. De acuerdo con este autor, dichos modelos pueden compararse con las creencias y formas de pensamiento generadas por los estudiantes y su contexto, por lo que desde allí, se puede establecer que tan cercanos o que tan alejados se encuentran estos de las explicaciones actualmente aceptadas por la ciencia.

Es por esto que desde esta investigación, y con el fin de poder contar con unos criterios que permitan evaluar los cambios generados en los estudiantes en torno a los conceptos calor y temperatura, se adoptan los modelos explicativos que han surgido a través de la historia y que han sido descritos por Aguiar (1999), los cuales son resumidos en cuatro niveles. Para este trabajo, cada nivel fue denotado como un modelo, y de acuerdo con sus características, las cuales se describen en la tabla 3, fueron modificados sus nombres para hacerlos más concisos y fáciles de trabajar, empezando con el modelo sustancialista que fue de carácter más cualitativo y llegando hasta el modelo cinético molecular que es el que se acepta actualmente dentro de la comunidad científica.

Tabla 3: Niveles de modelos explicativos de los conceptos calor y temperatura de acuerdo con Aguiar (1999)

Modelo explicativo	Descripción
---------------------------	--------------------

Sustancialista	Este modelo se da desde una perspectiva completamente cualitativa, donde el calor y el frío se presentan como entidades que son opuestas y que pueden entrar o salir de un cuerpo gracias a que se comportan como un fluido.
Fluido material	Se sabe que un cuerpo puede estar más o menos caliente o más o menos frío, a esta propiedad se le ha dado el nombre de temperatura y puede medirse con el uso de un termómetro. El calor por su parte, es concebido como una sustancia que puede moverse entre los materiales con cierta dificultad, generando el aumento o la disminución de la temperatura, por lo que esta se considera como la medida del calor.
Equilibrio térmico	El concepto de temperatura es considerado como la medida de que tan caliente o que tan frío se encuentra un cuerpo, y el calor es una sustancia que pasa de un cuerpo de mayor temperatura a uno de menor temperatura cuando se ponen en contacto, hasta que ambos alcanzan una misma temperatura, a lo que se llama equilibrio térmico.
Cinético molecular	Los fenómenos macroscópicos empiezan a explicarse desde lo submicroscópico con ayuda del modelo cinético molecular. La temperatura se presenta como la medida de la energía cinética promedio de las moléculas de un cuerpo y el calor como la transferencia de energía que se da de un cuerpo con mayor temperatura a otro de menor temperatura cuando se ponen en contacto.

Nota: Adaptado de Aguiar, O. (1999). Calor e temperatura no ensino fundamental: relações entre o ensino e a aprendizagem numa perspectiva construtivista. *Investigações em Ensino de Ciências*, 73-90.

5 METODOLOGÍA

5.1 ENFOQUE Y ALCANCE

El presente proyecto se enmarca dentro de un enfoque cualitativo, teniendo en cuenta que a través del mismo, se pretende hacer un análisis descriptivo de la movilización que tienen los estudiantes en sus niveles de argumentación y el aprendizaje de los conceptos calor y temperatura. Junto a esto, es también de considerar que la posición de docente investigador lleva a que se tenga una relación directa entre el investigador y la población investigada, lo que a su vez genera subjetividad en el proceso. Finalmente, mediante el proyecto se quiere describir una población en particular, sin la intención de generalizar a otras poblaciones las conclusiones aquí planteadas.

5.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO

La población con la que se desarrolló este proyecto, son los estudiantes de educación media del programa de formación para adultos de la Normal Superior Miguel Ángel Álvarez en el municipio de Frontino. Esta institución, es de carácter público, dentro de sus ofertas comprende este programa que se encuentra dirigido a los estudiantes en extra edad, es decir, a aquellas personas que por alguna razón no tuvieron la oportunidad de continuar sus estudios en su debido momento, permitiéndoles cursar todo el programa de media académica (grados décimo y undécimo) en un año, mediante el desarrollo de dos ciclos lectivos de 22 semanas cada uno. Por las condiciones mismas del programa, los estudiantes que ingresan a este, son trabajadores y madres cabeza de hogar, que se encuentran entre los 18 y los 40 años.

De manera más precisa, quienes conforman la población son personas tanto de la zona rural como de la zona urbana del municipio, en su gran mayoría con un nivel socioeconómico bajo; dos condiciones que pueden afectar la conectividad de los estudiantes y a su vez la comunicación académica por fuera del aula de clase.

Los estudiantes, además de las obligaciones académicas tienen otro tipo de responsabilidades, muchos de ellos son padres de familia y otros trabajadores que se desempeñan principalmente en el sector de la minería, la ganadería y la agricultura, de manera particular en los cultivos de café y la producción panelera. Esta doble responsabilidad genera que la disposición que tienen para el estudio, muchas veces se limite al tiempo que se dedica dentro del aula.

5.3 UNIDAD DE TRABAJO

Para realizar el análisis de los resultados obtenidos en el proceso de investigación, se contó con 8 estudiantes del grupo de educación media del programa de formación para adultos de la Normal Superior Miguel Ángel Álvarez. Este número de estudiantes se dio por la disposición que presentaron los mismos para la asistencia a clase en la modalidad de alternancia, esto, debido a que la emergencia sanitaria generada por el Covid-19, obligó a las instituciones educativas a atender la comunidad estudiantil bajo una metodología flexible de trabajo en casa, y el retorno gradual a clase bajo la modalidad de alternancia,

proceso de libre elección por parte de los estudiantes que ya son mayores de edad, y en número limitado de asistentes para disminuir los riesgos de contagio.

5.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este proyecto contó con el aval del rector de la Escuela Normal Superior Miguel Ángel Álvarez, se caracteriza por ser una investigación sin riesgos. Sin embargo, con el fin de que prevalezca el criterio de respeto a la dignidad y la protección de los derechos de los participantes se generó la firma de un consentimiento informado por parte de los mismos, teniendo en cuenta que estos son mayores de edad y autónomos en sus decisiones de participación.

5.5 UNIDAD DE ANÁLISIS

Con el fin de describir la movilización de los estudiantes luego de hacerse la intervención en el aula, se tomaron como categorías principales de análisis los niveles de argumentación, y junto con estos, la calidad de las garantías; además de los modelos explicativos de los conceptos calor y temperatura, teniendo en cuenta que la primera puede brindar elementos importantes para el desarrollo de la segunda, gracias a que los estudiantes al momento de explicar una situación de manera argumentada se verán en la necesidad de analizar el uso que hace de cada uno de los términos, exigiéndoles de esta manera una mayor reflexión en torno a los mismos, logrando finalmente un aprendizaje.

En la tabla 4, se presenta cada una de las categorías junto con los indicadores que permitieron evaluar los resultados obtenidos.

Tabla 4: Niveles de análisis de las categorías trabajadas.

Categoría	Subcategorías	Indicadores
Argumentación	Niveles de argumentación (Erduran et al, 2004)	Nivel 1: Argumentos que solo tienen una afirmación. Nivel 2: Argumentos con conclusión y datos.

		<p>Nivel 3: Argumentos con conclusión, datos y garantías.</p> <p>Nivel 4: Argumentos con conclusión, datos, garantías y referentes.</p> <p>Nivel 5: Argumentos con conclusión, datos, garantías, referentes y contra argumentos.</p> <p>Grado 1: Garantías no validas científicamente e inconsistentes.</p> <p>Grado 2: Garantías medianamente válidas científicamente, pero inconsistentes.</p> <p>Grado 3: Garantías medianamente válidas científicamente y medianamente consistentes.</p> <p>Grado 4: Garantías válidas científicamente, pero medianamente consistentes.</p> <p>Grado 5: Garantías válidas científicamente y totalmente consistentes.</p>
<p>Calidad de las garantías (Eirexas et al, 2005)</p>		
<p>Aprendizaje de los conceptos calor y temperatura</p>	<p>Modelos explicativos de los conceptos calor y temperatura dados a través de la historia (Aguiar, 1999)</p>	<p>Modelo sustancialista: El calor y la temperatura son entidades opuestas que pueden entrar o salir de un cuerpo.</p> <p>Modelo de fluido material: La temperatura es la forma de saber si un cuerpo está más o menos caliente o frío, y el calor es concebido como la</p>

sustancia que puede moverse entre los materiales y generar el aumento o disminución de la temperatura.

Modelo de equilibrio térmico: La temperatura es la medida que determina que tan caliente o que tan frío se encuentra un cuerpo y el calor es la sustancia que pasa del cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura cuando están en contacto, hasta alcanzar el equilibrio térmico.

Modelo cinético molecular: Se explica desde un nivel submicroscópico, siendo la temperatura la medida de la energía cinética promedio de las moléculas de un cuerpo y el calor el proceso de transferencia de energía que se da de un cuerpo a otro.

5.6 TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para recolectar la información, se diseñó un instrumento de lápiz y papel consistente en una serie de preguntas abiertas relacionadas con el contexto de los estudiantes. En cada situación, ellos tuvieron que argumentar y hacer uso de manera indirecta de las concepciones que tienen en torno a la temática trabajada, con lo cual se logró identificar el nivel de los argumentos que desarrollaron, el grado de calidad de las garantías y los modelos explicativos iniciales que tienen de los conceptos calor y temperatura. Superada esta etapa se desarrollaron diferentes actividades para trabajar la temática propuesta y potenciar los argumentos que realizan los estudiantes. Durante este proceso se recogieron

algunas grabaciones de audio enviadas por los estudiantes mediante WhatsApp como resultado de una de las sesiones intermedias, información que fue transcrita para su análisis, además de recolectar algunos documentos que fueron producto de la aplicación de la unidad didáctica, con el fin de examinar los cambios que tienen los estudiantes en torno a las categorías trabajadas. Finalizada la intervención, se hizo uso del mismo instrumento de lápiz y papel que fue mencionado al principio con el fin de describir los cambios logrados por los estudiantes en torno a los niveles de argumentación, el grado de calidad de las garantías y los modelos explicativos de calor y temperatura.

Para la validación del instrumento que fue aplicado tanto al inicio como al final de la unidad didáctica y que permitió identificar los niveles de argumentación y los modelos explicativos así como sus cambios, este fue sometido a juicio de expertos (asesor y evaluadores), además de ser aplicado en una prueba piloto con un estudiante del grupo donde será desarrollado la investigación pero que no hizo parte de la misma ya que no cuenta con las condiciones totales para el regreso a clase en alternancia.

5.7 UNIDAD DIDÁCTICA

La unidad didáctica, se encuentra diseñada en torno a los niveles de argumentación y al proceso de aprendizaje de los conceptos calor y temperatura. En esta, se buscó que los estudiantes diferencien y comprendan los conceptos en mención, explicando a partir de los mismos, diferentes situaciones y fenómenos de su entorno. La búsqueda de este objetivo de aprendizaje, se encuentra en coherencia con los estándares básicos de competencias (Ministerio de Educación Nacional, 2006), que citan: “Explico la transformación de energía mecánica en energía térmica. (...) Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos” (p. 141).

Desde los objetivos de la investigación, se estructuró la unidad didáctica en tres momentos. En el primero, denominado momento de ubicación, se identificaron los niveles argumentativos de los estudiantes y los modelos explicativos que presentaban sobre calor y temperatura; en el segundo, denominado momento de desubicación, se buscó promover el cambio de los niveles argumentativos y el aprendizaje de los conceptos calor y temperatura

desde sus modelos explicativos, para el análisis de situaciones cotidianas; y en el tercero, denominado momento de reenfoque se identificó el aprendizaje adquirido por los estudiantes tanto en los niveles argumentativos como en los conceptos calor y temperatura, luego de ser implementada la unidad didáctica.

Para el momento de ubicación, se diseñó el instrumento de recolección de datos, el cual se compone de seis preguntas abiertas en las cuales se presentan a los estudiantes situaciones de la vida cotidiana como controlar la fiebre con el uso de trapos húmedos o la eliminación de microorganismos en el agua. En las preguntas, los estudiantes deben explicar y argumentar la forma en que se da el fenómeno, o proponer algún procedimiento para dar solución a un problema planteado.

El momento de desubicación contiene las actividades mediante las cuales se presentaron los contenidos, los cuales fueron: la transformación de energía mecánica a energía térmica, el modelo cinético molecular y el equilibrio térmico, todos ellos enfocados a comprender los conceptos de calor y temperatura; además de los elementos del argumento presentados por Toulmin, que sirvieron como base para evaluar y mejorar los procesos argumentativos desarrollados durante la aplicación de la unidad didáctica.

Las actividades propuestas en este segundo momento se dividieron en cinco sesiones e integraron el análisis de situaciones cercanas a la población y el desarrollo de actividades prácticas enmarcadas en las actividades de tipo predecir-observar-explicar-reflexionar (Leité, 2001). Para las diferentes sesiones se diseñaron preguntas abiertas, en las cuales se invitó a los estudiantes a argumentar de la mejor manera posible sus respuestas, tanto de forma escrita como oral.

Finalmente, en el momento de reenfoque, se aplica la misma actividad realizada en el momento de ubicación, esto con la finalidad de identificar y describir los cambios logrados por los estudiantes. A diferencia del primer momento, se buscó que en el desarrollo de esta actividad final los estudiantes integraran los conceptos trabajados durante la aplicación de la unidad didáctica.

Para comprender un poco mejor la estructura dada a la unidad didáctica, en la tabla 5 se describe con mayor detalle las actividades y objetivos propuestos para cada sesión.

Tabla 5: Estructura general de la unidad didáctica

Momentos	Sesión	Objetivo	Criterios
Ubicación	Se aplica a los estudiantes el instrumento inicial de recolección de datos, diseñado con 6 preguntas abiertas relacionadas con situaciones cotidianas a ellos y los conceptos calor y la temperatura.	Identificar los niveles argumentativos iniciales de los estudiantes, el grado de calidad de las garantías y los modelos explicativos que tienen sobre calor y temperatura.	Conceptos de calor y temperatura. Niveles de la argumentación. Grados de calidad de las garantías.
Desubicación	Se explica a los estudiantes cuales son los elementos de un argumento y los niveles en que puede evaluarse, luego se identifican estos elementos en los argumentos que ayudaron a establecer la relación entre calor y energía, y se da explicación a algunos fenómenos relacionados. Se desarrolla una actividad práctica en las que puede comprobarse la transformación de la energía mecánica	Identificar los argumentos que llevaron a la conclusión de que el calor es una forma de energía. Determinar la relación que existe entre calor y	Elementos del argumento. Relación entre calor y energía. Relación entre calor y energía.

<p>en energía térmica. Los estudiantes deben hacer el proceso de Predecir-observar-explicar-reflexionar.</p>	<p>energía mediante pruebas experimentales.</p>	<p>Argumentos.</p>	
<p>Se muestra a los estudiantes un video para explicar la definición de temperatura desde el modelo cinético molecular y luego se analizan algunos casos relacionados con el tema, donde los estudiantes deben argumentar sus respuestas.</p>	<p>Comprender la temperatura como la medida de la energía cinética de las moléculas de un cuerpo.</p>	<p>Definición de temperatura.</p> <p>Niveles de argumentación.</p>	<p>de</p> <p>de</p>
<p>Se desarrolla una actividad práctica donde se puede comprobar la teoría cinética molecular y su relación con la temperatura, los estudiantes deben hacer el ejercicio de Predecir-observar-explicar-reflexionar.</p>	<p>Comprobar la teoría cinética molecular y su relación con la temperatura en líquidos.</p>	<p>Definición de temperatura.</p> <p>Argumentos.</p>	<p>de</p>
<p>Se explica a los estudiantes en qué consiste el equilibrio térmico y el calor como el proceso por el cual se logra. Luego se analizan algunos casos relacionados con el equilibrio térmico</p>	<p>Definir el concepto de calor a partir del equilibrio térmico entre dos sistemas.</p>	<p>Equilibrio térmico y concepto de calor.</p> <p>Niveles de argumentación.</p>	<p>y</p> <p>de</p>

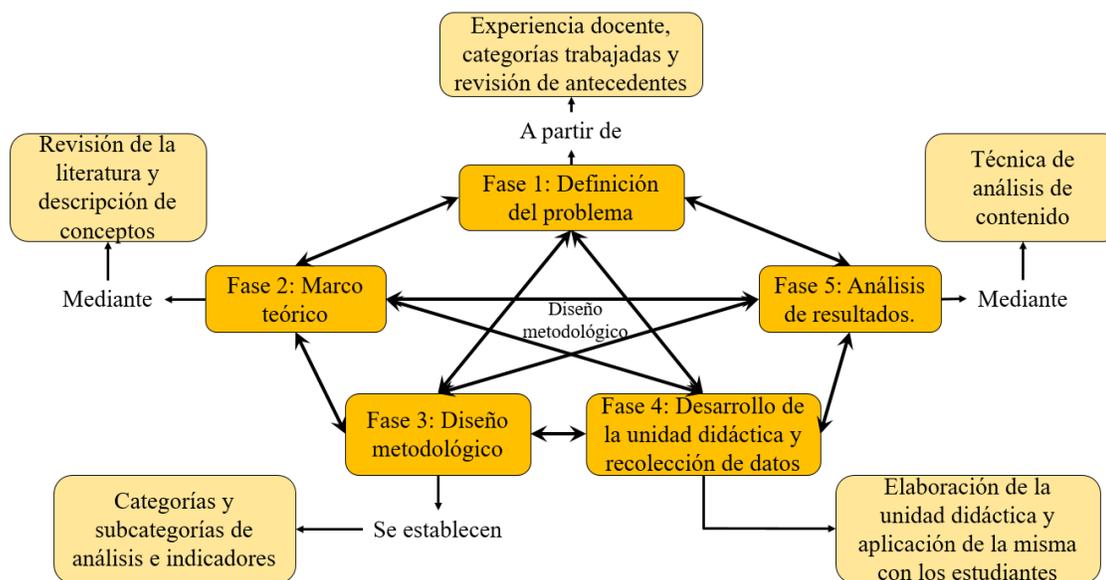
	donde los estudiantes deben argumentar.		Grados de calidad de las garantías
Reenfoque	Aplicación del postest, que para este caso será el mismo que se desarrolló en el momento de ubicación.	Identificar el aprendizaje adquirido por los estudiantes en cuanto a los procesos de argumentación y los conceptos de calor y temperatura, luego de implementarse la unidad didáctica.	Conceptos de calor y temperatura. Niveles de argumentación. Grados de calidad de las garantías

5.8 DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología de la presente investigación se desarrolló en cinco fases. En la fase 1, se realizó la definición del problema a partir de la experiencia docente, las categorías trabajadas y la revisión de antecedentes como sustento del problema. En la fase 2 se elaboró el marco teórico mediante la revisión de la literatura y la descripción de los conceptos que sustentan el trabajo. En la fase 3 se realizó el diseño metodológico estableciendo las categorías de análisis y los indicadores para la evaluación de los resultados. En la fase 4 se elaboró y se aplicó con los estudiantes la unidad didáctica con cada uno de los elementos de recolección de datos. Finalmente, en la fase 5 se hizo el análisis de los resultados obtenidos mediante la técnica de análisis del contenido, y junto con esto el desarrollo de conclusiones y recomendaciones.

El desarrollo de cada una de las fases implicó volver sobre las fases anteriores, de modo que se tuvieran en cuenta sus contenidos o se modificaran de ser necesario. La relación entre cada una de las fases se muestra en la figura 3.

Figura 3: Diseño metodológico dado en cinco fases.



Nota: Elaboración propia

5.9 PLAN DE ANÁLISIS

Luego de haber sido aplicados los instrumentos de recolección de datos, la información obtenida fue transcrita y codificada. Una vez se cumplió con este paso, se continuó con el análisis de los resultados de acuerdo a la pertinencia que presentaron con relación a los niveles de argumentación y los modelos explicativos de los conceptos de calor y temperatura, este proceso se hizo a partir del análisis de contenido que de acuerdo con López (2002) “se sitúa en el ámbito de la investigación descriptiva y pretende, sobre todo, descubrir los componentes básicos de un fenómeno determinado” (p. 174), de esta manera se pudo cumplir con ese objetivo de describir los posibles cambios logrados por los estudiantes con relación a las categorías de estudio. Para facilitar la clasificación de los datos, se diseñó una tabla donde se catalogaron los argumentos hechos por los estudiantes en los niveles de argumentación propuestos por Erduran et al(2004), la calidad de las garantías de acuerdo con la propuesta de Eirexas et al (2005) y los modelos explicativos de calor y temperatura propuestos por Aguiar (2001) que en este caso sirvieron como indicadores, de esta manera, también será más coherente el análisis de los resultados obtenidos mediante un proceso de triangulación teórica, donde se tengan en cuenta los argumentos generados tanto de forma oral como escrita.

6 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A través del siguiente análisis, se busca dar respuesta a la pregunta ¿Cómo se relacionan los niveles argumentativos y los modelos explicativos de los conceptos calor y temperatura? Para ello se han analizado desde diferentes momentos y usos del lenguaje los procesos de 8 estudiantes de la media académica del programa de formación para adultos de la Escuela Normal Superior Miguel Ángel Álvarez en el municipio de Frontino. El capítulo, inicia con la descripción y análisis de los resultados obtenidos en el momento de ubicación, continúa con los momentos de desubicación y reenfoque, y finaliza con un análisis global de los resultados obtenidos en todo el proceso, con el fin de identificar y describir los cambios logrados por parte de los estudiantes en cuanto a los niveles de argumentación, el grado de calidad en las garantías y los modelos explicativos de calor y temperatura. Finalmente, es de aclarar que el proceso de triangulación teórica es desarrollado a lo largo del capítulo.

Para este proceso, los estudiantes son numerados como E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 y E8, los niveles de argumentación son identificados como N1, N2, N3, N4 y N5, y los grados de calidad son reconocidos como G1, G2, G3, G4 y G5. Finalmente, los ejemplos de respuesta que se analizan en el documento, son transcritos de forma textual, reconociendo los elementos argumentativos de la siguiente manera: afirmación (A), datos (D), garantía (G), respaldo (R) y contra argumento (E).

6.1 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MOMENTO DE UBICACIÓN

En el momento de ubicación se utilizó el instrumento inicial de recolección de datos, compuesto de 6 preguntas abiertas en las que se exponían casos cercanos a los estudiantes, y con las cuales se buscaba conocer de los mismos sus niveles argumentativos iniciales, el grado de calidad de las garantías y su modelo explicativo inicial sobre calor y temperatura.

De acuerdo con los resultados obtenidos, en cuanto a los niveles de argumentación, el E8 ubica la mayoría de sus respuestas en el N1, pero a su vez es capaz de generar argumentos de N2 y en menor cantidad de N3. En cuanto a los estudiantes E1 y E3, la mitad de sus argumentos se ubican en el N1 y la mitad en el N2. Los estudiantes E2, E5, E6

y E7, ubican la mayoría de sus respuestas en el N2, sin embargo, el primero logra tener un argumento en el N1 y dos argumentos en el N3, el segundo un argumento en el N1 y el tercero un argumento en el N3. Finalmente, el único estudiante que genera la mayoría de sus argumentos de N3 es el E4, sin embargo también tiende a generar argumentos de menor nivel.

Un ejemplo de lo anteriormente mencionado, es el argumento que el E8 genera como respuesta a la pregunta 2, donde se pedía que explicaran cómo la técnica de poner trapos húmedos sobre las axilas y la frente, ayuda a disminuir la temperatura corporal. Ante la situación planteada, el estudiante responde “*Creo que al ponerle los trapos humedos le ayuda a que baje un poco la temperatura (A) no sera mucho pero haci se sentirá un poco mejor*”. En esta respuesta, solo logra reconocerse la afirmación con la que el estudiante da respuesta a la pregunta, pero no se identifican datos que soporten su idea, por lo que se ubica esta respuesta en el N1 de argumentación.

Otro ejemplo que puede presentarse es el argumento que el E5 establece como respuesta a la pregunta 1, donde se pide que explique cómo el agua fría puede ayudar a reducir algunos de los efectos de una quemadura producida por el derramamiento de aceite caliente sobre la piel. En su respuesta, el estudiante establece que “*Pasaría que al ayudarle a disminuir la quemadura con el agua fria eso la relajaría un poco más(A) porque el agua esta fria (D) y el brazo estaría a una temperatura de la piel muy caliente(D)*”. En esta respuesta, el estudiante establece una afirmación que responde a la pregunta y hace mención de la temperatura en la que se encuentran tanto el agua como la piel, estableciendo de esta forma datos que soportan su idea, sin embargo, no alcanza a establecer la relación que existe entre esos datos y su afirmación, lo que ubica la respuesta en un argumento de N2.

Finalmente, si se da una mirada desde una perspectiva más amplia a los resultados obtenidos en cuanto a los niveles de argumentación, se observa que la mayoría de los argumentos generados por los estudiantes se encuentran en el N2, pero con una alta tendencia al N1 y en menor tendencia al N3. A pesar de que la mayoría de respuestas no se ubican en el nivel más bajo, desde el aspecto estructural del modelo argumentativo trabajado, sigue identificándose una dificultad en los procesos de los estudiantes, pues, de

acuerdo con Toulmin (2003), un argumento debería componerse como mínimo de una afirmación, datos y una garantía, es decir, debería ubicarse como mínimo en un N3, y los argumentos generados por los estudiantes en su mayoría solo cuentan con afirmación y datos; además, como establecen Erduran et al (2004), estos argumentos son menos aceptables que uno que contenga afirmación, datos y garantía.

Ya para pasar a describir los resultados encontrados en torno al grado de calidad de las garantías, es de recordar que este análisis solo puede realizarse con los argumentos clasificados como mínimo en el N3, debido a que son estos los que contienen dicho elemento. En las respuestas generadas por los estudiantes, que en total fueron 48, en el momento de ubicación, solo se lograron identificar siete argumentos que cumplieran esta condición, de los cuales, las garantías presentadas en cuatro de ellos logran clasificarse en el G1 de calidad y las garantías presentadas en los demás argumentos en el G2. La poca frecuencia que hay de argumentos de N3 y el hecho de que las garantías presentes en los mismos se clasifiquen en los grados más bajos de calidad, reafirman la dificultad que tienen los estudiantes al momento de argumentar, pues, acorde a los criterios establecidos por Eirexas et al (2005) y el lenguaje utilizado por los estudiantes, los pocos argumentos que hay completos se basan en creencias propias de los estudiantes que se alejan del discurso científico, esto en relación con lo que establecen Yeo & Zadnik (2001) cuando dicen que los estudiantes tienden a utilizar este tipo de concepciones alternativas al momento de justificar; además de no relacionar coherentemente los diferentes elementos utilizados.

Para clasificar las garantías presentes en estos argumentos dentro de los grados de calidad, se tuvieron en cuenta algunos aspectos fundamentales como el lenguaje utilizado por los estudiantes y la congruencia entre los diferentes elementos presentados en el argumento, esto con relación a los criterios establecidos por Eirexas et al (2005), los cuales se enfocan en la validez científica y la consistencia lógica de la garantía con los demás elementos de la argumentación.

Por ejemplo, en la respuesta que el E4 da a la pregunta 4, donde le piden realizar un dibujo que muestre lo que sucede en el cuerpo de una persona con hipotermia cuando toma una bebida caliente y explicar dicho dibujo; en la argumento que da el estudiante establece que: *“Al consumir una bebida caliente y el cuerpo esta frio (D) uno siente un calorsito por*

dentro y el cuerpo va calentando poco a poco a medida que uno se va tomando la bebida (A), en caso tal podríamos decir que ese frío se va vaporizando poco a poco al tomar la bebida caliente (G)”.

Desde la validez científica, la expresión “*ese frío se va vaporizando*”, junto con la expresión “*uno siente un calorsito por dentro*” presente en la afirmación, muestran que calor y temperatura se entienden como dos sustancias que aunque se relacionen, son contrarias, y pueden entrar o salir del cuerpo, siendo esta una creencia que se relaciona con el modelo sustancialista (Aguilar, 1999) y que se aleja totalmente de las explicaciones actualmente aceptadas por la ciencia, por lo que puede decirse no tiene validez científica. En cuanto a la consistencia lógica, la garantía que presenta el estudiante, logra relacionarse de manera adecuada con los datos pero no con la afirmación que establece. Teniendo en cuenta estas dos condiciones analizadas en la respuesta establecida, la calidad de la garantía presentada por el estudiante se ubica en el G1.

En otro ejemplo, ante la pregunta 5 donde se pide establecer si la decisión de un enfermero sobre almacenar unas vacunas en un congelador es correcta o no, el E8 dice: “*Creo que no es conveniente que guarde la vacuna en el congelador (A) por que las vacunas deben estar entre 2°C y 8°C y el congelador enfria a una temperatura de 18°C (D) por lo tanto es demasiado frio para que las vacunas tengan su respetiva temperatura (G)”*. En esta respuesta, logra evidenciarse que el estudiante introduce la palabra temperatura identificándola como la medida de algo, acercándose un poco al concepto de temperatura aceptado por la ciencia que de acuerdo con Camacho & Pérez (2005) es la medida de la energía cinética de las partículas. Por otro lado, en la consistencia lógica, la garantía logra relacionarse con la afirmación, pero no se relaciona completamente con los datos. Teniendo en cuenta esto, y que a diferencia del ejemplo anterior, la garantía presente en este argumento utiliza un término medianamente valido para la ciencia, esta logra ubicarse en el G2 de calidad.

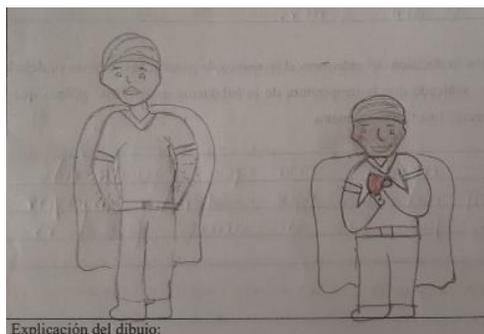
No es extraño haber encontrado estas dificultades en torno a los niveles de argumentación y la calidad de las garantías, ya que como se había mencionado en el planteamiento del problema, los estudiantes de este programa de formación son personas que han pasado mucho tiempo sin estudiar, o han realizado la mayor parte de su estudio en

este modelo educativo, en el que por las limitaciones del tiempo es muy probable que no se les haya presentado actividades que promuevan la argumentación; y como menciona Jiménez-Aleixandre (2010), para que los estudiantes aprendan a argumentar “la condición más relevante es la creación de una cultura o un clima de clase apropiado” (p.p. 158-159), es decir, el diseño de actividades que exijan a los estudiantes desarrollar procesos de argumentación.

Antes de continuar con la descripción de los resultados obtenidos, es importante señalar algo respecto a los argumentos generados por los estudiantes; para ellos es difícil presentar un mismo argumento mediante diferentes representaciones semióticas. Esto se observa en las respuestas que presentaron del punto 4 (ver anexo 3) donde se les pide dibujar lo que sucede en el cuerpo de una persona con hipotermia cuando consume una bebida caliente, y explicar dicho dibujo.

En la mayoría de los dibujos que generaron los estudiantes como respuesta a este caso y los argumentos escritos que dieron a los mismos, no logra establecerse una total relación entre ambas formas de representación, debido a que en los dibujos dan cuenta de algunos datos o pruebas que sustentan su pensamiento, pero estos no son tenidos en cuenta dentro de la respuesta presentada de forma escrita, lo que podría representarse como una dificultad en los argumentos de los estudiantes, ya que estos deberían poder expresar sus ideas mediante diferentes representaciones semióticas, pues como plantea Adúriz-Bravo (2017), la argumentación es un texto que puede darse de manera escrita, oral, imagen, entre otras. Un ejemplo de esta situación es la respuesta generada por el E1, que presenta el dibujo que se muestra en la figura 4 acompañado de la siguiente explicación: “*Pasa que cuando tenemos mucho frio (D), nuestra piel se nos eriza por el temperamento, pero si tomamos una vevida caliente ya se nos puede quitar el frio (A) porque nuestro organo recibe algo caliente (D)*”.

Figura 4: Dibujo del E5 como respuesta a la pregunta 4 en el momento de ubicación



En el dibujo se muestran a dos personas, una de ellas con una taza, quien podría decirse es quien tiene hipotermia; ésta a su vez se muestra con el rostro colorado, que pudo haber sido el efecto de tomar la bebida caliente, lo que indica un aumento en su temperatura corporal. Al comparar lo que se ve en el dibujo con el argumento escrito, se observa que el estudiante en este responde a la pregunta, sin hacer ninguna referencia ni relación con lo que se observa en el dibujo, como si fuera una respuesta totalmente aparte.

Finalmente, los resultados obtenidos en este momento en torno a los modelos explicativos iniciales de calor y temperatura de los estudiantes, muestran que el E1 ubica el total de sus respuestas dentro de un modelo sustancialista. De igual manera, los estudiantes E3, y E6 también se ubican en este modelo, pero con algunas respuestas ubicadas en el modelo de fluido material. El estudiante E2 ubica la mitad de sus respuestas en el modelo sustancialista y la otra mitad en el modelo de fluido material. Finalmente, los estudiantes E4, E5, E7 y E8 logran ubicarse en el modelo de fluido material pero con tendencia al modelo sustancialista.

Para determinar el modelo en que se clasifica cada una de los argumentos generados por los estudiantes, se tuvo en cuenta el uso que hicieron de términos como “calor”, “frío”, y “temperatura”, además de la relación que establecieron entre los mismos y el contexto del argumento. De acuerdo con los resultados aquí encontrados, los estudiantes tienden a responder desde los términos y expresiones utilizadas en su entorno, lo que reafirma la idea de Yeo & Zadnik (2001) cuando dicen que las preconcepciones de los estudiantes acerca de los conceptos calor y temperatura, son generadas en su contexto, siendo esta la causa de

que los estudiantes se ubiquen en modelos explicativos tan alejados de las concepciones aceptadas actualmente por la comunidad científica, pues como expresan Gómez y Hernández (2010), el uso tan cotidiano y libre de estas expresiones generan confusiones.

Ejemplo de esta situación, son las respuestas que los estudiantes E5 y E6 dan a la pregunta 2, donde se les pide que digan cómo los trapos húmedos puestos sobre las axilas y la frente pueden ayudar a disminuir la temperatura corporal y curar la fiebre. Ante esta situación el E6 responde: *“La pueden disminuir ya que estos al ponerlos húmedos en la frente y en las axilas se **consume el calor** que hay allí porque este trapo está mojado y **frio**”*. En esta respuesta, el estudiante hace uso principalmente de los términos “calor” y “frío”, para indicar que tan alta o que tan baja es la temperatura del niño y de los trapos húmedos, y de manera adicional con la expresión “se consume el calor”, reconoce en esta propiedad una entidad que puede ser eliminada del niño, por lo que es posible afirmar que el estudiante explica este fenómeno desde un modelo sustancialista.

Por el contrario, el E5 responde *“Por que si el hijo de Maria Eulalia tiene mucha fiebre, los trapos húmedos le va a ayudar a **disminuir temperatura** porque ellos **están frios** y lo pueden relajar más”*. Aquí, el estudiante reconoce y utiliza el término temperatura como la medida de que tan caliente se encuentra el cuerpo, más no logra establecer una relación clara de porqué se genera la disminución de la temperatura en el niño, por lo que sus ideas terminan ubicándose en el modelo de fluido material.

Es importante señalar que en algunas de las respuestas, los términos utilizados por los estudiantes, no permitieron clasificar sus ideas en ninguno de los modelos explicativos expuestos por Aguiar (1999), y el caso en que más se presentó esta situación fue la pregunta 5, donde se les pedía a los estudiantes proponer un método para evitar enfermarse con la bacteria escherichia coli que se encuentra en el agua cruda, teniendo en cuenta que esta no resiste temperaturas mayores a 50°C.

A esta pregunta, por ejemplo, el E1 respondió *“Sacar el agua dejarla que hacierte un poco luego la hervimos y tenerla en un tarro o una hoyo tapada para asi matar su bacteria para cuidar nuestra salud y no enfermarnos”*; y el E5 responde *“La mejor forma de tratar que el agua no nos cause daño con la escherichia es que a diario hirvamos el agua para tomar y asi tratar de evitar estas enfermedades”*. En ambos casos, los estudiantes hablan de

hervir el agua, un proceso en el que se sabe que la temperatura del agua aumenta, por encima de lo que soporta la bacteria, sin embargo, como los estudiantes no son explícitos en lo que sucede con este proceso, y dejan de lado el uso de palabras como caliente, calentar, aumentar su temperatura, entre otras; no se hace posible la identificación de los modelos explicativos.

En resumen, la información obtenida en el momento de ubicación, muestra que los estudiantes presentan dificultades para desarrollar procesos de argumentación, esto teniendo en cuenta que de acuerdo con los niveles argumentativos alcanzados, donde predomina el N2, no hacen uso de los elementos básicos que según Toulmin (2003) componen un argumento; además de tener un bajo grado de calidad argumentativa, debido al lenguaje que utilizan y a la falta de coherencia entre algunos de los elementos utilizados. Finalmente, en los modelos explicativos identificados, se observa que los estudiantes utilizan un lenguaje popular, de uso común, que se aleja demasiado del lenguaje y modelos científicamente aceptados.

6.2 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MOMENTO DE DESUBICACIÓN

Para analizar los resultados obtenidos en el momento de desubicación, solo se tendrán en cuenta los datos recogidos durante las sesiones 4 y 5, debido a que en las tres primeras sesiones no logran evidenciarse cambios significativos con relación a los resultados obtenidos en el momento de ubicación. Ya durante el desarrollo de la sesión 4 de la unidad didáctica, se registraron mediante grabaciones de audio enviadas por WhatsApp, las respuestas que los estudiantes generaron de forma oral para defender o refutar la afirmación “el aumento de la temperatura en el agua, aumenta también la velocidad con que se mueven las partículas que lo componen”, luego de realizar una actividad práctica relacionada con este tema; adicional, se analizaron los argumentos escritos generados por los estudiantes, que daban respuesta a la pregunta 3 de la sesión 5, donde debían mencionar cómo era posible el proceso de solidificación de la miel durante el proceso de producción de la panela.

Con relación a los niveles de argumentación, en las respuestas generadas de forma oral, 4 argumentos se encuentran ubicados en el N2, 2 argumentos en el N3 y 1 argumento en el

N5; y desde las respuestas generadas de forma escrita, 1 argumento se ubica en el N1, 5 argumentos en el N2 y 1 argumento en el N4. Que dentro de todas las respuestas generadas por los estudiantes, solamente un argumento se ubique en el N1, ya demuestra una mejoría por parte de aquellos, pues eso indica que han empezado a hacer uso de otros elementos, principalmente los datos, para darle fuerza a las afirmaciones con las que responden a las situaciones planteadas, acercándose más a lo que señalan Erduran et al (2004) es un argumento aceptable.

Una posible causa de esta mejoría en los estudiantes, pudo ser el proceso que se llevó a cabo con dichas actividades, donde primero se les pidió que identificaran cada uno de los elementos que utilizarían dentro de su argumento, y una vez los tuvieran definidos podrían construirlo; sin embargo, el que no hayan avanzado hacia niveles más altos pudo estar asociado a la dificultad de identificar y establecer lo que es una conclusión, una prueba, una garantía o cualquiera de los elementos, pues, de acuerdo con Erduran et al (2004), no hay unos criterios claros para definirlos, y han presentado dificultades incluso para los mismos investigadores.

Un ejemplo de esta situación es la respuesta que de forma oral presenta el E1 durante la sesión 4, donde dice: *“Yo si estoy de acuerdo con la temperatura (A) porque empezamos con el agua fría y mire a medida que la íbamos calentando en la tetera ella iba aumentando más su temperatura y con la tinte, y con la tinte, en el agua fría, pues obviamente el tinte se acento, en el agua tibia trato de asentarse, trató de mezclarse pero igual se fue al fondo, y en el agua caliente que su temperatura estaba tan demasiado alta la tinte se disolvió más rápido en todo el agua (D). Yo si estoy de acuerdo (A) porque hubieron diferentes cambios de temperatura de menor a mayor y se disolvió su tinta con más facilidad (D).*

En este argumento, el estudiante indica en dos ocasiones estar de acuerdo con la afirmación presentada en el documento, mostrando como datos, la experiencia obtenida durante la actividad práctica; sin embargo, pareciera que al tratar de crear una garantía y establecer la relación entre los elementos anteriores, lo que termina es resumiendo los datos ya descritos, ubicando este argumento en el N2, y mostrando poca claridad por parte del

estudiante al momento de identificar y establecer los diferentes elementos utilizados en el argumento.

Sin embargo, es de resaltar la respuesta que de forma oral el E2 da a esta misma situación, donde dice *“Estoy en desacuerdo con la afirmación porque no estaba bien escrita (A), bueno... puede que si esté bien escrita. Pero no es coherente porque el aumento de la temperatura se da del agua y no en el agua como dice ahí (D). Eso se debe a que cuando sube la energía cinético molecular, también sube la temperatura y así mismo cuando baja (R). Entonces así es como se produce el aumento de la misma temperatura del agua no en el agua como dice porque (G) si fuera así sería como si la temperatura estuviera adentro del agua, como si fuera algo diferente al agua como si estuviera adentro (E), pero como no es así si no que la temperatura es del agua entonces por eso estoy en desacuerdo, por esa frase”*.

En este argumento, el estudiante afirma estar en desacuerdo con la idea presentada en el documento, justificando que esta se encontraba mal escrita, y junto a esto logra utilizar cada uno de los elementos de la argumentación propuestos por Toulmin (2003), lo que termina ubicando su respuesta en un argumento de N5. Parte de lo que permitió que este estudiante lograra un argumento de este nivel, es el desacuerdo con la situación misma, pues fue el único argumento que a nivel grupal presento dicha característica, que a su vez facilitaba la creación de un contra argumento.

Ya con relación a la calidad de las garantías, de 4 argumentos que alcanzan a tener este elemento, 1 garantía se encuentra en el G3, 2 garantías en el G4, y 1 garantía en el G5. En estos resultados, la mejoría se hace mucho más notable, y es gracias a que los estudiantes logran una mayor validez científica en sus respuestas, teniendo en cuenta el acercamiento que tienen con el modelo cinético molecular, que de acuerdo con Aguiar (1999) es el modelo aceptado desde la ciencia; sin embargo, no alcanzan a relacionar totalmente la garantía con los demás elementos, lo que no permite que todos logren avanzar hacia el grado de calidad más alto.

Por ejemplo, en la respuesta que el E2 da de forma escrita durante la sesión 5, establece que *“La manera por la cual la miel se endurece es porque la miel en la paila esta a una temperatura muy alta, pero cuando se saca empieza a disminuir su temperatura (D) y con*

ella también el movimiento de las partículas de la energía cineticamolecular (R) entonces la miel al estar en un sitio donde disminuye la temperatura, también esta va disminuyendo y así es como se comienza a enfriar y a endurecer (A), porque esta teniendo un equilibrio térmico con la temperatura de la mesa y del ambiente (G)”.

Dos elementos que son de resaltar en este argumento son el respaldo teórico cuando el estudiante hace mención de la energía cinético molecular, el cual es el modelo aceptado desde la ciencia (Aguiar, 1999), y la mención del equilibrio térmico que realiza en la garantía, ya que este modelo también es aceptable dentro del discurso científico, pues de acuerdo con Young & Freedman (2013), es el modelo en el cual se basa el concepto de calor, que hace referencia a la transferencia de energía. Estos dos elementos, y la mención de dichos modelos, le dan validez científica tanto al argumento como a la garantía en particular, sin embargo, esta no logra relacionar totalmente los demás elementos utilizados, pues con la mención del equilibrio térmico logra hacer referencia a los datos que presenta con relación al cambio de temperatura, pero no relaciona la afirmación en la que hace mención de la solidificación o endurecimiento de la miel, lo que ubica la garantía en el G4 de calidad.

Por último, ya con relación a los modelos explicativos identificados en el momento de desubicación, 3 respuestas se ubican en el modelo de fluido material, 4 respuestas en el modelo de equilibrio térmico y 7 respuestas en el modelo cinético molecular. De acuerdo con estos resultados, existe un predominio del modelo cinético molecular entre los argumentos generados, superando a su vez, completamente, el modelo sustancialista, lo que indica que de momento los estudiantes han logrado un gran avance frente a la comprensión de estos conceptos, pues, se encuentra predominando un modelo que de acuerdo con Aguiar (1999), es aceptado por la ciencia en la actualidad, seguido por el modelo de equilibrio térmico, que de acuerdo con Young & Freedman (2013), es la base para comprender el concepto de calor, por lo que puede decirse que es un modelo también aceptable desde el pensamiento científico.

Por ejemplo en la respuesta que el E3 da de forma oral durante la sesión 4, dice *“Yo si estoy de acuerdo con la afirmación porque la temperatura del agua aumenta también la velocidad con que se mueven las partículas, porque... porque a medida que el agua esté*

más caliente las partículas se van a mover más rápido como lo estábamos hablando en la clase pasada y a medida que esté más bajo se van a mover más lento por eso yo estoy de acuerdo con la afirmación que hay ahí". En esta respuesta, el estudiante realiza una relación directa entre el aumento o la disminución de la temperatura con el aumento o disminución del movimiento de las partículas, lo que se corresponde con el modelo cinético molecular que de acuerdo con Aguiar (1999) entiende la temperatura como la medida de la energía cinética promedio de las partículas que componen un material.

Otro ejemplo es la respuesta que da este mismo estudiante de forma escrita durante la sesión 5, donde plantea que *"al sacar la miel del pailon baja la temperatura y así esta miel se vuelve panela debido a que al vaciarla y la mesa estar fría y se vasa la miel esta se enfria y tienen una temperatura igual"*. En esta respuesta, el estudiante hace referencia a la temperatura de la mesa indicando que es menor que la de la miel al decir que está fría, y debido a esto es que la temperatura de la miel disminuye hasta tener la misma temperatura de la mesa, correspondiéndose este argumento con el modelo de equilibrio térmico, que de acuerdo con Aguiar (1999) se da cuando un cuerpo de mayor temperatura le transfiere calor a uno de menor temperatura.

En resumen, la información obtenida durante el momento de desubicación, muestra que los estudiantes mientras estuvieron trabajando la unidad didáctica, lograron avanzar en los niveles de argumentación, evidenciado en el uso de nuevos elementos; la calidad de las garantías presentes, considerando principalmente la validez científica de las mismas y los modelos explicativos usados en sus respuestas que en su mayoría alcanzaron a ubicarse en el modelo aceptado actualmente por la ciencia; lo que finalmente muestra una mejoría grupal con relación a los resultados obtenidos durante el momento anterior.

6.3 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MOMENTO DE REENFOQUE

Para el momento de reenfoque, se aplicó nuevamente el instrumento usado durante el momento de ubicación, esto, con el fin de observar los cambios generados en los estudiantes en torno a los niveles de argumentación, el grado de calidad de las garantías y los modelos explicativos de calor y temperatura, luego de haberse aplicado la unidad didáctica. Dentro de los resultados obtenidos, se observa que el E1 tiene dos argumentos en

el N1, dos argumentos en el N2 y dos argumentos en el N3; el E2 tiene tres argumentos en el N2 y tres argumentos en el N3; los estudiantes E2 y E4 tienen tres argumentos en el N2, pero el E2 con una respuesta en los niveles N1, N3 y N4, mientras que el E4 con un argumento en el N1 y dos argumentos en el N3; los estudiantes E6 y E8 tienen cuatro argumentos en el N2 pero el E6 con un argumento en los niveles N1 y N3 y el E8 con dos argumentos en el N3; finalmente, el E7 tiene dos argumentos en el N2 y cuatro argumentos en el N3.

Teniendo en cuenta que el instrumento usado en este momento se aplicó habiendo pasado un tiempo prudente después del desarrollo de la unidad didáctica, puede decirse que los estudiantes lograron avanzar en los niveles argumentativos, ya que los resultados muestran una mayor cantidad de argumentos en los niveles N2 y N3 y una disminución de los argumentos de N1, además de un argumento de N4; esto, demuestra a su vez que los estudiantes han sido capaces de integrar nuevos elementos de la argumentación al momento de generar sus respuestas, acercándose a la generación de argumentos cada vez más completos, los cuales, de acuerdo con Toulmin (2003), deben integrar por lo menos una afirmación, datos y garantía.

Un ejemplo de esto es la respuesta que el E3 da a la pregunta dos, dónde debe argumentar cómo la técnica de utilizar trapos húmedos puede ayudar a la disminución de la fiebre en las personas, donde el estudiante responde *“Los trapos húmedos disminuyen la temperatura corporal del niño (A) porque el trapo esta frio y asi baja de temperatura (D)”*. Aquí, el estudiante establece una afirmación cuando dice que *“disminuyen la temperatura corporal del niño”*, y apoya su pensamiento cuando menciona que *“el trapo esta frio”*, ya que en esta expresión presenta un dato o prueba clara de lo que está diciendo. De acuerdo con los elementos que utilizó el estudiante en esta respuesta (afirmación y datos), el argumento logra ubicarse en el N2.

Otro ejemplo es la respuesta del E5 ante la misma pregunta, donde dice que: *“le puede disminuir la fiebre (A) ya que los trapos tienen una menor temperatura que la fiebre del niño (D) y esto hace que le baje la fiebre (G)”*. En esta respuesta, el estudiante establece una afirmación al especificar que la fiebre disminuye, establece unos datos claros al comparar la temperatura de los trapos con la temperatura del niño y logra dar una garantía

al aclarar que la disminución de la fiebre es producto de la diferencia de temperaturas entre el trapo y el niño, logrando de esta manera un argumento de N3.

Finalmente, es de destacar la respuesta del E2 ante la situación mencionada, quien dice que: *“Los trapos húmedos ayudan a disminuir la temperatura (A) porque como están un poco fríos (D) entonces favorece mucho (G) porque mediante esto hace que haya un equilibrio de temperatura entre la fiebre y el trapo húmedo (R)”*. En este argumento logra establecerse una afirmación cuando dice que disminuye la temperatura, se apoya la afirmación mediante datos cuando hace mención de la temperatura de los trapos, se establece una garantía al decir que son los trapos fríos los que favorecen la salud del niño y logra establecer un referente teórico al hablar del equilibrio térmico entre el trapo y la fiebre, lo que permite clasificar este argumento en el N4.

Ya para analizar el grado de calidad de las garantías, es de mencionar que de 48 respuestas generadas por los estudiantes solo se puede hacer el análisis de 17 argumentos, debido a que son estos los que cuentan con dicho elemento. En cuanto a los resultados encontrados, se observa que de las 17 garantías, cuatro se ubican en el G2 de calidad y 13 se ubican en el G3, lo que muestra que hubo una mejoría en los estudiantes, relacionada en parte con el avance que tuvieron en los modelos explicativos, ya que dentro de sus respuestas utilizaron términos más cercanos a los modelos que de acuerdo con Aguiar (1999) son aceptados científicamente.

Un ejemplo se encuentra en la respuesta que el E7 da a la pregunta 4, donde se le pide que diga como las bebidas calientes ayudan a la mejoría de una persona con hipotermia, para lo cual el estudiante dice que: *“El cuerpo se encuentra a una baja temperatura (D), en el momento de ingerir algo caliente, el calor corporal empieza a cambiar (A), ya que la energía mecánica se transforma en energía térmica (G), cambia la temperatura del cuerpo (D)”*. En la garantía que presenta el estudiante habla sobre la energía térmica, un concepto que se acerca al modelo cinético molecular, donde la temperatura, de acuerdo con Aguiar (1999) se da como la medida de la energía cinética de las partículas, por lo que se puede decir que es una garantía medianamente válida desde la ciencia, sin embargo, no se relaciona con la afirmación y los datos que presenta, por lo que no tiene consistencia lógica, lo que ubica esta garantía en el G2 de calidad.

Otro ejemplo es la respuesta que el E6 da a la pregunta 2 donde se pide mencionar cómo los trapos húmedos disminuyen la fiebre en una persona, a la cuál responde que: *“La pueden disminuir (A) ya que estos trapos tienen menor temperatura (D) y al ponerlos en las axilas con mayor temperatura este se podría a temperatura media disminuyendo la mayor temperatura que tiene el niño en las axilas (G)”*. En la garantía presentada por el estudiante, se hace referencia al modelo de equilibrio térmico cuando habla de una temperatura media, en la cual la alta temperatura del niño disminuye; lo que le da una mediana validez científica ya que se acerca al modelo que de acuerdo con Young & Freedman (2013) explica el concepto de calor, entendido como el proceso en el que se transfiere energía de un cuerpo de mayor temperatura a uno de menor temperatura. Adicional a esto, la garantía tiene en cuenta tanto los datos como afirmación que presenta, por lo que existe consistencia lógica, por lo que se ubica en el G3 de calidad.

Antes de continuar con el análisis de los modelos explicativos, es importante aclarar que en los resultados no se logra evidenciar ningún avance en cuanto a la representación de un mismo argumento mediante el lenguaje visual y el lenguaje escrito, pues, en las respuestas generadas en la pregunta 4 donde se les pedía mencionar cómo las bebidas calientes ayudaban a mejorar el estado de salud de una persona con hipotermia, debían representar la respuesta mediante un dibujo y un escrito corto que diera cuenta del dibujo, sin embargo, en ninguna de las respuestas generadas se logra establecer esta relación.

Por ejemplo, en la figura 5 se muestra el dibujo que el E4 da como respuesta a dicha pregunta, en el que se ve a una persona sosteniendo una taza con una bebida caliente, y alrededor una línea que podría representar el aumento de la temperatura corporal, sin embargo, la respuesta escrita en la que establece que: *“Para mejorar la hipotermia podriamos aumentar la temperatura corporal de nuestro cuerpo con unas cobijas o aromáticas caliente (A) y estas nos ayudarían a aumentar la temperatura (A)”*, no se hace ninguna referencia a lo que se muestra en el dibujo, mostrando así, dos respuestas mediante diferentes lenguajes que no establecen ninguna relación.

Figura 5: Dibujo que del E4 como respuesta a la pregunta 4 en el momento de reenfoque.



Que los estudiantes no logaran ningún avance en este aspecto, puede tener relación con que la unidad didáctica solo tenía una actividad en la que se les pedía dar la respuesta mediante lenguaje visual y escrito, estableciendo relación entre los mismos, por lo que no fue suficiente para crear un clima apropiado que les permitiera mejorar, pues, de acuerdo con Jiménez-Aleixandre (2010), esta es la condición más relevante para que los estudiantes aprendan a argumentar, en este caso mediante el lenguaje visual y escrito.

Finalmente, en cuanto a los modelos explicativos de calor y temperatura, los resultados muestran que el E1 tiene cinco respuestas que se ubican en el modelo de fluido material, los estudiantes E3 y E4 tienen tres respuestas en el modelo de fluido material y una en el modelo sustancialista, pero el E3 con una respuesta en el modelo de equilibrio térmico y el E4 con dos respuestas en este modelo; los estudiantes E2 y E5, tienen cuatro respuestas en el modelo de fluido material pero el E2 con una respuesta en el modelo de equilibrio térmico y el E5 con dos respuestas en este modelo; los estudiantes E6 y E7 tienen cinco respuestas en el modelo de fluido material y una en el modelo de equilibrio térmico, y solo el E8 logro ubicar sus seis respuestas en el modelo de equilibrio térmico.

En estos resultados, se identifica una disminución en la cantidad de respuestas clasificadas en el modelo sustancialista y un aumento de las respuestas clasificadas en los modelos de fluido material y equilibrio térmico, lo que demuestra una mejoría por parte de

los estudiantes, pues, aunque no llegan al modelo cinético molecular, que de acuerdo con Aguiar (1999), es el modelo aceptado actualmente por la ciencia, si logran avanzar un poco hacia él, y más al considerar lo que dicen Yeo & Zadnik (2001) cuando hablan de la superioridad de las creencias, es decir, de la fuerte tendencia que tienen los estudiantes a utilizar los modelos explicativos iniciales al momento de responder y argumentar una pregunta, en lugar de utilizar los modelos aprendidos durante clase.

La mejoría de los estudiantes en cuanto a los modelos explicativos, logra identificarse en los términos que utilizan para dar respuesta a cada una de las situaciones presentadas, gracias a que dejaron de lado palabras como “caliente” o “frío”, propias de un modelo sustancialista que de acuerdo con Aguiar (1999) entiende el calor y el frío como entidades opuestas que entran o salen de un cuerpo, y empiezan a introducir términos como “aumento y disminución de la temperatura”, además de reconocer la diferencia de temperatura entre dos cuerpos, palabras y características acordes al modelo de fluido material, que de acuerdo con este autor, es donde se reconoce la temperatura como medida de que tan caliente o que tan frío se encuentra un cuerpo, y el modelo de equilibrio térmico que según Young & Freedman (2013) es donde los cuerpos de mayor temperatura transfieren energía a los de menor temperatura hasta lograr una temperatura igual.

Un ejemplo de lo anterior, es la respuesta que el E3 da a la pregunta 2, donde se le pide que explique como el uso de trapos húmedos sobre las axilas y la frente de una persona puede disminuir la fiebre. Ante la situación planteada, el estudiante responde que: “*Los trapos húmedos disminuyen la temperatura corporal del niño porque el trapo esta frio y asi baja de temperatura*”. En esta respuesta, el estudiante utiliza el término temperatura corporal, lo que lo acerca un poco al lenguaje científico, pero para el cambio de temperatura solo relaciona la temperatura del trapo, sin tener en cuenta la diferencia que existe entre esta y la temperatura del niño, por lo que puede decirse, explica esta situación a partir del modelo de fluido material.

Otro ejemplo es la respuesta que el E4 da a la misma pregunta donde dice: “*Creo que la pueden disminuir porque el cuerpo tiene una temperatura muy alta por la fiebre y al ponerle los trapos humedos esta disminuye poco a poco porque los trapos tienen menor temperatura que el cuerpo*”. Aquí, además de utilizar el término temperatura, que lo acerca

a un lenguaje científicamente aceptado, el estudiante logra reconocer que hay una diferencia de temperatura entre el trapo y el niño, asociando estos datos como causa de la disminución de la temperatura corporal, por lo que puede decirse que explica esta situación desde el modelo de equilibrio térmico.

Es de aclarar también que al igual que en el momento de ubicación, para este momento de reenfoque, hubo algunas respuestas donde no se pudo identificar el modelo explicativo, debido a que los términos utilizados por los estudiantes no lo permitieron, y esto a su vez, probablemente por el diseño de la pregunta, ya que todas se encuentran relacionadas a la pregunta 4 donde se pide describir el proceso que debe seguirse para tratar el agua que se va a consumir y evitar enfermarse con la bacteria escherichia coli.

Ante dicha situación, el E1 dice que *“La forma de tratar el agua para no correr el riesgo de enfermarse es hervir y colar el agua para así estar en buena salud y temperatura”*, y el E5 responde que *“La mejor forma de tratar el agua para no tener riesgos de enfermedad es hirviendo el agua ya que con esto las bacterias mueren y ya no nos causa daños”*. En ambas respuestas, solo se habla de hervir el agua, un proceso en el que se requiere aumentar la temperatura de esta por encima de la temperatura que resiste la bacteria, sin embargo no es posible saber si los estudiantes comprenden lo que ocurre en este proceso y la implicación del mismo, por lo que no puede reconocerse el modelo explicativo que utiliza, y la única respuesta donde aparece la palabra temperatura, presenta el término de forma inadecuada.

En resumen, los resultados del momento de reenfoque muestran que los estudiantes lograron una mejoría en los niveles de argumentación, gracias a que hubo un aumento de los argumentos clasificados en N2 y N3, y una disminución de los argumentos clasificados en el N1. Junto a esto, también hubo una mejoría en cuanto a los grados de calidad de las garantías, reflejado inicialmente en el aumento de argumentos que contaban con este elemento, además de la identificación de garantías de G2 y G3, esto, dado en parte por el acercamiento que tuvieron en sus respuestas a los conceptos científicos y a la mejoría en la consistencia lógica de este elemento con las afirmaciones y datos presentados. Finalmente, también pudo identificarse un avance en los modelos explicativos de calor y temperatura teniendo en cuenta que de 48 respuestas generadas, solo hubo dos respuestas clasificadas en

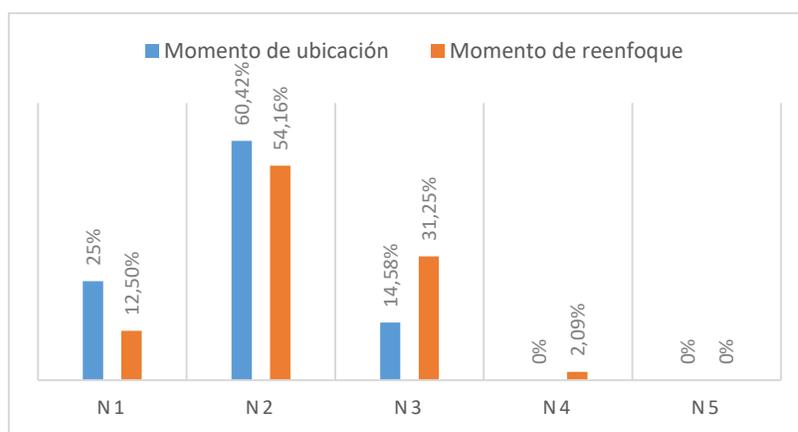
el modelo sustancialista que de acuerdo con Aguiar (1999) es el más alejado de la concepción científica actual, y el resto de respuestas se ubican en los modelos de fluido material y equilibrio térmico, que de acuerdo con este mismo autor son más cercanos al modelo aceptado en la actualidad.

6.4 ANÁLISIS GENERAL DE LOS RESULTADOS

Mediante este análisis general, se quieren identificar los cambios logrados por los estudiantes principalmente con relación a los niveles de argumentación y a los modelos explicativos de calor y temperatura, luego de haberse aplicado con ellos la unidad didáctica, diseñada en su mayor parte con preguntas abiertas donde se consideraban diferentes situaciones del contexto, y el desarrollo de actividades prácticas de tipo predecir-observar-explicar-reflexionar.

Para iniciar, la figura 6 muestra de manera amplia, el porcentaje de los argumentos generados por los estudiantes que se ubican en cada uno de los niveles de argumentación, tanto en el momento de ubicación como en el momento de desubicación.

Figura 6: Comparación de los resultados obtenidos en el momento de ubicación y en el momento de reenfoque con relación a los niveles argumentativos.



Nota: Elaboración propia.

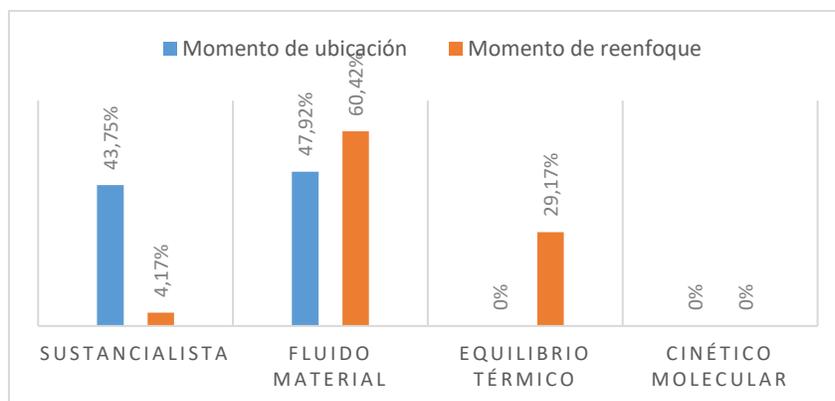
De acuerdo con esta figura, los argumentos generados en el momento de ubicación, se clasifican en un 25 % en el N1, en un 60,42 % en el N2 y en un 14,58 % en el N3; mientras

que los argumentos generados en el momento de reenfoque se clasifican en un 12,5 % en el N1, en un 54,16 % en el N2, en un 31,25 % en el N3 y en un 2,09 % en el N4. Al comparar estos resultados se observa una disminución en los argumentos de N1 y de N2 un aumento en los de nivel 3, y la aparición de un argumento de nivel 4, lo que indica una mejoría por parte de los estudiantes luego de hacerse la intervención; siendo estos resultados, similares a los encontrados por Erduran et al (2004), quien señala en su investigación el considerable aumento de argumentos de N3 en la producción de los estudiantes, señalando que si bien no puede hacerse un juicio basado en la significancia estadística, si se demuestra una evolución positiva.

De igual manera, es importante señalar que durante el momento de desubicación, es decir, durante la aplicación de la unidad didáctica, se lograron encontrar argumentos de mayor nivel, destacando un argumento de N4 y uno de N5; lo que indica que la mejoría se fue dando de manera progresiva, y aunque bien hubo argumentos de mayor nivel que en el momento de reenfoque, se sigue marcando el avance que tuvieron los estudiantes, ya que durante el momento de desubicación, estos contaron con la oportunidad de mejorar sus respuestas frente a las observaciones y diálogos con el docente.

Ya en cuanto los conceptos de calor y temperatura, la figura 7 muestra de forma general el porcentaje de respuestas que logran ubicarse en cada uno de los modelos explicativos, tanto en el momento de ubicación como en el de reenfoque.

Figura 7: Comparación de los resultados obtenidos en el momento de ubicación y en el momento de reenfoque con relación a modelos explicativos de calor y temperatura.



Nota: Elaboración propia

De acuerdo con la figura, los argumentos generados en el momento de ubicación por parte de los estudiantes, utilizan el modelo sustancialista en un 43,75% y el modelo de fluido material en un 47,92%, mientras que los argumentos del momento de reenfoque utilizan el modelo sustancialista en un 4,1%, el modelo de fluido material en un 60,42% y el modelo de equilibrio térmico en un 29,17%. Al comparar los resultados, se observa una disminución significativa en el uso del modelo sustancialista, un aumento en el uso del modelo de fluido material y la aparición del modelo de equilibrio térmico. Esto, demuestra que los estudiantes consiguieron avanzar en la comprensión de los conceptos calor y temperatura, logrando utilizar en el momento de reenfoque un modelo y un lenguaje que se acerca más al modelo aceptado científicamente, esto, gracias a la aplicación de la unidad didáctica, pues como dicen Yeo & Zadnik (2001), a medida que los estudiantes se exponen a más instrucciones, van cambiando sus concepciones hacia modelos más adecuados.

Cabe también señalar, que durante el momento de desubicación, en algunas respuestas, los estudiantes lograron utilizar el modelo cinético molecular, que acorde con Aguiar (1999) es de mayor aceptación científica, probablemente también por el constante acompañamiento del docente durante el desarrollo de la unidad didáctica; pero también es probable que durante el momento de reenfoque no se haya logrado ningún argumento a partir de este modelo por el diseño de las preguntas del instrumento de recolección de datos, donde se utilizaron preguntas que apuntaban más a la comprensión de los fenómenos desde una mirada macroscópica, mientras que el modelo cinético molecular se basa en una explicación desde una perspectiva submicroscópica.

Finalmente, los resultados muestran que los estudiantes avanzaron de manera proporcional en el fortalecimiento de los niveles de argumentación y el aprendizaje de los conceptos calor y temperatura, lo que permite establecer una relación entre estas dos categorías, ya, que en coherencia con lo que dice Jiménez-Aleixandre (2010) la argumentación es la capacidad de evaluar el conocimiento, y según Adúriz-Bravo (2017) cuando se habla de procesos argumentativos, estos se entienden como las razones que se dan para apoyar la idea de porque un fenómeno se subsume bajo un modelo explicativo; lo

que permite afirmar que el desarrollo de actividades que promueven la argumentación, logran promover a su vez el aprendizaje conceptual por parte de los estudiantes.

En resumen, los resultados obtenidos en el momento de ubicación y en el momento de reenfoque, han logrado demostrar un avance por parte de los estudiantes en torno a los niveles argumentativos y al aprendizaje de los conceptos calor y temperatura, luego de haberse aplicado la unidad didáctica; lo que finalmente muestra una relación proporcional entre estas dos categorías, y permite afirmar que es posible promover el aprendizaje conceptual en los estudiantes mediante la implementación de actividades que desarrollen los procesos argumentativos.

7 CONCLUSIONES

Partiendo de los resultados obtenidos y descritos en el capítulo anterior, es posible concluir de la investigación que:

- Los estudiantes de la media académica del programa de formación para adultos de la Normal Superior Miguel Ángel Álvarez, antes de desarrollar la unidad didáctica, presentaban algunos problemas para generar argumentos completos que tuvieran por lo menos afirmación, datos y garantías, ya que de acuerdo a los resultados encontrados en el momento de ubicación, en su mayoría hacían uso solo de los dos primeros elementos, y cuando alcanzaban a incluir la garantía, estas se alejaban del lenguaje científico o no tenían relación con los otros elementos. Adicional a esto, los modelos explicativos que tenían sobre calor y temperatura se acercaban más a las formas de explicación populares que a las concepciones científicas, ya que constantemente hacían uso indiscriminado de palabras como calor, frío, caliente, entre otras.
- La aplicación de una unidad didáctica basada en el análisis de situaciones cercanas a la población y el desarrollo de actividades prácticas de tipo predecir-observar-explicar-reflexionar, permitió que los estudiantes mejoraran tanto en los niveles argumentativos como en el modelo explicativo de calor y temperatura, ya que, durante el momento de reenfoque, en los argumentos generados, hubo mayor frecuencia en el uso de garantías, las cuales lograban un acercamiento científico más válido y una mayor consistencia lógica con los demás elementos, y el lenguaje utilizado dentro de las respuestas, demostró que los estudiantes alcanzaron una concepción más cercana a las nociones científicas.
- La mejoría que tuvieron los estudiantes con relación a los niveles argumentativos, se dio de manera proporcional al avance que lograron en los modelos explicativos de calor y temperatura, lo que indica que el desarrollo de la primera categoría posibilitó el progreso de la segunda, ya que dentro de los argumentos que elaboraron los estudiantes, tuvieron que hacer uso constante de los términos y conceptos trabajados, teniendo un mayor acercamiento a las nociones científicas de calor y temperatura en aquellos argumentos de mayor nivel.

8 RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta algunas dificultades identificadas en el proceso, se recomienda para futuras investigaciones:

- Diseñar para los momentos de ubicación y reenfoque, preguntas que permitan reconocer en los estudiantes las concepciones que tienen de calor y temperatura tanto desde una visión macroscópica como desde una visión submicroscópica, ya que de esta manera será más fácil identificar los modelos explicativos en que se encuentran, y más al considerar que el modelo aceptado en la actualidad tiene en cuenta ambas visiones.
- Incluir dentro de la unidad didáctica, una mayor cantidad de actividades que lleve a los estudiantes a construir argumentos desde diferentes lenguajes (visual, escrito y oral), ya que de esta manera, se generará un ambiente argumentativo que les exija presentar sus ideas en diferentes formas de representación, permitiéndoles mejorar sus argumentos y la relación que establecen entre las diferentes formas de presentar sus ideas.
- Al momento de trabajar el concepto de temperatura, incluir los principales sistemas de medida que existen de esta (grados Celcius, grados Fahrenheit y Kelvin), ya que al hacerlo, los estudiantes podrán comprender y analizar mejor ciertas situaciones de su entorno, como es el caso presentado en la pregunta 6 del momento de ubicación, relacionado con el almacenamiento de vacunas para su conservación teniendo en cuenta el intervalo de temperatura permitido.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz-Bravo, A. (2017). Pensar la enseñanza de las ciencias en términos de competencias. *Enseñanza de la física*, 21-31.
- Aguiar, O. (1999). Calor e temperatura no ensino fundamental: relações entre o ensino e a aprendizagem numa perspectiva construtivista. *Investigações em Ensino de Ciências*, 73-90.
- Becerra, F. (2005). Aprendizaje en colaboración mediado por simulación en computador. Efectos en el aprendizaje de procesos termodinámicos. *Revista de estudios sociales*, 13-26.
- Buitrago, A., Mejía, N. M., & Hernández, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación educativa*, 17-40.
- Camacho, J. P., & Pérez, R. (2005). La transposición didáctica de los conceptos calor y temperatura. *Enseñanza de las ciencias*.
- Campaner, G., & Longhi, A. L. (2007). La argumentación en educación ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Enseñanza de las ciencias*, 442-456.
- Domènech, J. (2013). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 249-262.
- Eirexas, F., Agraso, M. F., Jiménez-Aleixandre, M., & Díaz, J. (2005). Calidad en las justificaciones, uso de conceptos y consistencia entre datos e inferencias en la toma de decisiones. *Enseñanza de las ciencias*, 1-5.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science education*, 915-933.
- Flores, J., Caballero, M. C., & Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de investigación*, 75-111.
- Gómez, A. L.-B., & Hernández, A. S. (2010). Detección y clasificación de errores conceptuales en calor y temperatura. *Latin-American Journal of Physics Education*, 399-407.

- Herrera, M. (2016). Fortalecimiento de la argumentación mediante el desarrollo de prácticas de laboratorio en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química. La Plata - Huila: Universidad Autónoma de Manizales.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N., & Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 45-59.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo, A., & Duschl, R. (2000). Doing the lesson or doing science: Argument in high school genetics. *Science education*, 757-792.
- Leité, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências.
- López, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación . *Revista de educación*, 167-179.
- Lugo, J. (2009). Propuesta didáctica para propiciar el cambio conceptual sobre la diferencia entre calor y temperatura en estudiantes de segundo grado de educación secundaria. México.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). Estándares básicos de competencia. *Estándares básicos de competencia*. Colombia.
- Muñoz, F. Y. (2013). Enseñanza de los conceptos de calor y temperatura utilizando el experimento como herramienta del cambio conceptual. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional De Colombia.
- Oñate, R., & Sánchez, I. (2010). Resolución de problemas por investigación y su influencia en los trabajos prácticos de laboratorio en termodinámica. *Revista de pedagogía*, 307-329.
- Osorio, F. A., & Palma, E. A. (2018). Desarrollo de habilidades argumentativas y apropiación conceptual sobre la materia a través de los experimentos discrepantes en los estudiantes de grado sexto de la I.E. El placer. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.

- Romero, Á. E., & Aguilar, Y. (2013). *La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico: un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Toulmin, S. (2003). *Los usos de la argumentación*. (M. Morrás, & V. Pineda, Trads.) Barcelona: Península.
- Vanegas, W. J. (2015). La enseñanza de los conceptos de calor, temperatura y conservación de la energía a partir del funcionamiento de los colectores solares . Bogotá.
- Yeo, S., & Zadnik, M. (2001). Introductory thermal concept evaluation: assessing students' understanding. *The physics teacher*, 496-504.
- Young, H., & Freedman, R. (2013). *Física universitaria* (Décimo tercera ed., Vol. 1). México: Pearson.

10 ANEXOS
UNIDAD DIDÁCTICA: EXPERIMENTANDO CON EL CALOR Y LA
TEMPERATURA

Docente: Wilton Robeiro Arenas Londoño

MOMENTO DE UBICACIÓN

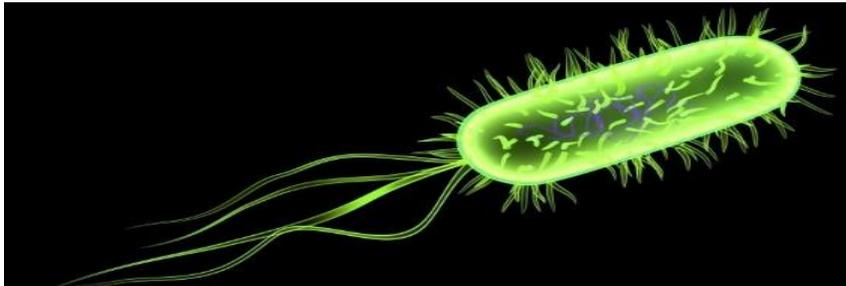
La siguiente actividad es de carácter investigativo y tiene como objetivo medir los niveles de argumentación en los que se encuentran y los conceptos de calor y temperatura que manejan ustedes como estudiantes. Lo ideal es que contesten de forma consciente a partir de lo que saben y conocen, en aquellos casos donde creen no saber la respuesta traten de dar una explicación lógica a lo que se pide.



1. Ximena, una niña de 12 años, entra a la cocina de su casa buscando algo de beber y por accidente voltea una paila donde su mamá estaba fritando carnes, ocasionando el derramamiento de aceite caliente sobre su brazo. Cuando su madre la ve con aquella quemadura le pone el brazo en agua fría. ¿Qué crees que pasa con la temperatura de la piel de Ximena al momento de caerle el aceite caliente y como ayuda el agua a disminuir las consecuencias de la quemadura?



2. En una noche, el hijo de María Eulalia se encontraba con una fiebre de 39.2°C . Su vecina le recomienda que le ponga trapos húmedos en las axilas y en la frente para que le baje un poquito la fiebre. ¿Cómo crees que pueden los trapos húmedos disminuir la temperatura corporal del hijo de María Eulalia?



3. La Escherichia coli es una bacteria que puede estar presente en el agua cruda, y si ésta logra entrar en el organismo puede producir enfermedades gastrointestinales. Si la escherichia coli no logra sobrevivir a temperaturas superiores a 50°C ¿Cuál crees que es la mejor forma de tratar el agua para no correr el riesgo de enfermarse por esta bacteria? Justifica tu respuesta.



4. Cuando una persona se expone a un clima demasiado frío, corre el riesgo de sufrir una hipotermia, donde la temperatura corporal desciende por debajo de los 35°C , y una de las técnicas usadas para controlarla es tomar bebidas calientes. Dibuja lo que crees que pasa en el cuerpo humano cuando se consume la bebida caliente y explica el dibujo.

Espacio para realizar el dibujo

Explicación del dibujo:



5. Para conservar el efecto inmunizante y protector de las vacunas, estas deben tener una temperatura que esté entre 2°C y 8°C . Un enfermero recibe la orden de guardar un lote de vacunas, pero el lugar donde las almacenan lo encuentra lleno, así que decide guardarlas en un congelador que enfría a una temperatura de -18°C . ¿Crees que la decisión del enfermero fue correcta? Justifica tu respuesta.

6. Si por el contrario, la decisión del enfermero al momento de guardar las vacunas es dejarlas sobre un estante, sabiendo que la temperatura de la habitación es de 19°C ¿Crees que la decisión fue correcta? Justifica tu respuesta.

MOMENTO DE DESUBICACIÓN

OBJETIVO:

Promover el uso de la argumentación mediante la presentación de informes de laboratorios y explicación de fenómenos relacionados con el calor y la temperatura.

Nota:

Antes de iniciar las actividades de la unidad didáctica, es necesario que los estudiantes conozcan los elementos del argumento así como los niveles de análisis de calidad de argumentación para que los apliquen en el desarrollo de la unidad.

ELEMENTOS DE LA ARGUMENTACIÓN

Es común que como estudiante te hayan hecho preguntas en las que te pidan explicar, argumentar o decir el porqué de lo que vas a responder. Cuando contestas a preguntas de este tipo, realizas procesos de argumentación, y estos son los que te ayudan a darle seguridad a la respuesta, teniendo la oportunidad de reevaluar el aporte en caso de que algo no sea coherente.

A continuación, verás cuales son los elementos que tiene un buen argumento, éstos, te servirán como herramienta para mejorar tus procesos.

Elemento	Descripción
Afirmación o conclusión	Es la afirmación con la que se expresa una opinión o se responde a una pregunta. Es el elemento principal de la argumentación.
Datos	Son los hechos o las pruebas que se utilizan para apoyar la conclusión, para demostrarla.
Garantías	Muestran y explican la relación que hay entre los datos y la conclusión.
Refutación o contraargumento	Aclara situaciones en que no se relacionan los datos con la conclusión.
Respaldo	Son conocimientos teóricos que ayudan a dar mayor fuerza al argumento.

Los argumentos no necesariamente deben tener todos los elementos, pero mientras más uso haga de los mismos, más credibilidad tendrá. A continuación, verás 5 niveles en que

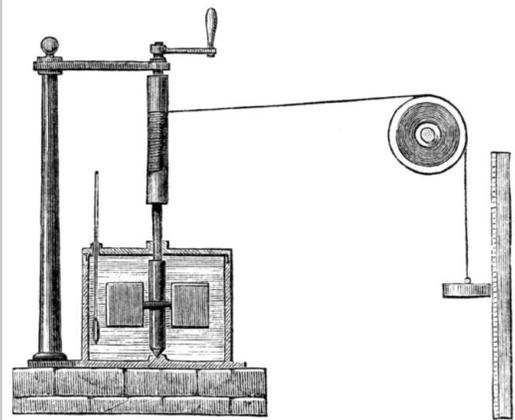
pueden clasificarse estos argumentos de acuerdo a los elementos que utilice, siendo el nivel 1 el de menor fuerza y el nivel 5 el de mayor fuerza.

Niveles de argumentación	Característica
Nivel 1	Solo tiene la afirmación.
Nivel 2	Tiene conclusión y datos.
Nivel 3	Tiene conclusión, datos y garantía.
Nivel 4	Tiene conclusión, datos, garantías y respaldo.
Nivel 5	Tiene conclusión, datos, garantías, respaldo y contraargumentos.

Sesión 1: relación entre calor y energía

1. En compañía del docente lee y analiza el siguiente texto.

A principios del siglo XIX, había logrado establecerse que el movimiento de los objetos era producido por la energía mecánica, pero no se habían logrado establecer los conceptos de calor y temperatura, sin embargo, ya se pensaba que existía una relación entre estos fenómenos, solo que no había prueba que lo demostrara. En este contexto, James Prescott Joule, realiza un experimento en el que un objeto pesado amarrado a una polea se deja caer, haciendo mover unas paletas dentro de un contenedor de agua.



Como resultado, logra observarse que el agua aumentaba su temperatura, por lo que logra concluirse que el calor es una forma de energía, ya que en la experiencia, la energía mecánica se transforma en energía térmica, debido a que el movimiento de las paletas que se da por la energía mecánica, genera un aumento de temperatura en el agua.

Luego de analizar el texto, trata de identificar cuáles son los elementos de la argumentación utilizados en los resultados que se dan del experimento de Joule y escríbelos en la siguiente tabla, después identifica el nivel en que puede clasificarse.

¿Cuál es la relación entre calor y energía mecánica?	
Conclusión.	
Datos	
Garantía	
Respaldo	
Contraargumento	
Nivel del argumento:	

2. De manera individual, o máximo con un compañero, lee y analiza el siguiente texto.



Luego de un largo viaje familiar, Pedro baja del auto y al tocar las llantas las siente muy calientes. Como no entiende lo que sucede, Pedro le pregunta a su padre ¿Por qué las llantas del auto están calientes? A esto, su Padre le explica que las llantas se encuentran así por el movimiento de estas en contacto con el suelo, ese movimiento hace que aumente la temperatura, debido a que la energía mecánica se transforma en energía térmica.

Luego de analizar el texto trata de identificar los elementos que se utilizan para argumentar porque se calientan llantas del auto después del viaje y escríbelos en la siguiente tabla. Finalmente menciona en qué nivel puede clasificarse el argumento.

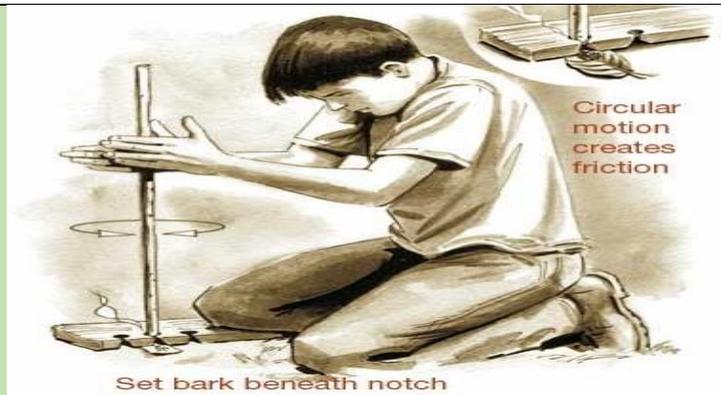
¿Por qué se calientan las llantas del auto?	
Conclusión.	
Datos	
Garantía	
Respaldo	

Contraargumento	
Nivel del argumento:	

3. Analiza las siguientes situaciones que se te presentan y trata de responderlas de manera argumentada teniendo en cuenta los elementos de la argumentación y la relación existente entre energía mecánica y energía térmica.



Ana y Carolina se encontraban de paseo donde su tía Gertrudis en el municipio de Yarumal. Una tarde, Gertrudis ve que sus sobrinas no soportaban el frío a pesar de las chaquetas que estaban utilizando, así que les propone salir a caminar un rato, de esta manera ya no sentirían tanto frío. ¿Crees que la solución que le propone Gertrudis a sus sobrinas va a funcionar? Justifica tu respuesta.



Camilo y Adrián se encuentran acampando, y cuando se estaba acercando la noche descubrieron que no llevaban fósforos para hacer la fogata. Camilo recuerda que en los programas de supervivencia que ha visto en Discovery, algunas personas cogen una tabla o un tronco seco, le hacen una muesca y sobre esta empiezan a frotar sin parar un palo de madera más duro. Adrián le dice que eso no va a funcionar, que son cosas que solo pasan en televisión ¿Crees que la técnica que propone Camilo puede servir para hacer fuego? Justifica tu respuesta.

Una vez se haya dado respuesta a los planteamientos, estas serán compartidas con los compañeros y con el docente para analizar los argumentos hechos y el nivel en que pueden clasificarse.

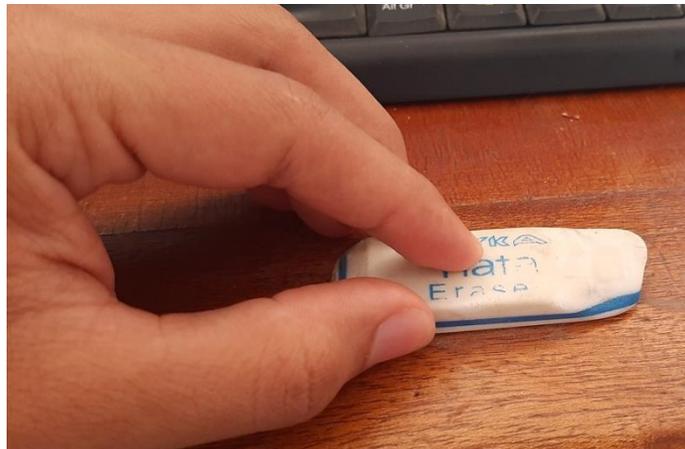
Sesión 2: actividad práctica

Materiales

Borrador de goma, superficie de madera.

A medida que avances en el desarrollo de la actividad práctica, completa la tabla que se presenta a continuación.

¿Qué puede suceder?	
¿Qué sucedió?	
¿Por qué sucedió?	



Procedimiento

Toma el borrador de goma y tócalo para sentir su temperatura. Luego, frótalo contra una mesa o cualquier otra superficie de madera durante 1 minuto. Cuando termines de frotarlo tócalo nuevamente y compara su temperatura con lo que sentiste antes de frotarlo.

Analiza

A partir de lo que observaste durante el procedimiento y teniendo en cuenta la explicación que diste a lo observado, genera un argumento a favor o en contra de la siguiente afirmación:

El movimiento entre dos objetos que se encuentran en contacto, genera un aumento de temperatura en los mismos, debido a la energía térmica que se transmite de un objeto a otro.

Espacio para generar el argumento.

Teniendo en cuenta la temática trabajada, lo que observaste durante la actividad práctica y la conclusión a la que llegaste, responde a las siguientes preguntas.



Rosmira, por su condición de sobrepeso, decidió comprar una caminadora eléctrica para hacer deporte desde su casa. Habiendo conseguido el equipo, empezó a realizar rutinas de 1 hora todos los días, en las que caminaba y trotaba, y siempre que acababa la rutina, notaba que la banda sobre la que realizaba el ejercicio terminaba con una temperatura mayor que la que tenía antes de empezar. Como era la primera vez que utilizaba este tipo de máquinas, pensó que el aumento de temperatura estaba dado por algún defecto del equipo, así que llamaría al almacén para llevarlo por garantía, sin embargo, su hijo que acostumbraba ir al gimnasio la convenció de que era algo normal

y que no había necesidad de llamar al almacén. ¿Podría considerarse normal el aumento de temperatura en las bandas de la caminadora? ¿Tenía razón el hijo de Rosmira? Justifica tu respuesta.



Ramiro empezó a trabajar en el consorcio encargado de la construcción del “túnel del toyo”. En el trabajo que debía realizar, tenía que hacer uso de un taladro saca núcleos, el cual sirve para perforar piezas de concreto o piedra, y extraer muestras de forma cilíndrica las cuales sirven para estudiar algunas características del concreto o del suelo. Con el tiempo, Ramiro se dio cuenta que su trabajo era mucho más lento que el de sus compañeros, además perdía mucho tiempo esperando a que la broca con que perforaba el concreto se enfriara para poder sacar la muestra. Al consultar con uno de sus superiores, le explicaron que la broca no podía sobrecalentarse, para evitar que se dañara y lograr un trabajo más eficiente. ¿Por qué la broca del taladro terminaba sobrecalentándose? ¿Cómo podía evitar Ramiro que esto sucediera mientras trabajaba? Justifica tu respuesta.



Sesión 3: la temperatura como medida de la energía cinética molecular

Observa el siguiente video y a partir de él responde las preguntas que se dan a continuación.

Link del video: <https://www.youtube.com/watch?v=44NIUndkQ1Q>

1. Al movimiento de las partículas que componen la materia se le conoce como energía cinética molecular. De acuerdo a lo que viste en el video ¿Cuál crees que es la relación que existe entre la energía cinética molecular y la temperatura? Explica tu respuesta.

2. ¿Crees que es posible que un objeto aumente su volumen cuando aumenta su temperatura? ¿Por qué? Ten en cuenta la información del video.

3. A partir de lo visto en el video ¿Cómo definirías la temperatura?

Luego de analizar el video y socializar las respuestas dadas a las preguntas anteriores, recuerda la actividad práctica hecha en la sesión anterior y responde a la siguiente pregunta.

Durante la actividad práctica de la sesión anterior, se frotó durante un tiempo un borrador contra la superficie de madera del escritorio. Como resultado, tanto el borrador como el escritorio aumentaron su temperatura. Trata de generar un argumento a favor o en contra de la afirmación que se estableció a partir del resultado obtenido en la actividad práctica, esta vez, teniendo en cuenta la teoría cinética molecular que se trabajó a partir del video.

Afirmación:

Por la fricción generada entre dos objetos en movimiento, se logra obtener un aumento de temperatura en los mismos.

Datos	Garantía	Respaldo	Contraargumento

Conclusión

Espacio para escribir el argumento

A partir de lo trabajado responde a los siguientes casos.

Caso 1



María fabrica figuras de chocolate para vender en el centro de la ciudad, llevándolas siempre en una bolsa plástica. Siempre que se acerca el medio día, especialmente en los días que más hace sol, María observa que sus figuras de chocolate se deforman, haciendo que sean más difíciles de vender. Por más que lo piensa, ella no entiende por qué sucede esto ni cómo puede solucionarlo ¿Cómo le explicarías a María por qué se derriten sus figuras de chocolate y qué solución le darías para que no le vuelva a pasar?

Caso 2



Carlos es ingeniero, y durante el invierno construyó un pequeño puente para facilitar el acceso a una población, pero cuando llegó el verano el puente se reventó y se cayó. Carlos revisó su diseño y descubrió que el error que había cometido fue pegar el puente directamente de la carretera, pues, cuando llegó el verano, este aumentó su tamaño y no resistió la presión de la carretera. ¿Cómo puedes explicar que el puente aumente su tamaño en verano y cuál es la solución que le darías a Carlos? ¿Por qué crees que esta solución puede funcionar?

Sesión 4: actividad práctica

Objetivo: Establecer la relación que existe entre la energía cinética molecular y el cambio de la temperatura en los cuerpos, mediante el desarrollo y explicación de la actividad práctica.

Materiales

Tres vasos transparentes (plásticos o resistentes al calor), termómetro, tinta o colorante, agua fría y agua caliente.

Lee el procedimiento y completa los siguientes cuadros.

Antes de realizar el procedimiento

¿Qué puede suceder?	Dibuja lo que puede suceder	Explica el dibujo
Vaso primero		
Vaso segundo		
Vaso tercero		

Después de realizar el procedimiento

¿Qué sucedió?	Dibuja lo que sucedió	Explica el dibujo
Vaso primero		
Vaso segundo		
Vaso tercero		

¿Por qué sucedió?

Procedimiento

Toma los tres vasos y ubícalos en fila. En el primer vaso vierte agua fría, en el segundo vaso mezcla agua fría con agua caliente y en el tercer vaso vierte agua lo más caliente posible. Seguidamente, mide la temperatura en cada uno de los vasos y regístrala en la siguiente tabla. Finalmente, vierte una o dos gotas de tinta o colorante en cada uno de los vasos y observa lo que pasa en cada uno de ellos.

Vaso	Temperatura del agua
Primero	
Segundo	
Tercero	

Habiendo completado el cuadro, analiza la siguiente afirmación y trata de generar un argumento a favor o en contra de esta. Para ello, primero debes determinar en la siguiente tabla cuales son los datos, la garantía, el respaldo, los contra argumentos y la conclusión que tienes, finalmente, vas a redactar el argumento en el espacio que se dispone, tratando de incluir todos los elementos que lograste determinar dentro de la tabla.

Afirmación: El aumento de la temperatura en el agua, aumenta también la velocidad con que se mueven las partículas que la componen.			
Datos	Garantía	Respaldo	Contraargumento

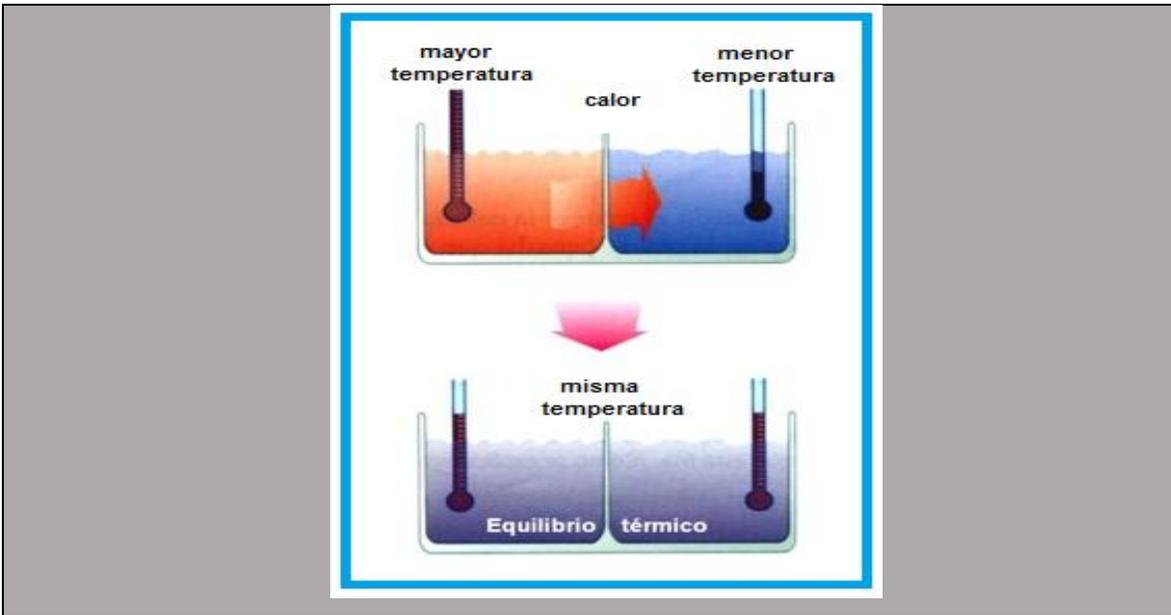
Conclusión			

Espacio para generar el argumento.

Sesión 5: equilibrio térmico

Para el desarrollo de esta actividad debes tener en cuenta la información que se da en el siguiente cuadro.

El equilibrio térmico es un fenómeno que se da siempre que se ponen en contacto dos cuerpos con diferente temperatura. En este fenómeno, el cuerpo con mayor temperatura le transfiere energía al cuerpo de menor temperatura, haciendo que el primero la disminuya y el segundo la aumente hasta que la temperatura de ambos cuerpos sea la misma. A este proceso de transferencia de energía dado en el equilibrio térmico se le llama **calor**.



Luego de que hayas leído el texto del recuadro anterior, analiza y responde de manera argumentada los casos que a continuación se te presentan.



1. Nancy dio a luz cuando solo tenía siete meses de embarazo. Los médicos le explicaron que el bebé era prematuro y por esta razón tendía a disminuir su temperatura corporal fácilmente, lo que ponía en peligro para su salud. Los médicos le recomendaron a Nancy que si esto llegaba a ocurrir debía poner al niño sobre su pecho ¿Qué crees que sucede cuando Nancy utiliza esta técnica? Argumenta tu respuesta.

Una vez se haya dado respuesta a esta primera situación, analízala y completa el siguiente cuadro, de modo que puedas evaluar tus propios resultados.

<p>¿Te sientes conforme con el argumento generado? ¿Por qué?</p>	
<p>¿Crees que el argumento responde adecuadamente a la pregunta hecha? ¿Por qué?</p>	
<p>¿Qué dificultades tuviste al momento de responder a la situación planteada?</p>	
<p>¿De qué manera crees que se puede mejorar el argumento hecho?</p>	



2. Alejandro se encontraba en una cafetería con su padre y dentro de las cosas que pidieron había un café caliente. Alejandro nota que el punto donde su padre había puesto el café se encontraba más caliente que el resto de la mesa, y en medio de la curiosidad le pregunta

a su padre ¿Por qué pasaba esto? Si fueras el padre de Alejandro ¿Cómo responderías a esa pregunta? ¿Qué argumento le darías?

Luego de haber dado respuesta a la segunda situación, cambia de hoja con un compañero para que este evalúe el argumento que hiciste.

<p>¿El argumento responde de manera adecuada a la situación planteada? ¿Por qué?</p>	
<p>¿Consideras que el argumento dado por tu compañero es completo y convincente? ¿Por qué?</p>	
<p>¿Qué recomendaciones le darías a tu compañero para que mejore su respuesta? ¿Por qué?</p>	

3. Lee la siguiente situación y procura responderla de manera argumentada

En el proceso de producción de la panela, luego de que se extrae el jugo de la caña, este se echa sobre una paila que constantemente recibe calor, con el fin de evaporar toda el agua y dejar solamente la miel. Una vez se ha evaporado toda el agua, la miel es sacada de la paila y pasada a un recipiente de madera donde se revuelve para homogenizarla y luego verterla en los moldes que le dan la forma a la panela. La última etapa de producción, desde que se saca la miel de la paila y se vierte en los moldes, tiene que hacerse muy rápido, debido a que la miel se va

endureciendo y es más difícil de moldear. ¿Cómo explicas el hecho de que la miel se empiece a endurecer luego de ser sacada de las pailas?



Afirmación o conclusión

Datos	Garantía	Respaldo	Contra argumento
-------	----------	----------	------------------

Espacio para generar el argumento

Evalúa la respuesta que diste a la situación planteada completando el siguiente cuadro.

¿Te sientes conforme con el argumento generado? ¿Por qué?	
¿Crees que el argumento responde adecuadamente a la	

pregunta hecha? ¿Por qué?	
¿Qué dificultades tuviste al momento de responder a la situación planteada?	
¿De qué manera crees que se puede mejorar el argumento hecho?	

Cambia de hoja con un compañero para que este evalúe el argumento que elaboraste.

¿El argumento responde de manera adecuada a la situación planteada? ¿Por qué?	
¿Consideras que el argumento dado por tu compañero es completo y convincente? ¿Por qué?	
¿Qué recomendaciones le darías a tu compañero para que mejore su respuesta? ¿Por qué?	

REENFOQUE

La siguiente actividad tiene como objetivo medir los avances que has logrado con el desarrollo de la unidad didáctica con relación a los conceptos calor y temperatura y los

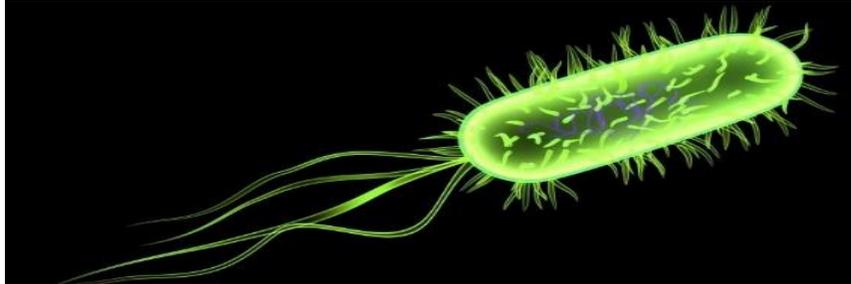
procesos de argumentación. Recuerda responderla de manera consciente y teniendo en cuenta todo lo que recién aprendiste.



1. Ximena, una niña de 12 años, entra a la cocina de su casa buscando algo de beber y por accidente voltea una paila donde su mamá estaba fritando carnes, ocasionando el derramamiento de aceite caliente sobre su brazo. Cuando su madre la ve con aquella quemadura le pone el brazo en agua fría. ¿Qué crees que pasa con la temperatura de la piel de Ximena al momento de caerle el aceite caliente y como ayuda el agua a disminuir las consecuencias de la quemadura?



2. En una noche, el hijo de María Eulalia se encontraba con una fiebre de 39.2°C. Su vecina le recomienda que le ponga trapos húmedos en las axilas y en la frente para que le baje un poquito la fiebre. ¿Cómo crees que pueden los trapos húmedos disminuir la temperatura corporal del hijo de María Eulalia?



3. La Escherichia Coli es una bacteria que puede estar presente en el agua cruda, y si ésta logra entrar en el organismo puede producir enfermedades gastrointestinales. Si la escherichia coli no logra sobrevivir a temperaturas superiores a 50°C ¿Cuál crees que es la mejor forma de tratar el agua para no correr el riesgo de enfermarse por esta bacteria? Justifica tu respuesta.



4. Cuando una persona se expone a un clima demasiado frío, corre el riesgo de sufrir una hipotermia, donde la temperatura corporal desciende por debajo de los 35°C, y una de las

técnicas usadas para controlarla es tomar bebidas calientes. Dibuja lo que crees que pasa en el cuerpo humano cuando se consume la bebida caliente y explica el dibujo.

Espacio para realizar el dibujo

Explicación del dibujo:



5. Para conservar el efecto inmunizante y protector de las vacunas, estas deben tener una temperatura que esté entre 2°C y 8°C . Un enfermero recibe la orden de guardar un lote de vacunas, pero el lugar donde las almacenan lo encuentra lleno, así que decide guardarlas en un congelador que enfría a una temperatura de -18°C . ¿Crees que la decisión del enfermero fue correcta? Justifica tu respuesta.

6. Si por el contrario, la decisión del enfermero al momento de guardar las vacunas es dejarlas sobre un estante, sabiendo que la temperatura de la habitación es de 19°C ¿Crees que la decisión fue correcta? Justifica tu respuesta.
