

**AMPLIACIÓN DE LA EXPERIENCIA: CARACTERIZANDO EL
COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LOS CUERPOS CON ESTUDIANTES DE
GRADO OCTAVO**

ESTEFANÍA GÓMEZ BRIÑEZ

DINA LUZ MORENO SÁNCHEZ

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS PARA EL NIVEL BÁSICO
BOGOTÁ D.C.**

2018

**AMPLIACIÓN DE LA EXPERIENCIA: CARACTERIZANDO EL
COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LOS CUERPOS CON ESTUDIANTES DE
GRADO OCTAVO**

ESTEFANÍA GÓMEZ BRIÑEZ

DINA LUZ MORENO SÁNCHEZ

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
DOCENCIA DE LAS CIENCIAS PARA EL NIVEL BÁSICO**

Asesor:

Profesora LILIANA TARAZONA VARGAS

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS PARA EL NIVEL BÁSICO
BOGOTÁ D.C.**

2018


Agradecimientos

Deseamos expresar nuestros agradecimientos a las personas que nos apoyaron, acompañaron, orientaron y motivaron en la construcción y desarrollo de este trabajo, ya que éste permitió cumplir un gran sueño.

A nuestra asesora, la profesora Liliana Tarazona Vargas, por su apoyo, su paciencia, por compartirnos su gran sabiduría como maestra, por su exigencia y compromiso dirigiendo este trabajo de grado, mil gracias.


A nuestras familias, principalmente a nuestros padres, madres y parejas, por su constante apoyo, por su amor incondicional, puesto que cada palabra que nos daban era un motivo para seguir adelante. Por su paciencia en cada dificultad, ya que nos comprendieron en los momentos en los que no pudimos compartir espacios por dedicarnos a nuestra formación y por animarnos a continuar, pues sin sus consejos no hubiera sido posible alcanzar este gran logro.

Finalmente, a nuestra compañera Yeimy Macana por brindarnos su gran amistad, por acompañarnos y colaborarnos en tan difícil proceso, por sus grandes y valiosos consejos.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Enciclopedia de la Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página IV de XI	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Ampliación de la experiencia: caracterizando el comportamiento térmico de los cuerpos con estudiantes de grado octavo
Autores	Gómez Briñez, Estefanía; Moreno Sánchez, Dina Luz
Director	Tarazona Vargas, Liliana
Publicación	Bogotá, Colombia 2018. 64p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	CALOR, CALOR ESPECÍFICO, AMPLIACIÓN DE LA EXPERIENCIA, EQUILIBRIO TÉRMICO Y SISTEMATIZACIÓN.

2. Descripción
<p>La presente investigación es un estudio alrededor de la ampliación de la experiencia de los estudiantes sobre los fenómenos asociados al calor y la temperatura. Particularmente se presenta el proceso de indagación y construcción de criterios que orienten el diseño de una propuesta de aula que les posibilite a los estudiantes ampliar su experiencia y caracterizar el comportamiento térmico de los cuerpos en los procesos de equilibración.</p> <p style="text-align: center;">Se abordan aspectos principales que se fundamentan en el trabajo de Joseph Black, de</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Enciclopedia de la Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página V de XI	


igual manera se hace referencia a algunos análisis que se han desarrollado sobre ello. Dentro de estos aspectos se destaca: Equilibrio térmico, la relación temperatura, calor y calor específico. Se concibe pertinente para la enseñanza de las ciencias reconocer y vincular la experiencia sensible del sujeto (estudiantes), ya que a través de ésta se logra coordinar acciones intencionadas sobre los objetos, establecer relaciones de inferencia que pueden ser representadas y comunicadas a otros. Con ello, acudir a diferentes lenguajes (representaciones) que den cuenta de la experiencia, y definir relaciones que enriquecen la experiencia, posibilita que en el aula se construya los fenómenos como objeto de estudio, en este caso el fenómeno de equilibrio térmico.

Estos se constituyeron en criterios para orientar la propuesta que se lleva al aula con estudiantes de grado octavo del Colegio Nuevo Gimnasio Los Ocobos. De la implementación y sistematización de la propuesta se destaca que a través de su experiencia lograron la construcción de nuevas maneras de describir y darle sentido a los fenómenos asociados al calor y la temperatura, por ejemplo: reconocen la importancia de los procesos de equilibración térmica para el estudio de los sistemas termodinámicos, además que la variación de temperatura en cada objeto es distinta, dependiendo de su tamaño y material.

3. Fuentes

Las fuentes bibliográficas que sustentan este trabajo son:

Alfonso, K., & Cárdenas, D. (2015). La convertibilidad como una categoría epistemológica

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Enciclopedia de la Pedagogía</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página VI de XI	

para el estudio de los fenómenos físicos (Tesis de maestría). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

Arca , M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). El desarrollo del proceso cognitivo como tarea de la educación. Barcelona, España: Ediciones Paidós.

Ayala, M., Malagón, J. & Romero, A. (1996). Newton, Black y Carnot y la relación calor-temperatura. Física y cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias, N° 3. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.


Ayala, M., Malagón, J. & Romero, A. (1998). El esquema equilibración-desequilibración y los procesos termodinámicos. Física y cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias, N° 4. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

Ayala, M., Malagón, J. & Sandoval, S. (2013). la actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. Praxis Filosófica, (36), 119-138.


Ayala, M., Malagón, J., Sandoval, S. & Tarazona, L. (octubre del 2006). El experimento en enseñanza de las ciencias como una forma de organizar y ampliar la experiencia. III Congreso Nacional de Enseñanza de la Física. Ibagué, Colombia.

Bausela, E. (2004). La docencia a través de la investigación–acción. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653). España.

Black, J. (1803/2015). Calor específico, calor latente, del vapor y la vaporización. (Traducción de originales) Física y cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias, N° 9. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional. P.P. 113-124

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Formación de educadores</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página VII de XI	

- Black, J. (1797/2015). Del calor en general. (Traducción de originales) Física y cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias, N° 9. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional. P.P. 124-132
- Candela, A., De la Riva, M., & Naranjo, G. (2014). ¿Qué crees que va a pasar? Las actividades experimentales en clases de ciencias. Colonia del Valle, México: Ediciones SM.
- Castillo, C., & Pedreros, R. (2013). Notas de termodinámica: organización de los fenómenos termodinámicos. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Colegio Interamericano. (2018). Guía didáctica IV de física de décimo. Bogotá, Colombia.
- Escobar, L. (octubre 2003). La sistematización de experiencias educativas. Expedición Pedagógica Nacional - ruta de Escuelas Normales. Colombia.
- Fornells, M. (2005). Solución de un problema cotidiano mediante un análisis termodinámico. Educación, Universidad de Costa Rica, vol.29 (num.1), 103-110.
- García, J., & Rentería, E. (julio-diciembre de 2013). Resolver problemas: una estrategia para el aprendizaje de la termodinámica. Revista Científica Guillermo de Ockham, Universidad de San Buenaventura Cali, vol.11(num.2), 117-134.
- Giancoli, D. (2007). Física 1, principios con aplicaciones, sexta edición. vol. 2. México: Pearson.
- Hertz, H. (1894). Los principios de la mecánica. En H. Hertz, Obras completas Tomo III (pág. 1). Leipzig, Alemania.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Enciclopedia de la Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página VIII de XI	

Hewitt, P. (2007). Física conceptual. decima edición. México: Pearson.

Jiménez, G. & Pedreros, R. (2016). El aula como sistema de relaciones (módulo de pedagogía 2) Bogota, Colombia: Universidad Pedagogica Nacional.

Larrosa, J & Skliar, C. (Comp.) (2011). Experiencia y alteridad en educación. Ed. FLACSO - Homo Sapiens, Rosario. P.P. 13 – 44.


Rueda, L., & Ortiz, Y. (2016). Qué y cómo enseñar cuando del calor estamos hablando: una reflexión en torno al sentido. Bogota, Colombia: Universidad Pedagogica Nacional.

Sánchez, J. (2016). Una reflexión sobre el principio de equivalencia de las transformaciones para la enseñanza de la termodinámica. Bogota, Colombia: Universidad Pedagogica Nacional.

4. Contenidos

El presente documento consta de cinco capítulos en los que se describe el desarrollo de la investigación. Un primer capítulo, *contextualización del problema*, en donde se presenta el contexto de la problemática que guía la investigación, se describen los objetivos, la importancia de la investigación, los antecedentes en los que se apoya y la metodología que la orienta.

En el segundo capítulo, *la caracterización térmica de los cuerpos*, se aborda el estudio del comportamiento térmico de los cuerpos, tomando como referente a Joseph Black. Con este trabajo se destacan las cualidades frio y caliente, como formas primeras de organizar la


 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Investigando la educación</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página IX de XI	

experiencia sensible y de hablar sobre el estado térmico de los cuerpos. Se realiza una fundamentación que permite determinar cómo el calor específico se constituye en una magnitud que permite diferenciar el comportamiento de los cuerpos en los procesos de equilibración térmica.

En el tercer capítulo se aborda *la ampliación de la experiencia*, como uno de los aspectos importantes en la enseñanza de las ciencias. Se enfatiza que a partir de ello los estudiantes construyen nuevas maneras de hablar del fenómeno en estudio y establece vínculos entre las situaciones que son llevadas al aula de clase y que pueden constituirse en nuevas experiencias. Los sujetos logran organizar tal experiencia de manera que pueden hablar sobre dicho fenómeno y construir conocimiento sobre él.

En el cuarto capítulo, *caracterizando el comportamiento térmico de los cuerpos*, se presenta el diseño de la propuesta de aula que se implementó con estudiantes de grado octavo del colegio Nuevo Gimnasio Los Ocobos. A partir de elementos derivados del estudio del trabajo de Black, se construyeron actividades con la intención de conocer las ideas asociadas al calor y la temperatura, en particular al comportamiento térmico de los cuerpos, y así mismo que los jóvenes a partir de estas prácticas ampliaran su experiencia en relación con los fenómenos térmicos.

Finalmente, en el capítulo cuarto, *conclusiones*, se describe las reflexiones realizadas por las investigadoras alrededor de la caracterización térmica de los cuerpos como objeto de estudio en la enseñanza de las ciencias y su relación con la ampliación de la experiencia de los

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Excellence in Education</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página X de XI	


sujetos, y cómo esto permitió en el espacio escolar propiciar un escenario para que los estudiantes expresaran sus ideas.

5. Metodología

Dado que el objetivo del trabajo es identificar criterios que orienten el diseño de una propuesta de aula que posibilite caracterizar el comportamiento térmico de los cuerpos y ampliar la experiencia de los estudiantes sobre los fenómenos asociados al calor y la temperatura, esta investigación se basa en la metodología de corte cualitativo. Particularmente se opta por una perspectiva de investigación–acción, ya que no solo se rastrea las problemáticas presentes en el aula de clases, sino que se propone formas de superarlas, poniendo en juego el papel del docente en estas prácticas, ya que a partir de ello se realiza reflexión de las mismas.

En esta perspectiva se vincula la sistematización de experiencias educativas. La sistematización se convierte en elemento pedagógico fundamental en este proceso de reflexión de la práctica docente, ya que con ella no se busca solamente reflexionar en cuanto al proceso de aprendizaje de los estudiantes, sino a una mirada crítica frente a la práctica como maestros, es decir permite construir conocimiento al docente y ampliar su experiencia educadora (Escobar, 2003).

Este trabajo de grado partió de la etapa de fundamentación que consiste en la recopilación, consulta y análisis de algunos textos para problematizar el concepto de calor y definir criterios para abordarlo en el aula como objeto de enseñanza. Se estudió el papel que


 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Investigando la Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página XI de XI	

juega la ampliación de la experiencia en la enseñanza de la termodinámica y se analizó una relación entre la actividad experimental y la ampliación de la experiencia. A partir de esta fundamentación, se diseñó una propuesta de aula que permitiera a los estudiantes hablar del comportamiento térmico de los cuerpos. Las situaciones que conforman esta propuesta están encaminadas a ampliar la experiencia de los sujetos por medio de la actividad experimental, en donde se fomente la caracterización de los cuerpos térmicamente teniendo en cuenta variables tales como la temperatura, tiempo y volumen y la comparación de estas entre diferentes sustancias. Por último, se sistematizó las construcciones logradas por los estudiantes.

6. Conclusiones

Las mayores reflexiones alcanzadas con la investigación son:


El trabajo que se presenta de Joseph Black permite identificar la relación entre calor y calor específico, además de la importancia de que por lo menos dos cuerpos estén interactuando para dar cuenta del comportamiento térmico de cada uno. Pues Black identifica que a pesar de que la cantidad de calor recibida o cedida por dos o más cuerpos que están interactuando térmicamente es el mismo, el efecto en cada uno es distinto, en relación al aumento o disminución de su temperatura, ya que cada cuerpo requiere una cantidad específica de calor para elevar o reducir ciertos grados de temperatura. Así pues, establece el calor específico como la magnitud que se refiere a la cantidad de calor que puede retener o liberar un cuerpo para alcanzar el equilibrio térmico dentro de un sistema. Además, la forma

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Formación de educadores</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página XII de XI	

como Black explica los procesos de equilibración térmica en términos del calor específico como magnitud, se ajusta a los modos sustancialistas de hablar del calor en el lenguaje común (“un cuerpo tiene calor”, “un cuerpo tiene más calor que otro”).

Así pues, retomar a Black permite considerar criterios que posibilitan generar dinámicas en el aula de clase que dan lugar a la ampliación de la experiencia. En primer lugar, Black se basa principalmente en la experiencia para la construcción de conocimiento y en el control de variables para definir el comportamiento térmico de los cuerpos. En segundo lugar, resalta la importancia de que para abordar al calor específico no se debe mirar solamente el concepto o la magnitud, aislado de los demás fenómenos, sino que se debe abordar todo el proceso que está implicado en el fenómeno de equilibrio térmico de los cuerpos.

Ahora bien, se evidenció que llevar actividades al aula, que permitan que los estudiantes puedan hacer uso de su experiencia sensible y el uso de instrumentos de medida para acercarse a los fenómenos térmicos y lograr hacer descripciones y conjeturas de lo que está ocurriendo, da lugar a que ellos logren ampliar su experiencia y construir magnitudes. Estas dos últimas son importantes para la enseñanza de las ciencias ya que permiten, en primera medida, que los estudiantes logren hacer formalizaciones alrededor de los fenómenos abordados en clase ya que al observar, analizar y organizar su experiencia el estudiante construye su propio conocimiento asignándole características propias a los fenómenos. Como segunda medida cabe resaltar que la construcción de magnitudes que construyen los estudiantes es importante ya que les permite, de alguna manera, evidenciar lo que está sucediendo cuando dos cuerpos

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Enciclopedia de la Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página XIII de XI	

están interactuando en un sistema.

Mediante la implementación de la propuesta de aula se logró evidenciar que los estudiantes al referirse al comportamiento térmico de los cuerpos, en primer lugar, rescatan la necesidad de que dos o más cuerpos interactúen para hablar de este comportamiento, pues no se puede dar características térmicas a un cuerpo por sí solo, aislado de todo. En segundo lugar, no lograron construir la magnitud que define la diferencia de variación de temperatura que presenta cada cuerpo cuando interactúan térmicamente, es decir logran dar la descripción de lo observado sin llegar a establecer relaciones de orden que permitan significar el calor específico como una magnitud. Sin embargo, resaltan la importancia de abordar el proceso de equilibración térmico de los cuerpos pues es desde allí donde se empieza a dar cuenta de los fenómenos térmicos, de tal modo que logran establecer ciertos criterios para que este proceso tenga lugar, por ejemplo: los cuerpos interactúan térmicamente cuando éstos están a diferente temperatura y entran en contacto, además, con esta interacción buscan igualar sus temperaturas, pero estas variaciones no son iguales, pues depende del tamaño y material. Los cuerpos estando en un lugar externo adquirirán la temperatura ambiente.

Elaborado por:	Gómez Briñez, Estefanía; Moreno Sánchez, Dina Luz
Revisado por:	Forero Díaz, Sandra Milena

Fecha de elaboración del Resumen:	29	11	2018
--	----	----	------

Contenido

Introducción	1
Capítulo I: Contextualización del problema	4
1.1. La enseñanza de la termodinámica y la experiencia en los libros de texto	4
1.2. La experiencia en la clase de física	7
1.3. Objetivos	10
1.3.1. Objetivo general	10
1.3.2. Objetivos específicos	10
1.4. Justificación.....	10
1.5. Antecedentes	13
1.5.1. La enseñanza de la termodinámica	13
1.5.2. La relación entre enseñanza de las ciencias y la ampliación de la experiencia	15
1.6. Referentes metodológicos	17
1.6.1. Perspectiva y enfoque metodológico	17
1.6.2. Etapas.....	19
1.6.3. Los estudiantes	20
Capítulo II: La ampliación de la experiencia	21
2.1. La ampliación de la experiencia en la enseñanza de las ciencias.....	22
2.2. El experimento: herramienta para ampliar la experiencia.....	24
Capítulo III: La caracterización térmica de los cuerpos	27
3.1. Acerca del calor.....	28
3.2. El calor específico	30
Capítulo IV: Caracterizando el comportamiento térmico de los cuerpos	37

4.1. Descripción de la propuesta de aula.....	37
4.2. Implementación y sistematización	44
Capítulo V: Reflexiones finales.....	61
Bibliografía	65

Índice de anexos

Anexo 1. En la piscina	68
Anexo 2. Los sentidos.....	71
Anexo 3. ¿Quién tiene la razón?	76
Anexo 4. Construyendo magnitudes	79

Índice de tablas

Tabla 1. Estructura de la propuesta de aula.	39
Tabla 2. Análisis de las descripciones del grupo 1.	45
Tabla 3. Análisis de las descripciones del grupo 3.	49
Tabla 4. Análisis de las descripciones del grupo 5.	54

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Etapas de la investigación.....	20
Ilustración 2. Experiencia 1: mezcla de agua (100°) – agua (150°)	32
Ilustración 3. Experiencia 2: mezcla de agua (100°) – mercurio (150°).....	32
Ilustración 4. Experiencia 3: mezcla de mercurio (100°) – agua (150°).....	33
Ilustración 5. Experiencia 4: mezcla de mercurio (100°) – agua (150°).....	34
Ilustración 6. Experiencia 5: tiempos de calentamiento del mercurio y del agua.....	35

Introducción

La presente investigación es un estudio alrededor de la ampliación de la experiencia de los estudiantes sobre los fenómenos asociados al calor y la temperatura. Particularmente se presenta el proceso de indagación y construcción de criterios que orienten el diseño de una propuesta de aula que les posibilite a los estudiantes ampliar su experiencia y caracterizar el comportamiento térmico de los cuerpos en los procesos de equilibración.

Se abordan aspectos principales que se fundamentan en el trabajo de Joseph Black, de igual manera se hace referencia a algunos análisis que se han desarrollado sobre ello. Dentro de estos aspectos se destaca: Equilibrio térmico y la relación temperatura, calor y calor específico. Se concibe pertinente para la enseñanza de las ciencias reconocer y vincular la experiencia sensible del sujeto (estudiantes), ya que a través de ésta se logra coordinar acciones intencionadas sobre los objetos, establecer relaciones de inferencia que pueden ser representadas y comunicadas a otros. Con ello, acudir a diferentes lenguajes (representaciones) que den cuenta de la experiencia, y definir relaciones que enriquecen la experiencia, posibilita que en el aula se construya los fenómenos como objeto de estudio, en este caso los fenómenos térmicos.

Estos se constituyeron en criterios para orientar la propuesta que se lleva al aula con estudiantes de grado octavo del Colegio Nuevo Gimnasio Los Ocobos. De la implementación y sistematización de la propuesta se destaca que a través de su experiencia lograron la construcción de nuevas maneras de describir y darle sentido a los fenómenos asociados al calor y la temperatura, por ejemplo: reconocen la importancia de los procesos de equilibrio térmico para el estudio de los sistemas termodinámicos, además que la variación de temperatura en cada objeto es distinta, dependiendo de su tamaño y material.

El texto consta de cinco capítulos, en el primer capítulo, *contextualización del problema*, se presenta la manera como generalmente se ubica la experiencia en la enseñanza de la termodinámica, se problematiza el papel que ésta tiene en la comprensión de los fenómenos térmicos. Cabe mencionar que se resalta una de las problemáticas encontradas, la enseñanza de la termodinámica ligada al uso de libros, módulos y unidades, es allí donde se presentan inconvenientes en la manera como abordan conceptos como el calor que simplemente se refieren a ecuaciones, por ejemplo la de calorimetría, esto permite que se produzca un obstáculo en los lenguajes cotidianos que los jóvenes utilizan en su diario vivir para referirse a los fenómenos térmicos, así mismo ello genera dificultades y confusiones entre algunos términos abordados en la termodinámica. De igual forma se describen los objetivos que se proponen en la investigación, los antecedentes tomados como referencia, la metodología que guía este trabajo de investigación y finalmente las etapas presentadas en el desarrollo de ésta.

En el segundo capítulo, *la caracterización térmica de los cuerpos*, se aborda el estudio del comportamiento térmico de los cuerpos, tomando como referente a Joseph Black. Este autor hace un trabajo pertinente con relación al calor y el calor específico, en sus artículos titulados *del calor en general* y *calor específico*¹. En este trabajo se destacan las cualidades frío y caliente, como formas primeras de organizar la experiencia sensible y de hablar sobre el estado térmico de los cuerpos. Se realiza una fundamentación que permite determinar cómo el calor específico se constituye en una magnitud que permite diferenciar el comportamiento de los cuerpos en los procesos de equilibración térmica.

¹ No se toman los escritos originales, sino las traducciones realizadas por el grupo de física y cultura de la Universidad Pedagógica Nacional.

En el tercer capítulo se aborda *la ampliación de la experiencia*, como uno de los aspectos importantes en la enseñanza de las ciencias. Se enfatiza que a partir de ello los estudiantes construyen nuevas maneras de hablar del fenómeno en estudio y establece vínculos entre las situaciones que son llevadas al aula de clase y que pueden constituirse en nuevas experiencias. Los sujetos logran organizar tal experiencia de manera que pueden hablar sobre dicho fenómeno y construir conocimiento sobre él.

En el cuarto capítulo, *caracterizando el comportamiento térmico de los cuerpos*, se presenta el diseño de la propuesta de aula que se implementó con estudiantes de grado octavo del colegio Nuevo Gimnasio Los Ocobos. A partir de elementos derivados del estudio del trabajo de Black, se construyeron actividades con la intención de conocer las ideas asociadas al calor y la temperatura, en particular al comportamiento térmico de los cuerpos, y así mismo que los jóvenes a partir de estas prácticas ampliaran su experiencia en relación con los fenómenos térmicos. Esta propuesta de aula consta de tres momentos: en busca de las ideas del calor, ampliando la experiencia y explorando las comprensiones. Con las actividades que se propusieron en cada momento se pretendía evidenciar nuevas formas de referirse térmicamente a los procesos y estados de los cuerpos, la influencia de las sensaciones para establecer el estado térmico de los cuerpos y finalmente el uso del termómetro como instrumento de medida.

Para terminar, en el quinto capítulo, *conclusiones*, se describe las reflexiones realizadas por las investigadoras alrededor de la caracterización térmica de los cuerpos como objeto de estudio en la enseñanza de las ciencias y su relación con la ampliación de la experiencia de los sujetos, y cómo esto permitió en el espacio escolar propiciar un escenario para que los estudiantes expresaran sus ideas.

Capítulo I: Contextualización del problema

En la práctica como docentes se ha observado que en la enseñanza de la física es necesario que se lleven al aula actividades en donde los estudiantes puedan interactuar con el fenómeno estudiado y más aún relacionarlo con sus propias experiencias (Candela, De la Riva & Naranjo, 2014). Es decir, contextualizar el fenómeno; esto con la intención de lograr un vínculo entre lo que se estudia en el aula y la experiencia de los sujetos. Sin embargo, la práctica docente está limitada por diferentes factores, uno de los más frecuentes es la restricción que se da por cumplir el programa de los colegios y más aún cuando se usan textos que se deben manejar al pie de la letra, en los que se da mayor importancia a los ejercicios matemáticos, uso de ecuaciones y despeje de variables, que a la experiencia misma. Otros factores están asociados a los supuestos que orientan a los profesores, como la idea de ciencia y de construcción de conocimiento, ya que estos, pueden limitar o ampliar la posibilidad que tienen los estudiantes de involucrarse en la construcción de explicaciones en el aula.

En este capítulo se ampliarán estos aspectos como parte del contexto desde el cual se formula el presente trabajo de grado.

1.1. La enseñanza de la termodinámica y la experiencia en los libros de texto

Para visualizar cómo se involucra la experiencia en la enseñanza de la termodinámica en la escuela, especialmente cuando se habla de calor y temperatura, se puede hacer una revisión sobre los textos usados por los docentes (módulos, unidades, libros, etc.) en cuanto al uso que se le da a la experiencia. Así, al hacer la revisión de los textos utilizados por las investigadoras en los planteles educativos, se observó que:

- En la *Guía didáctica IV de física de décimo* del Colegio Interamericano (2018) al referirse al concepto de calor se da énfasis a la ecuación de calorimetría, $Q = C_e m(T_f - T_i)$. Sin

embargo, se hace mención a la experiencia refiriéndose de esta manera: “La experiencia pone de manifiesto que la cantidad de calor tomada (o cedida) por un cuerpo es directamente proporcional a su masa y al aumento (o disminución) de temperatura que experimenta” (p. 14). Por lo tanto, se puede observar que el libro presenta una formalización muy general, en la que se omite la necesidad de pensar en dos cuerpos interactuando para hablar del calor. Como tampoco aclara en qué condiciones o qué debe ocurrir para que un cuerpo “ceda” o “tome” calor. Ahora bien, ¿qué características tiene la experiencia que menciona el libro?, ¿hace referencia a la experiencia de los estudiantes?, por otro lado, ¿la experiencia sensible es suficiente para relacionar las magnitudes que aquí se refieren: cantidad de calor, masa y aumento de temperatura? Es necesario hacerse estas y otras preguntas ya que realizar un proceso de formalización implica un grado de organización de la experiencia y del uso del lenguaje de tal manera que los chicos logren comunicar el vínculo entre variables.

- Por otro lado, el libro *Física conceptual* del autor Paul Hewitt (2007) explica el concepto de calor a través de experiencias que considera pertinentes para relacionar cada una de las características de este concepto con la experiencia sensible del estudiante. Por ejemplo, cuando se habla de la capacidad específica calorífica lo hace de la siguiente manera:

Es probable que ya hayas notado que algunos alimentos permanecen calientes mucho más tiempo que otros. Si sacas del tostador una rebanada de pan tostado y, al mismo tiempo, viertes sopa caliente en un tazón, luego de pocos minutos la sopa estará caliente y deliciosa, mientras que el pan se habrá enfriado considerablemente. Asimismo, si esperas un poco antes de comer una pieza de carne asada y una cucharada de puré de papa, que inicialmente tenían la misma temperatura, verás que la carne se enfrió más que el puré. (Hewitt, 2007, p. 294).

Así pues, podemos dar cuenta que en el anterior texto se resalta la importancia de la experiencia a partir de situaciones cotidianas, es allí donde el docente desde el aula debe intervenir proponiendo el desarrollo de tales situaciones y otras situaciones similares, para que no se quede como un simple enunciado, sino que el estudiante pueda dar cuenta de lo que pasa en cuanto a los fenómenos térmicos. Sin embargo, es necesario preguntarse ¿qué tipo de experiencias permiten organizar las sustancias en términos de su calor específico?, ¿cómo asignarle una magnitud o relacionar las variables que dan cuenta del equilibrio térmico? Es decir, se plantea la exigencia al docente que amplíe esta experiencia cotidiana.

• Por último, el libro *Física 1. Principios con aplicaciones* de Douglas Giancoli presenta en un primer momento cómo relacionar el concepto de calor con situaciones de la vida cotidiana de los sujetos, a saber:

Cuando hace frío, la ropa abrigadora actúa como aislante para reducir la pérdida de calor del cuerpo hacia el exterior mediante conducción y convección. La radiación del calor proveniente de una fogata caliente tanto al cuerpo como a la ropa. El calor también transfiere energía directamente mediante conducción de calor hacia los alimentos que se cocinan (Giancoli, 2007, p. 384).

Se puede evidenciar cómo el autor habla del calor desde eventos que pueden observar los sujetos, pero así mismo, habla con palabras más formales y propias de la física, obviando que el lector conoce la definición de las mismas, particularmente procesos de transferencia de calor y el vínculo del término calor al de energía. Sin embargo, lo hace en la parte introductoria del capítulo, es decir esto se muestra en un solo párrafo de la primera página, haciendo énfasis que de lo que se va a tratar sucede comúnmente en la naturaleza, pero en el desarrollo del capítulo sólo maneja conceptualizaciones y formalismos matemáticos olvidando la experiencia del sujeto.

Al hablar del calor específico, por ejemplo, menciona que existe una proporcionalidad entre el calor requerido para variar la temperatura de una cantidad de masa de cualquier material, en seguida presenta la ecuación $Q = mC_e\Delta T$ y una tabla de los valores específicos de diferentes materiales. Con ello se pretende que los estudiantes den por hecho que esto es así, es decir que reciban esta información como verdadera sin la posibilidad de cuestionarla, donde la intención última es realizar operaciones matemáticas sin comprender el fenómeno abordado.

Así pues, en estos tres casos se ve la necesidad de que los docentes cuestionen sobre el proceso de relacionar la experiencia de los estudiantes al estudio de los fenómenos térmicos. Sin que esta se convierta en la introducción, que luego pierde sentido o se deja a un lado, y el fenómeno termina siendo definido como ecuaciones y términos, que no surgen ni se logran vincular a la organización de la experiencia del estudiante.

1.2. La experiencia en la clase de física

Hablar de fenómenos físicos en el espacio escolar permite reconocer el lenguaje cotidiano de la comunidad estudiantil, y de esta manera identificar algunas dificultades que conllevan a confusiones a la hora de dar explicaciones a las situaciones de la vida diaria. Así pues, a partir de la experiencia docente de las investigadoras, se ha logrado evidenciar que en la enseñanza de la termodinámica se presentan dos grandes obstáculos:

El primer obstáculo tiene que ver con la forma como hablamos de los fenómenos, es decir los múltiples significados que en el lenguaje cotidiano se le atribuyen a términos que tienen un significado particular en la ciencia. Por ejemplo, para dar cuenta de los fenómenos térmicos se acude a un concepto tan complejo de explicar, y por ende de entender, como lo es el calor; sin embargo, esta palabra en la cotidianidad es usada frecuentemente y permite comunicar características de eventos asociados con temperaturas altas o al aumento de temperatura. ¿Cómo

otorgar sentido al significado del calor en la termodinámica? Es una pregunta que debería ser abordada por los docentes que intenten vincular la experiencia de los estudiantes a situaciones que están relacionadas con los fenómenos térmicos, de tal manera que los sujetos sean partícipes en la construcción de conocimiento, así pues, este conocimiento tenga un significado relevante para los estudiantes.

En segundo lugar, se considera un obstáculo que está relacionado directamente a la omisión de la experiencia del sujeto en la clase; específicamente, cuando se emprende en la clase de ciencias el abordaje de situaciones relacionadas con el mundo térmico que no se relacionan con las experiencias que han tenido o podrían tener los estudiantes. Por ejemplo, para hablar sobre la variación de la temperatura, se analiza cómo el agua aumenta o disminuye su temperatura según como lo indique el termómetro; el instrumento se presenta como una caja negra, que no se puede cuestionar y por tanto no se da la oportunidad de vincular la experiencia y las formas de hablar sobre ésta (frio o caliente), ni se da sentido al uso del termómetro y a su funcionamiento. Como señalan Castillo y Pedreros (2013),

Los fenómenos térmicos constituyen un campo del cual se tiene un gran conocimiento práctico que se pone de manifiesto en la organización de estos en la experiencia cotidiana. Es así, como basados en esta experiencia cotidiana, muchos de los cambios que se pueden detectar en las sustancias o los cuerpos, incluido el cuerpo humano, se suelen atribuir o asociar con lo térmico: la transformación de un alimento al ser cocinado, la transpiración de una persona en clima caliente, la transformación de una sustancia al ser quemada, la fusión del hielo o la fundición de un metal, la dilatación de un cuerpo al ser calentado, ejemplifican de alguna manera esta idea. (Castillo & Pedreros, 2013, pág. 7).

A partir de lo mencionado anteriormente surge la problemática de ¿cuáles situaciones de la vida cotidiana permiten hablar del calor en el aula de clases?, ¿cómo vincular la experiencia sensible de los estudiantes y cómo problematizarla?, ¿cuáles experiencias enriquecerían la manera como los estudiantes de grado octavo dan cuenta de los fenómenos térmicos? En este orden de ideas se busca encontrar elementos que permitan que el estudiante amplíe su experiencia vinculada a estos fenómenos.

Para el presente trabajo de grado se propone el calor específico como un elemento conceptual que implica la organización de la experiencia de los sujetos, particularmente de los estudiantes, alrededor del fenómeno de equilibrio térmico. En parte porque las formas cotidianas de referirse al calor involucran una mirada sustancialista del calor y a una capacidad que tienen los cuerpos para el calor; formas que en el trabajo de Joseph Black derivan en la organización de la experiencia y formalización de este concepto. Se parte de la consideración realizada por Ayala, Malagón y Romero (1996),

[Las] tendencias sustancialistas del calor, [presentes en los trabajos de Newton, Black y Carnot] permiten cuestionar la importancia y validez de esta manera de analizar tales elaboraciones y contribuye a aportar elementos para la elaboración de rutas de construcción de los fenómenos térmicos que, a la vez que reconozca las formas como ve y organiza el hombre común tales fenómenos, orienten a los estudiantes hacia la construcción de una teoría general de los procesos naturales (Ayala, Malagón y Romero, 1996, p. 71).

Con base a lo anterior surgen las siguientes preguntas: **¿Qué aspectos conceptuales y experimentales se deben tener en cuenta para construir una propuesta de aula que permita la ampliación de la experiencia de los estudiantes en relación con los fenómenos asociados**

al calor y la temperatura? Y a partir de la implementación de una propuesta con estas características es importante reconocer **¿cómo los estudiantes de grado octavo caracterizan el comportamiento térmico de los cuerpos?**; es decir **¿cuáles son las formas de hablar de los estudiantes respecto al comportamiento térmico de los cuerpos?**

1.3. Objetivos

En el proceso de indagación para dar respuesta a las preguntas problema, anteriormente mencionadas, se plantean los siguientes objetivos.

1.3.1. Objetivo general

Identificar criterios que orienten el diseño de una propuesta de aula que posibilite que los estudiantes de grado octavo caractericen el comportamiento térmico de los cuerpos y amplíen sus experiencias sobre los fenómenos asociados al calor y la temperatura.

1.3.2. Objetivos específicos

✓ Indagar referentes bibliográficos sobre la experiencia en la clase de ciencias, particularmente sobre propuestas que relacionen la ampliación de la experiencia y la enseñanza de los fenómenos térmicos.

✓ Identificar aspectos teóricos y experimentales para la conceptualización del calor específico que orienten la construcción de una propuesta de aula.

✓ Diseñar, implementar y sistematizar situaciones que permitan que los estudiantes de grado octavo den cuenta del comportamiento térmico de los cuerpos.

1.4. Justificación

Reconocer algunas maneras de hablar del mundo físico que vemos, que vivimos a diario, es un modo formal de organizar nuestra experiencia. Es decir, a partir de ello podemos construir un lenguaje que nos permite comunicar nuestras experiencias a los demás (Arcà, Guidoni &

Mazzoli, 1990). Es así, que el estudiante a la hora de contrastar y expresar sus ideas lo hace a partir de su conocimiento y experiencia; eso les permite de diferentes maneras hablar de los fenómenos naturales. Algunos investigadores han destacado la relación existente entre la experiencia, el lenguaje, y el conocimiento, y su vínculo en los procesos de enseñanza de las ciencias:

A partir del nivel de la experiencia, a través de un lenguaje hecho de palabras y de representaciones (y sin lenguaje no sería posible), se puede, por tanto, construir y controlar algo (a lo que llamamos conocimiento) desprendido tanto de la experiencia como del lenguaje; que no se identifica ni con el hecho individual ni con las palabras que lo describen; que es comunicable a otras personas, que se puede extender a otros hechos, modificar como consecuencia de otras experiencias, que puede ponerse de nuevo siempre en juego (Arcá, Guidoni & Mazzoli, 1990, p.28).

Por lo tanto, el conocimiento es resultado de la experiencia y de las formas de dar cuenta de ella a los demás. Esto implica considerar en la enseñanza de las ciencias, en primer lugar, que los estudiantes al entrar al aula de clase ya tienen explicaciones del mundo que los rodea, y por ello es necesario que el docente propicie condiciones que permitan ampliar la experiencia de los sujetos, de tal manera que logren distintas formas de describir y formalizar los fenómenos, algunas de éstas cercanas a la formalización de la ciencia.

Así mismo, los distintos lenguajes a los que acuden los jóvenes permiten identificar cómo están observando la realidad y de qué manera tienen una interacción con su entorno físico. Esto les permite tener diferentes maneras de pensar, de hablar y, lo más importante, de reunir cada uno de estos aspectos para crear una reflexión frente a la naturaleza.

“Un modo de hablar es un modo de vivir”. Y ésta es otra idea importante: es inútil (aun hablando del lenguaje y a la vez del pensamiento) tratar de modificar solamente los modos de hablar de las personas, porque éstos, que expresan modos de pensar, y que constituyen los modos de comunicarse con los otros, son espejo y base de los diversos modos de vivir. Por lo que es preciso llegar a incidir más sobre los modos de ver y sobre los modos de vivir, o por lo menos a cuestionarlos, que sobre los modos de hablar (Arcá, Guidoni & Mazzoli, 1990, p. 24).

Lo que plantean los autores es un llamado a los procesos de enseñanza, considerar los modos de hablar de los estudiantes no implica sólo ver si se ajusta o no al lenguaje de la ciencia, y promover esas formas de hablar del mundo. La enseñanza implica cuestionar lo que sucede en la naturaleza, desde los modos de verla y de vivirla, pues esta hace parte de la experiencia de cada uno de los sujetos. Esto implica generar condiciones en el aula para que el lenguaje utilizado y las ideas planteadas, a partir de los fenómenos que ocurren en el mundo físico, se reconozcan y se trabaje desde ellas para proporcionar otras formas de ver y vivir en el mundo.

Ahora bien, interactuar con el entorno físico permite conocer y comprender algunas características que constituyen a cada uno de los fenómenos, ya que los jóvenes al organizar la experiencia que adquieren con tal interacción pueden construir conocimiento de los eventos observados. Es por ello, que en este trabajo de investigación surge la necesidad de hablar de la caracterización del comportamiento térmico de los cuerpos a través de la experiencia de los estudiantes, que en principio es una experiencia ligado a lo sensorial, pero que será preciso ampliar, teniendo en cuenta que las descripciones de los fenómenos térmicos implican muchos conceptos, entre estos la temperatura y el calor, así como variables y parámetros a los que se acude para abordar los fenómenos térmicos.

Sobre la manera de considerar la experiencia de los estudiantes en el estudio de un fenómeno, Ayala, Malagón & Sandoval (2013) advierten:

En algunos casos se puede a partir de la experiencia sensible que los sujetos han organizado desde su relación con el mundo que los rodea, pero en otros casos se debe incluso construir esta experiencia sensible. En el caso de los fenómenos térmicos, por ejemplo, fijar algún punto de inicio en el que se hagan explícitos los modos de hablar de frío o caliente y las organizaciones que se han construido desde la relación de los sujetos con el mundo, ubica el campo fenomenológico de estudio, pero además las sucesivas acciones procuran dar cuenta de los efectos que se organizan, de las relaciones que se establecen o de las variables que se consideran, esto es, se construye un campo fenomenológico (Ayala, Malagón & Sandoval, 2013, p. 8).

Por lo tanto, hablar de la construcción de fenómenos térmicos implica la ampliación de un nuevo lenguaje que permite hablar de lo que está sucediendo en la naturaleza, implica la descripción de argumentos que le permite a los estudiantes explicar factores que se establecen a la hora de hablar del comportamiento térmico de los cuerpos.

1.5. Antecedentes

A propósito de los fundamentos en los cuales se sustenta esta investigación, es pertinente la revisión de algunas investigaciones acerca de la enseñanza de la termodinámica y algunas otras acerca de la relación entre enseñanza de las ciencias y la ampliación de la experiencia.

1.5.1. La enseñanza de la termodinámica

Las siguientes investigaciones permiten, en primer lugar, rastrear cuáles son las problemáticas y dificultades más comunes y generales que se presentan en el aula de clases cuando se abordan conceptos relacionados con el estudio de la termodinámica. En segundo lugar, evidenciar cómo

cada uno de los investigadores pone de relieve la enseñanza de un concepto y acuden a una metodología particular como alternativa para la solución de las problemáticas y dificultades.

La tesis de maestría titulada *Una reflexión sobre el principio de equivalencia de las transformaciones para la enseñanza de la termodinámica* (Sánchez, J; 2016), se centra en visibilizar cómo el análisis histórico del concepto de entropía afecta la imagen que tiene el profesor de ciencia, enseñanza e historia en su práctica docente. Por otro lado, presenta cómo es abordado este concepto en libros de texto, evidenciando que se da mayor importancia a una formalización matemática, obviando diferentes aspectos y, particularmente, no define el término entropía. Sin embargo, acuden a otras definiciones con el fin de precisar que existen diferentes formas de interpretar el fenómeno. Así pues, Sánchez propone un estudio histórico con el fin de que el docente amplíe su conocimiento, en donde logre conectar cada una de las teorías, las cuales fueron polémicas en su momento que necesitaron un trascender político, científico y social para ser válidos.

Ahora bien, alrededor de la enseñanza del concepto del calor, tema central en la presente investigación, se abordó el trabajo de maestría titulado *Qué y cómo enseñar cuando del calor estamos hablando: una reflexión en torno al sentido* (Rueda, L. & Ortiz, Y. 2016). En el cual se presenta una revisión documental sobre investigaciones acerca de la enseñanza del calor, por medio de la cual se evidenció que la mayoría de investigadores manejan la enseñanza del calor a manera de concepto y la dirigen hacia la sustitución de las ideas del estudiante, lo que lleva a que se presenten dificultades para el aprendizaje y comprensión de la ciencia que se les enseña. Además, existe una ausencia de sentido propio, es decir, no hay una articulación entre el qué, cómo y porqué de la enseñanza del calor. Por ello los autores proponen una estrategia en donde el estudiante es el actor principal, ya que no solamente sigue instrucciones, sino que se le permite

proponer actividades. Estas actividades estuvieron encaminadas en analizar y describir qué sucede térmicamente cuando se ponen a interactuar cuerpos con diferentes características, material, tamaño, forma, etc.

Se logra evidenciar cómo los autores realizan una reflexión en cuanto a las prácticas de enseñanza que son usadas generalmente, entre ellas la memorización de ecuaciones y el despeje de variables. Así pues, proponen una forma de llevar al aula la enseñanza de la termodinámica, en donde privilegian el análisis histórico y el uso de la experiencia de los estudiantes, respectivamente, para comprender algunos conceptos en particular. Para esta investigación, la parte histórica fue necesaria para realizar la fundamentación teórica, de tal modo que las investigadoras lograron tomar como referencia una visión en particular en cuanto a los fenómenos asociados al calor y la temperatura. Por otro lado, la experiencia resulta importante en la construcción de conocimiento, ya que al ser organizada el sujeto puede dar a conocer y expresar sus ideas de lo que está ocurriendo a su alrededor, sin embargo, en la presente investigación, no se buscó construir un concepto específico, sino ver los modos de hablar de los estudiantes y cómo a partir de la ampliación de la experiencia se construye conocimiento, y más aún, logran establecer variables y parámetros para construir magnitudes y proporcionalidades entre ellas.

1.5.2. La relación entre enseñanza de las ciencias y la ampliación de la experiencia

Las investigaciones, García y Rentería (2013) y Fornells (2005), muestran la importancia de acercar el estudiante a los fenómenos térmicos por medio de experiencias o experimentos, no solo presentar las formalizaciones teórico-matemáticas de los fenómenos en el aula de clase, con el fin de que exista un proceso de aprendizaje más eficaz y relevante en la enseñanza de la física, particularmente en la enseñanza de la termodinámica.

La investigación titulada *Resolver problemas: una estrategia para el aprendizaje de la termodinámica* (García, J. & Rentería, E. 2013), presenta los resultados obtenidos con dos grupos de estudiantes en cuanto el aprendizaje de los conceptos básicos de la termodinámica, usando en cada uno de ellos una metodología particular (tradicional y resolución de problemas usando la modelización experimental). Llegando a la conclusión que la resolución de problemas usando la modelización experimental presenta mejores resultados, ya que ésta permite la participación activa, la emisión de juicios, la reflexión y la construcción de conocimiento en todo el proceso, al acotarlos, emitir hipótesis y diseñar modelos experimentales para manipular las variables y comprobar dichas hipótesis en un proceso no lineal, de análisis, evaluación y diseño.

La investigación titulada *Solución de un problema cotidiano mediante un análisis termodinámico* (Fornells, M. 2005), propone que la enseñanza de las ciencias debe priorizar un aprendizaje que se realice a través de la experiencia, por ello, presenta el análisis de la elevación de un globo de goma lleno de helio, pues considera que se trata de un fenómeno cotidiano cuyo estudio científico ayuda a comprender toda una serie de conocimientos de la física que demasiadas veces los alumnos conocen solamente desde un punto de vista teórico y lleno de abstracción. Con ello no se pretende olvidar las formalizaciones matemáticas, sino que por lo contrario el propósito es poder comprender las proporcionalidades que se expresan en cada uno de los algoritmos matemáticos, por medio del análisis de una situación de la vida cotidiana que resulta mas significativa para el estudiante.

A manera de conclusion, en las anteriores investigaciones abordan la experiencia a partir de prácticas experimentales las cuales no son abstractas para el sujeto, es decir no están alejadas de su realidad, ya que buscan situaciones de la vida cotidiana que permitan a los jovenes acercarse al mundo fisico y cuestionarse por él, de tal manera que rastreen los fenomenos que se

hallan en cada situación y logren comprenderlos. Así pues, estos autores ligan la experiencia con los procesos de construcción de conocimiento, sin olvidar las formalizaciones matemáticas, es decir, no se limitan a la descripción o definición de un evento sino de comprender las relaciones entre las magnitudes involucradas.

1.6. Referentes metodológicos

En el presente apartado se describen los aspectos metodológicos que guían la investigación, es decir, desde qué perspectiva metodológica se enmarcó y desarrolló la investigación, las fases necesarias para el desarrollo de la misma y por último la descripción de la población en la que se implementó la propuesta de aula.

1.6.1. Perspectiva y enfoque metodológico

En esta investigación se parte de la revisión de algunos textos o fuentes primarias y se recogen elementos que permitan relacionar la ampliación de la experiencia con la enseñanza de la física. Particularmente se ha acudido a la revisión e interpretación de la perspectiva de Joseph Black en su estudio sobre el calor y el calor específico. Este abordaje permitió entablar una discusión con el autor frente a cómo se han venido pensando estos conceptos, de tal manera, que se puedan recontextualizar estas discusiones para nutrir y enriquecer las dinámicas docentes. Se acudió a este autor porque al establecer el calor como objeto de estudio, reconoce que los conceptos y definiciones no son estáticos, es decir están en constante cambio, ya que presenta en su texto diferentes formas de entender al calor y reconoce que esto se debe a las diferentes experiencias que tuvo cada sujeto al elaborar explicaciones de los fenómenos.

Por lo anterior, encontramos que Black es consecuente con nuestra búsqueda, pues él reconoce la experiencia como un aspecto importante en la construcción de conocimiento, en particular en la descripción de los eventos físicos que se presentan en el entorno. Por ello hace

uso de la actividad experimental como una herramienta que posibilita organizar la experiencia y cuestionarse por ella, puesto que se basa en la observación y el análisis de los fenómenos para determinar sus cualidades y particularidades. Permitiendo organizar y darle forma al campo fenomenológico; construyendo magnitudes que permitan organizar la experiencia y ampliarla. (Ayala, Malagón, Tarazona & Sandoval, 2006).

Por otro lado, dado que el objetivo del trabajo es identificar criterios que orienten el diseño de una propuesta de aula que posibilite caracterizar el comportamiento térmico de los cuerpos y ampliar la experiencia de los estudiantes sobre los fenómenos asociados al calor y la temperatura, esta investigación se basa en la metodología de corte cualitativo. Particularmente se opta por una perspectiva de investigación–acción, ya que no solo se rastrea las problemáticas presentes en el aula de clases, sino que se propone formas de superarlas, poniendo en juego el papel del docente en estas prácticas, ya que a partir de ello se realiza reflexión de las mismas,

La investigación–acción supone entender la enseñanza como un proceso de investigación, un proceso de continua búsqueda. Conlleva entender el oficio docente, integrando la reflexión y el trabajo intelectual en el análisis de las experiencias que se realizan, como un elemento esencial de lo que constituye la propia actividad educativa. Lo fundamental es la exploración reflexiva que el profesional hace de su propia práctica, la planifique y sea capaz de introducir mejoras progresivas (Bausela, 2004, p.1).

En esta perspectiva se vincula la sistematización de experiencias educativas. La sistematización se convierte en elemento pedagógico fundamental en este proceso de reflexión de la práctica docente, ya que con ella no se busca solamente reflexionar en cuanto al proceso de aprendizaje de los estudiantes, sino a una mirada crítica frente a la práctica como maestros, es decir permite construir conocimiento al docente y ampliar su experiencia educadora (Escobar, 2003).

1.6.2. Etapas

Este trabajo de grado partió de la etapa de fundamentación que consiste en la recopilación, consulta y análisis de algunos textos para problematizar el concepto de calor y definir criterios para abordarlo en el aula como objeto de enseñanza. Se estudió el papel que juega la ampliación de la experiencia en la enseñanza de la termodinámica y se analizó una relación entre la actividad experimental y la ampliación de la experiencia. A partir de esta fundamentación, se diseñó una propuesta de aula que permitiera a los estudiantes hablar del comportamiento térmico de los cuerpos. Las situaciones que conforman esta propuesta están encaminadas a ampliar la experiencia de los sujetos por medio de la actividad experimental, en donde se fomente la caracterización de los cuerpos térmicamente teniendo en cuenta variables tales como la temperatura, tiempo y volumen y la comparación de estas entre diferentes sustancias. Por último, se sistematizó las construcciones logradas por los estudiantes.

Vale la pena mencionar que las etapas anteriormente mencionadas no se desarrollaron de manera lineal o jerárquica, pues se concibe que la sistematización brinda nuevos elementos que permiten la fundamentación de la enseñanza de las ciencias desde la ampliación de la experiencia, elemento que incidirá en el discurso pedagógico de las investigadoras.

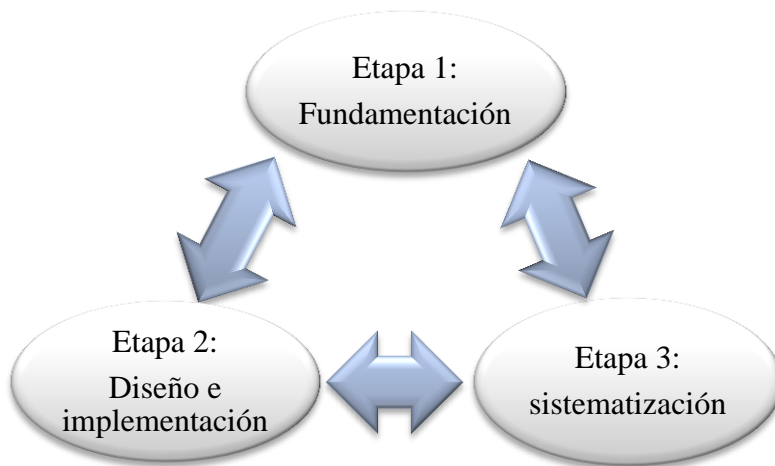


Ilustración 1. Etapas de la investigación (Fuente: elaboración propia).

1.6.3. Los estudiantes

La propuesta de aula se implementó en el colegio Nuevo Gimnasio los Ocobos, ubicado en el municipio de La Mesa, Cundinamarca. El colegio es de naturaleza privada, de carácter mixto y cuentan con niveles de educación preescolar, básica primaria, básica secundaria y educación media.

Particularmente, la propuesta se desarrolló con un grupo de 20 estudiantes de grado octavo, sus edades oscilan entre 13 y 15 años. A la mayoría de los estudiantes de este grupo les gusta participar, generar discusión en la clase y son capaces de sustentar su punto de vista y defenderlo. Pero así mismo, no se aferran a sus opiniones, sino que logran construir conocimiento a partir de dichos debates.

Capítulo II: La ampliación de la experiencia

En primer lugar, se resalta la importancia de la ampliación de la experiencia en la enseñanza de las ciencias, ya que a partir de la experiencia los sujetos logran construir ciertas perspectivas acerca de los fenómenos, que se constituyen en un primer momento de procesos de formalización, ya que se modifica los modos de hablar y de ver el mundo, que se vinculan a la explicación de ciertos fenómenos de la naturaleza.

Partir de la experiencia permite, de alguna manera, que el sujeto organice sus ideas y representaciones. De acuerdo con Larrosa y Skliar, la experiencia es un acontecimiento externo, el cual no puede estar previamente capturado o previamente apropiado por las palabras e ideas del sujeto, afecta la manera de pensar y de sentir, es decir transforma las palabras, los sentimientos y representaciones, además la experiencia es subjetiva, ya que esta es única y propia para cada persona (Larrosa & Skliar, 2011). Así pues, la manera como el sujeto interactúa con el entorno físico es lo que le permite que adquiera ciertas experiencias.

Son estas experiencias las que le permiten construir un nuevo conocimiento, sólo en tanto se realiza un ejercicio de representación de ella. Es decir, las formas de hablar y de poner en juego la experiencia para explicar situaciones actuales, se constituyen, según Arcà, Guidoni y Mazzoli (1990), en aspectos que posibilitan la construcción de conocimiento.

A partir del nivel de la experiencia, a través de un lenguaje hecho de palabras y de representaciones (y sin lenguaje no sería posible), se puede, por tanto, construir y controlar algo (a lo que llamamos conocimiento) desprendido tanto de la experiencia como del lenguaje; que no se identifica ni con el hecho individual ni con las palabras que lo describen; que es comunicable a otras personas, que se puede extender a otros hechos, modificar como consecuencia de otras experiencias,

que puede ponerse de nuevo siempre en juego. (Arcá, Guidoni & Mazzoli, 1990, p. 8).

Entonces, la experiencia juega un papel vital en la construcción de conocimiento, ya que les permite a los sujetos disponer de diferentes lenguajes que surgen a través de la organización de la experiencia, y en principio expresar y dar a conocer sus ideas construidas a partir de vivencias de la vida cotidiana, ello refleja el modo frecuente de hablar ya que todo esto reúne los conocimientos elaborados en la interacción entre el sujeto y el mundo que lo rodea.

En este orden de ideas, hablar de ampliación de la experiencia en la clase de ciencias, abarca diferentes formas de ver la comprensión de los fenómenos, es de alguna manera hacer que el sujeto reconozca distintas características que definen al mundo natural, así pues, la organización de experiencias y observaciones le permite describir, interpretar y construir diferentes maneras de hablar sobre los fenómenos.

2.1. La ampliación de la experiencia en la enseñanza de las ciencias

El papel de la enseñanza de las ciencias es, en primer lugar, dar la oportunidad de que los estudiantes amplíen su experiencia, a partir de situaciones oportunas en el aula de clases que permitan la coordinación de acciones intencionadas sobre los objetos de estudio, así como el análisis de un concepto, notación o fenómeno en particular. En segundo lugar, la enseñanza de las ciencias da la posibilidad a los sujetos de tener otras formas de comunicar su experiencia, es decir transformar o enseñar nuevas formas de representación, algoritmos, esquemas, modelos o palabras, con un significado para el sujeto en tanto le permita comunicar su experiencia.

Es así, que recurrir a la experiencia cotidiana de los sujetos y en particular a la relación con su entorno, les permite tener diversas experiencias y diferentes modos de hablar y de comunicar sus experiencias. Ahora bien, cuando se habla de lo térmico, se hace de una manera cualitativa a

partir de la experiencia sensible de los sujetos, frío o caliente. Ya que al abordar los fenómenos térmicos se describe, en primer lugar, los objetos que se encuentran en diferentes estados, frío o caliente, definidos a partir de la sensación que estos producen en el cuerpo de los sujetos, en segundo lugar, se observa el cambio de temperatura de los cuerpos cuando estos interactúan, dando lugar al equilibrio térmico. Lo anterior permite de alguna manera hacer un análisis del comportamiento térmico de los cuerpos.

Es allí donde la ampliación de la experiencia juega un papel importante en la construcción de conocimiento, ya que, como se mencionó anteriormente, el sujeto posee conocimientos a partir del mundo que lo rodea, es así que, el docente debe generar dinámicas con la intención, en primer lugar, que el estudiante interrogue tal experiencia para buscar regularidades, hacer inferencias y encontrar patrones. En segundo lugar, extender esa experiencia, donde no sólo es vivenciar nuevas situaciones, sino una forma particular de situaciones donde el control de variables es importante, es decir, establecer condiciones para que se den ciertos comportamientos y relaciones de orden y de proporcionalidad. En este orden de ideas, ampliar la experiencia es estar frente a situaciones que en la cotidianidad no ocurren frecuentemente o que pasan inadvertidas, pero que en el aula sí son posibles de organizar, en donde se generen condiciones que sean significativas para el sujeto de tal modo que le permitan establecer variables y parámetros para construir magnitudes y proporcionalidades entre ellas.

En este camino las magnitudes son una consecuencia de la organización de las cualidades desde las que se ha caracterizado el fenómeno. Se puede afirmar que se habla del fenómeno como se aparece ante una conciencia, en ese sentido comprender la fenomenología significa establecer algún tipo de relaciones y poner de presente que las cualidades no son en sí mismas, es decir, las cualidades son en tanto se trata de dar cuenta

de la forma como se entiende o comprende el fenómeno. (Ayala, Malagón & Sandoval, 2013, p. 14).

Es decir, las variables y magnitudes son formas de organizar y formalizar el mundo, una manera de dar lugar a dichas formalizaciones es el uso del experimento ya que con este se amplía la base fenomenológica y así mismo se da lugar a la organización de la experiencia.

2.2. El experimento: herramienta para ampliar la experiencia

En el espacio escolar es importante tener en cuenta la práctica experimental, ya que es una actividad fundamental en la enseñanza de las ciencias, en donde se relacionan elementos que conllevan al análisis y comprensión de los fenómenos. Así pues, el experimento se ha convertido en una herramienta imposible de desligar en la clase de ciencias, sin embargo, depende del papel que el docente le asigné al experimento, la forma de como éste intervine en los procesos de aprendizaje.

Visto de esta manera, se pueden rastrear tres roles que juega el experimento en el aula de clases, el experimento como demostrador de la ley, el experimento como parte del proceso que incide a la ley y el experimento como acción para ampliar y organizar la experiencia.

En los dos primeros casos, el experimento es realizado a partir del seguimiento de guías de laboratorio, donde los estudiantes deben seguirla paso a paso de tal manera que se lleguen a los resultados esperados, es decir a los indicados por la teoría (que generalmente son los presentados en los textos escolares). Es así, que no se permite a los estudiantes que cambien parámetros de tal manera que intervengan en la elaboración y construcción de conocimiento, en este orden de ideas, el experimento es visto como corroborador de la teoría.

Por otro lado, el experimento como acción para ampliar y organizar la experiencia, se entiende como una actividad intencional, en donde se privilegia la construcción de explicaciones

y comprensiones de los fenómenos, donde el sujeto es quien interviene directamente con el fenómeno, es decir es quien lo define, observa y analiza. Permitiendo así darle características y hablar sobre dicho fenómeno. Desde esta perspectiva se enmarca el presente trabajo de grado, ya que como lo mencionan Ayala, Malagón, Sandoval & Tarazona (2006),

El papel de las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias, va más allá de la verificación de las bases teóricas, en cuanto permiten: la ampliación de la base fenomenológica o de hechos de observación, el planteamiento de problemas conceptuales en torno a la organización de los fenómenos y la formalización de procesos de organización de la experiencia y de construcción de magnitudes y formas de medida. (Ayala, Malagón, Sandoval & Tarazona, 2006, p. 1)

En la ampliación de la base fenomenológica o de hechos de observación se hace una serie de consideraciones sobre las cualidades y las formas de organización que conectan los modos de hablar sobre el fenómeno, a partir de la realización de experiencias que permitan observar y definir algunas características de este. Por ejemplo, la organización de los fenómenos térmicos nos lleva a la reflexión sobre la experiencia cotidiana que tenemos en términos de las sensaciones de frío y caliente, donde no solamente se puede decidir cuándo algo está frío o caliente, sino que además se puede afirmar cual cuerpo está más frío o más caliente que otro, e igualmente saber que si se dejan dos cuerpos en contacto con diferentes sensaciones de temperatura al cabo de un tiempo se igualarán (Ayala, Malagón & Sandoval, 2013).

Por otro lado, el planteamiento de problemas conceptuales en torno a la organización de los fenómenos conlleva a decidir sobre qué preguntas se pueden formular para que los problemas a trabajar sean más significativos, ya que esto permite de alguna manera hacerse nuevas preguntas y construir una explicación sobre los fenómenos abordados.

Finalmente, para hablar de la formalización de procesos de organización de la experiencia y de construcción de magnitudes y formas de medida, se debe aclarar que la formalización es un proceso del pensamiento en donde el sujeto organiza su propia experiencia de tal modo que pueda establecer formas de actuar y pensar frente a algún evento con el fin de construir conocimiento. Ahora bien, la organización de cualidades, magnitudes y formas de medida son elementos técnicos para la realización de los experimentos, sin embargo, pueden llegar a ser considerados niveles de formalización en la medida en que intervienen en los procesos de organización de la experiencia (Ayala, Malagón, Sandoval & Tarazona, 2006).

Para terminar, el experimento es una herramienta importante en la enseñanza de las ciencias ya que permite la ampliación de la experiencia, porque con él se cuestionan los eventos observados, se manipulan y se analizan, con el fin de rastrear generalidades e inferir qué es lo que sucede en la naturaleza. Es decir, se transforma la experiencia dando lugar a nuevas explicaciones.

Capítulo III: La caracterización térmica de los cuerpos

En el presente capítulo se abordan los referentes que se consideran pertinentes para identificar los aspectos teóricos y experimentales que permitan la caracterización del comportamiento térmico de los cuerpos, para lo cual es necesario mencionar las formalizaciones alcanzadas por las autoras alrededor del concepto de calor y calor específico.

Vale la pena mencionar, que se toma como referentes los escritos elaborados por Joseph Black y así mismo algunos análisis que se han realizado sobre éstos. Además, no se tendrá en cuenta las situaciones en las cuales se presentan cambios de fase, ya que la materia y el calor tienen un comportamiento particular cuando existen estos procesos de cambios de fase. Puesto que, como mencionaremos más adelante, el efecto del calor sobre los cuerpos es la variación de su temperatura, pero en los cambios de fase el único efecto es cambiar el estado de la sustancia. Por ejemplo, cuando se habla de un cubo de hielo derritiéndose,

El hielo fundente recibe calor muy rápidamente, pero el único efecto de éste es transformarlo en agua, la que no es ni un ápice más caliente que el hielo. Un termómetro aplicado a las gotas o pequeñas corrientes de agua a la salida inmediata del hielo, acusará la misma temperatura que cuando se lo coloca directamente sobre el hielo (Black, 1803/2015, p. 121).

Ahora bien, se habla del calor específico ya que este nos permite definir las sensaciones térmicas al interactuar con los cuerpos, caliente y frío. Además, identificar algunas cualidades y analizar los procesos de equilibración térmica con la cual se logra estudiar el comportamiento de los cuerpos.

3.1. Acerca del calor

Si bien Black, en su texto sobre *el calor en general*, intenta dar una definición sobre éste a partir de lo que se ha dicho hasta entonces sobre el tema, él no toma una imagen sobre el calor como única y verdadera, sino que hace un análisis frente a los trabajos de otros autores y muestra, desde su punto de vista, cual es el más pertinente con el fin de explicar algunos de los fenómenos térmicos.

Sin embargo, manifiesta algunas particularidades acerca del calor, como lo es producir luz, electricidad y algunos efectos sobre los cuerpos, así como hace referencia a su origen, ya que menciona que el sol es la fuente principal del calor,

el calor tiene un origen evidente, o causa, en el sol y en los fuegos. El sol es evidentemente el principal y quizás finalmente, el único origen del calor difuso a través de este globo. Cuando el sol brilla, sentimos que este nos calienta, y no podemos equivocarnos al observar que además todo está caliente a nuestro alrededor (Black, 1797/2015, p.127).

Como es apreciable, Black reconoce en la experiencia cotidiana de los sujetos una herramienta que permite dar cuenta de estas particularidades, ya que con la experiencia sensible se logra hacer una primera aproximación a los fenómenos térmicos. Cuando el sujeto **interactúa** con los objetos que están a su alrededor logra establecer el **estado térmico** de estos, ya que cada objeto le produce una sensación, de frío o de calor, a través del sentido del tacto.

Vale la pena mencionar, que estos modos de hablar surgen a partir de la organización de la experiencia cotidiana del sujeto, es decir, es una primera forma de referirse al estado térmico de los cuerpos, sin dar cuenta de la temperatura de estos. Así pues, al organizar las sensaciones que produce al interactuar con distintos cuerpos, el sujeto logra dar cuenta y construir nuevos modos

de hablar del fenómeno de equilibrio térmico, pero así mismo adquiere nuevas experiencias y nuevas formas de comunicarlas. De allí, surge la temperatura como una magnitud que permite organizar esas sensaciones y poder dar cuenta de los estados térmicos de los cuerpos.

Sin embargo, puede ocurrir que a un mismo cuerpo se le asignen dos estados térmicos diferentes, esto sucede de acuerdo con la percepción que cada sujeto organice a través de su experiencia. Es decir, para un sujeto un cuerpo puede estar caliente, pero para un segundo sujeto este mismo cuerpo puede estar frío. Por ejemplo, si sobre una estufa se encuentra una olla con agua hirviendo, es posible que una persona que tenga las manos mojadas, frías, logre tomar la olla por que la siente a una temperatura más baja a comparación de una persona que intenta coger la olla teniendo sus manos a temperatura corporal. Con esto se puede concluir que el estado térmico de un cuerpo no depende sólo de éste, sino también del estado de la mano que lo toque.

todo cuerpo parece caliente al ser tocado si está más caliente que la mano y le comunica calor, y todo cuerpo que esté menos caliente que la mano y le saque calor de la mano que lo toca parece frío, o se dice que está frío. La sensación en algunos casos es agradable y en otros desagradable, de acuerdo a su intensidad y el estado de nuestros órganos; pero ésta procede siempre de la misma causa, la comunicación de calor desde otros cuerpos a nuestros órganos, o desde nuestros órganos a ellos (Black, 1797/2015, p. 128).

Cuando el calor se transmite de un cuerpo a otro, uno de los efectos que produce en ellos es la **variación de temperatura**, este cambio se da en los cuerpos que interactúan entre sí y sucede hasta que estos llegan al mismo grado de temperatura. Es decir, el flujo de calor existe hasta que se da una igualdad en la demanda del calor, ya que, desde el punto de vista de Black, el calor es una propiedad o condición de los cuerpos que se transmite espontáneamente de los cuerpos más

calientes a los más fríos, por ende, cuando el estado de los dos cuerpos interactuando es el mismo, el flujo del calor cesa.

Cabe señalar que este proceso tiene lugar en presencia de dos o más cuerpos, se le denomina **equilibración** y con él no es posible dar cuenta de la cantidad de calor contenido en cada cuerpo sino de las cantidades de calor que fluyen entre ellos (Ayala, Romero & Malagón, 1998). Sin embargo, Black aclara que en el equilibrio térmico no se equilibra la cantidad de calor contenida en los cuerpos, es decir, el calor no se distribuye equitativamente (las mismas proporciones) entre los cuerpos de tal manera que todos tengan la misma cantidad, lo que se equilibra es la fuerza o intensidad del calor sobre los cuerpos. Por ello cuando se trabaja con dos sustancias diferentes que se encuentran a diferentes temperaturas, a pesar de que al interactuar una de ellas recibe la misma cantidad de calor que la otra pierde, el efecto respecto al aumento o disminución de grados en cada una es diferente. Además, en el proceso de equilibración térmica los cuerpos que están interactuando se encuentran en diferentes estados térmicos, y como resultado final se obtiene el equilibrio térmico.

Teniendo en cuenta lo anterior, ¿Cómo es posible que el calor se distribuya entre diferentes cuerpos de tal manera que llegue a tener el efecto necesario sobre cada uno para que alcancen los mismos grados de temperatura? Black al describir sus experiencias aborda tal problemática y establece las condiciones que aseguren el flujo de la misma cantidad de calor en el proceso de equilibración térmica. A continuación, se describen las experiencias que Black propone y las reflexiones que realiza a partir de ellas.

3.2. El calor específico

Antes de describir las experiencias que Black retoma en el texto de *calor específico*, es prudente mencionar que para que los cuerpos interactúen térmicamente es necesario que estos se

encuentren a diferentes estados térmicos y, como se mencionó anteriormente, esta interacción permite que cada cuerpo absorba o pierda calor de tal modo que todos lleguen al equilibrio térmico. Ahora bien, cuando se encuentran afectados por causas externas todos los cuerpos llegaran a la temperatura del medio ambiente.

El termómetro puede ser utilizado como un indicador del equilibrio entre diferentes cuerpos. Al introducirlo consecutivamente en cuerpos que están en equilibrio éste no indicará aumento o disminución en el grado que el primero deo indicado en él. Sin embargo, en esta descripción, al igual que las realizadas por los estudiantes (como se verá en el siguientes capítulo), pareciera no tener en cuenta el termómetro como un cuerpo que participa en el proceso de equilibración térmica. Esto podrá cuestionarse con las magnitudes que Black considera necesarias para concebir el equilibrio y que están implicadas en los cuestionamientos sobre la distribución del calor en el proceso para llegar al equilibrio térmico: ¿qué tanto afecta el estado térmico del termómetro el estado de otro cuerpo con dimensiones mayores a éste?, ¿la marca en el termómetro es indicador del estado de equilibrio entre el termómetro y el cuerpo con el que interactúa?, ¿es posible dar cuenta del estado de un cuerpo? Las situaciones que analiza Black posibilitan argumentos para abordar estas preguntas.

En la primera situación (ver ilustración 2), se tiene la misma cantidad de agua en dos recipientes, pero cada una a diferentes grados de temperatura, 100° y 150° respectivamente, al mezclarlas y equilibrarse térmicamente la temperatura será 125° , es decir este es el promedio entre las temperaturas, ¿qué pasó con el estado térmico de cada cantidad de agua? En este caso una aumenta y la otra disminuye en la misma cantidad, 25 grados (Black, 1803/2015).

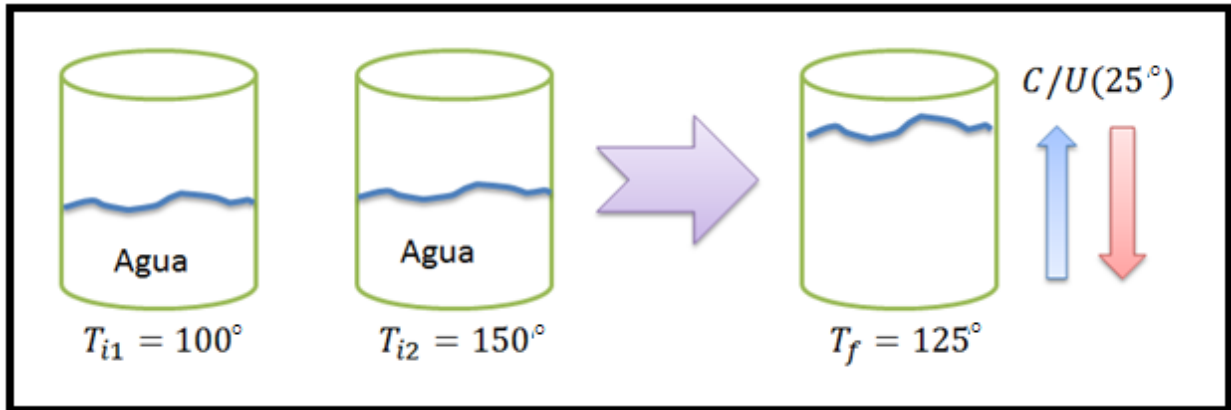


Ilustración 2. Experiencia 1: mezcla de agua (100°) – agua (150°) (fuente: elaboración propia)

Ahora bien, si la mezcla está compuesta por la misma cantidad de dos sustancias diferentes, agua y mercurio (ver ilustración 3), que inicialmente se encuentran a 100 y 150 grados de temperatura, respectivamente, Black reporta que la mezcla tendrá una temperatura, después de equilibrarse térmicamente, de 120 grados. En esta situación el agua aumentará 20° y el mercurio disminuirá 30° (Black, 1803/2015).

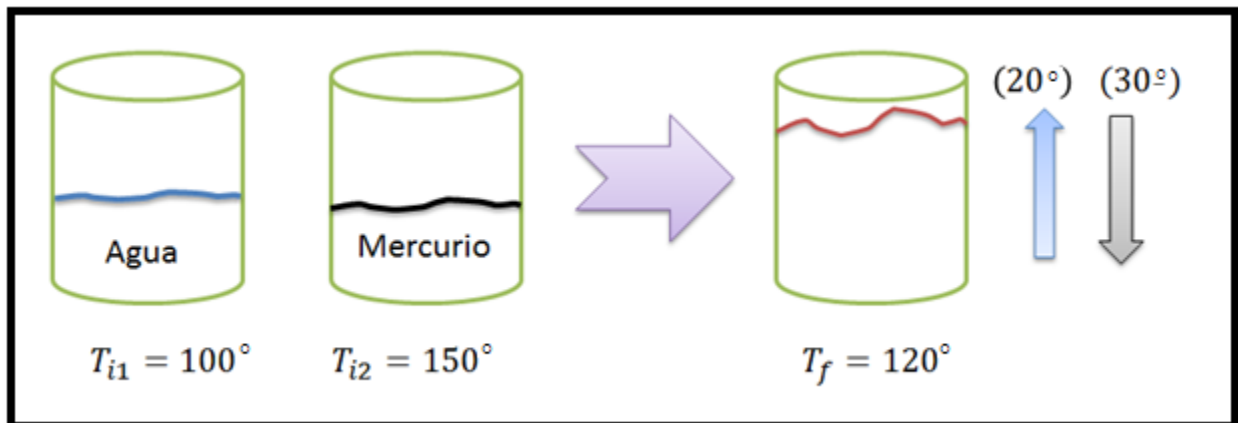


Ilustración 3. Experiencia 2: mezcla de agua (100°) – mercurio (150°) (fuente: elaboración propia)

Del mismo modo, si la sustancia que tiene una temperatura mayor es el agua, 150°, y el mercurio es el de menor temperatura, 100° (ver ilustración 4), y se mezclan la misma cantidad de cada sustancia, la temperatura de esta mezcla será de 130°. Es decir, en este caso el agua bajará 20 grados mientras que el mercurio subirá 30 grados (Black, 1803/2015).

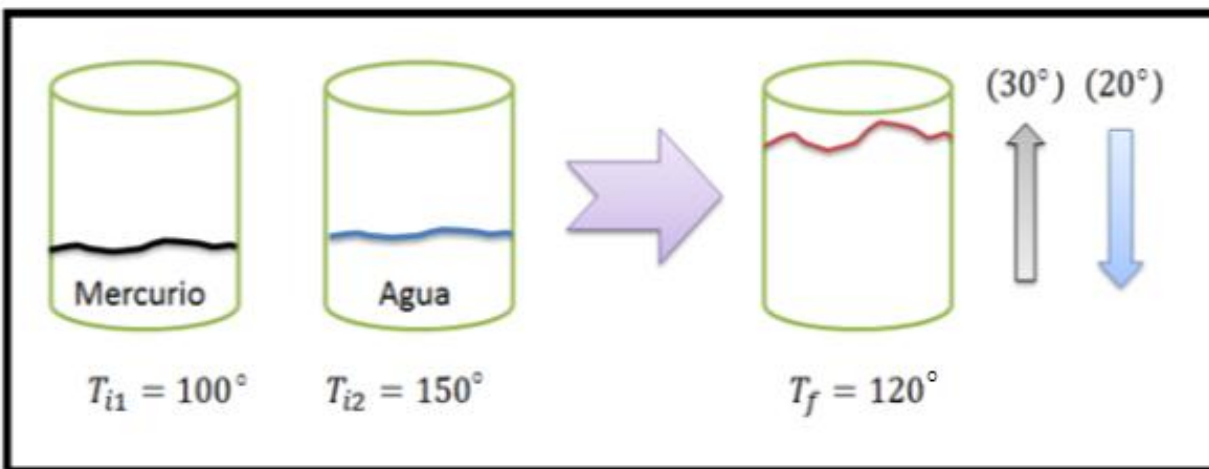


Ilustración 4. Experiencia 3: mezcla de mercurio (100°) – agua (150°) (fuente: elaboración propia)

Así pues, Black realiza un ejercicio de control de variables dejando constante la cantidad de sustancia, y analiza el promedio de temperaturas cuando se trabajan con la misma sustancia, que haría parte de un razonamiento inicial, sin embargo, se cuestiona al acudir a otra sustancia. Por ello, coordina acciones donde se presenta la situación de equilibrio que no implica el promedio, es decir la variación de temperatura de cada sustancia es diferente ya que la temperatura final de la mezcla muestra que la temperatura del agua varió menos que la del mercurio. Evidencia que aun intercambiando los valores iniciales de la temperatura del agua y del mercurio se obtiene los mismos resultados. Estas situaciones podrían considerarse como acciones que cuestionan la experiencia, de tal modo que la organización, en términos del control de variables, permita establecer, en una primera aproximación, a los criterios para hablar del comportamiento térmico de los cuerpos.

Otra situación que propone Black (ver ilustración 5), implica tomar la cantidad de sustancia como una variable a considerar:

Si se tienen 3 cantidades de mercurio por 2 de agua, a 100° y 150° respectivamente, el promedio de la mezcla será de 125°, es decir cada sustancia variará 25 grados (Black,

1803/2015). Black logra establecer una relación de proporcionalidad entre la cantidad de las sustancias, de tal manera que la temperatura de equilibrio sea el promedio de sus temperaturas, a partir de la organización de la experiencia obtenida en las dos anteriores situaciones. Ya que, con el análisis de la variación de temperatura, se evidenció que sin importar cual cuerpo sea el que tenga mayor o menor grado siempre, trabajando con temperaturas de 100° y 150° , el mercurio en la mezcla final varía 30° y el agua 20° . Estableciendo así las relaciones de 3 a 2 entre estas dos sustancias. A partir de estas consideraciones surge las preguntas: ¿cómo es que la cantidad de sustancia es un elemento que da cuenta del calor? Y más aún, ¿cómo esto permite hablar y caracterizar el comportamiento térmico de los cuerpos?

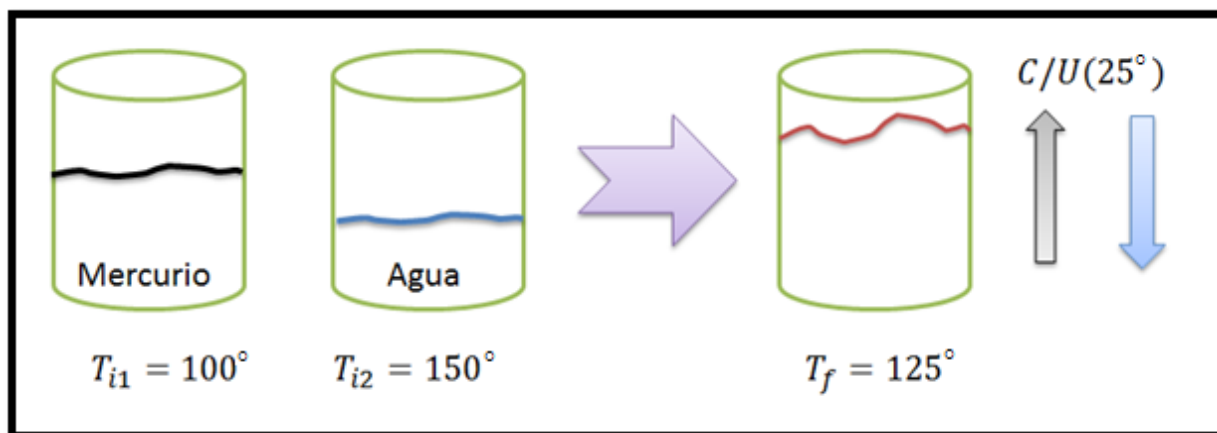


Ilustración 5. Experiencia 4: mezcla de mercurio (100°) – agua (150°) (fuente: elaboración propia)

Una última situación que presenta Black es: Se tiene la misma cantidad de mercurio y de agua, ambos a la misma temperatura, y colocadas a la misma distancia de una fuente de calor. Después de un determinado tiempo, el mercurio estará a una mayor temperatura que el agua, es decir el mercurio se calienta más rápido que el agua (ver ilustración 6). Del mismo modo, si ambas sustancias son colocadas frente a una corriente fría, el mercurio se enfriará más rápido que el agua (Black, 1803/2015).

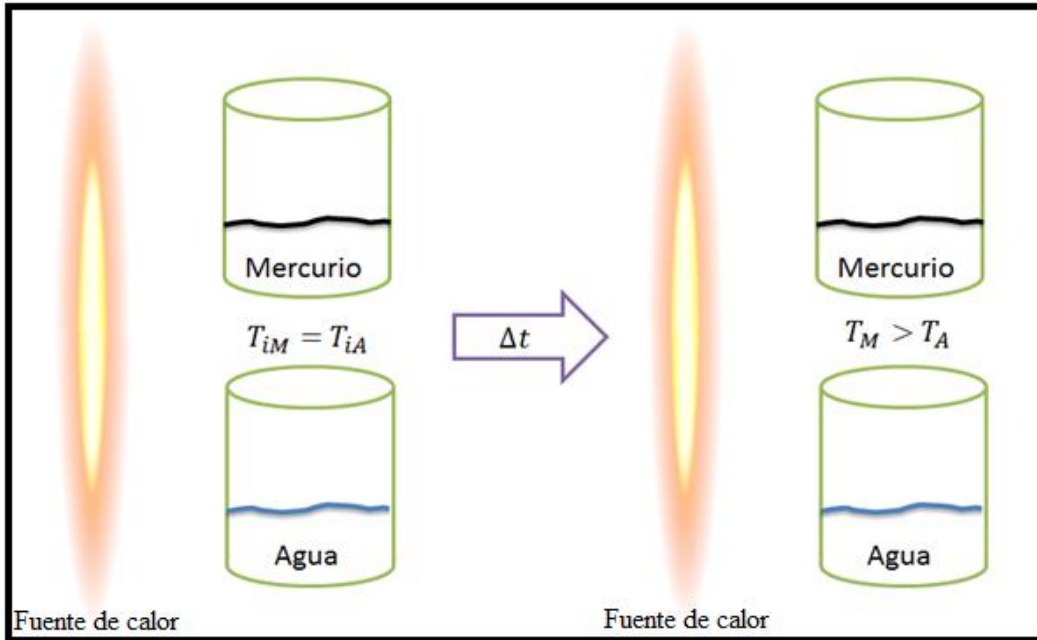


Ilustración 6. Experiencia 5: tiempos de calentamiento del mercurio y del agua (fuente: elaboración propia)

A partir de estas cinco experiencias, Black logra determinar que el efecto del calor sobre los cuerpos, respecto al aumento o disminución de grados, en cada sustancia es diferente, sin importar que la cantidad de calor cedida o absorbida en cada situación es la misma. De tal manera, se logra caracterizar el comportamiento del mercurio respecto al del agua, ya que hablar de lo térmico implica que por lo menos dos cuerpos estén interactuando, sin embargo, al interactuar estas dos sustancias el cambio de temperatura en cada una es diferente, entonces, los cuerpos tienen algunos comportamientos que dan cuenta de cómo actúan frente a la interacción térmica. Así, Black propone al calor específico como la magnitud que define tales comportamientos, ya que el calor específico es independiente de las cualidades y/o estados del cuerpo, es decir es única y propia, de tal manera que permite caracterizar el cuerpo térmicamente, es decir, darles identidad térmica a los cuerpos. En este orden de ideas el calor específico se determina al interactuar los cuerpos, es así como establece el calor específico del agua y del mercurio, es decir no por si solos sino por su interacción. Es allí que este concepto

aparece al momento de organizar la experiencia obtenida en la observación y análisis de los procesos de equilibración térmica entre sustancias.

En palabras de Black se puede decir que el calor específico se refiere a la cantidad de calor que puede atraer y retener un cuerpo, además establece que la cantidad recibida por cada uno no está en proporción de sus densidades, sino que cada uno requiere su propia cantidad de calor para elevar ciertos grados de temperatura, o reducirlos, para alcanzar el equilibrio térmico dentro de un sistema. Así pues, al llegar al equilibrio térmico cada cuerpo contiene cantidades de calor muy distintas (Black, 1803/2015). Entonces cuando un cuerpo requiere menos calor para variar un cierto número de grados su temperatura quiere decir que tiene menos capacidad para la materia del calor.

Finalmente, al hablar de los fenómenos térmicos es necesario considerar los cuerpos que se encuentran interactuando, es decir identificar y limitar el sistema estudiado, ya que el cuerpo por sí solo no da cuenta de su estado, es necesario que otro cuerpo, como lo es el termómetro, interactúe térmicamente de tal modo que se alcance el equilibrio térmico. Es así como se puede afirmar que los grados que marca el termómetro dan razón del equilibrio térmico entre el termómetro y el cuerpo con el que interactúa, es decir define el estado termodinámico, tanto del cuerpo como del termómetro, en el instante en el que se llega al equilibrio térmico. Así pues, siempre que dos o más cuerpos interactúen térmicamente, es decir se encuentren en un mismo sistema y estén a diferentes temperaturas, estos buscarán igualarlas de tal modo que todos presentarán variación de temperatura.

Capítulo IV: Caracterizando el comportamiento térmico de los cuerpos

El presente capítulo describe la propuesta de aula que se construyó a partir de las formalizaciones alcanzadas por las autoras. Se estudiaron fundamentos teóricos que permitieran determinar los aspectos necesarios para ampliar la experiencia de los estudiantes, de grado octavo del colegio Nuevo Gimnasio los Ocobos, con relación al fenómeno de equilibrio térmico, especialmente en la caracterización del comportamiento térmico de los cuerpos. Las situaciones que se propusieron se centran, principalmente, en términos como calor específico y equilibrio térmico, sin embargo, al aula no se lleva un concepto en particular, sino que se buscaba las diferentes formas de hablar de los estudiantes en cuanto a estos términos.

4.1. Descripción de la propuesta de aula

Para dar cuenta de los objetivos de la propuesta, se parte de reconocer la importancia de la relación que existe entre la experiencia del sujeto, en especial la experiencia sensible que los sujetos han organizado, desde su relación con el mundo que los rodea, y la construcción de explicaciones de los fenómenos asociados al calor y la temperatura. Tal como lo menciona Ayala, Malagón y Sandoval (2013) “un aspecto importante del proceso de construcción de un fenómeno o fenomenología, es que a su vez que el ámbito de la experiencia se transforma también se transforma el ámbito del lenguaje con el que es posible referirse a esa experiencia” (p. 8).

En este orden de ideas, se pensó en generar dinámicas en las que se privilegie lo visto en clase con sus actividades cotidianas, se propusieron algunas situaciones con el fin de ampliar la experiencia de los sujetos que permitan no solo determinar qué tan frío o caliente está un cuerpo, sino que se logre reconocer el comportamiento del mismo en la interacción con otros cuerpos que impliquen la variación de su temperatura, es allí donde la actividad experimental entra en

escena, ya que ayuda a la construcción de magnitudes que permitan organizar y ampliar la experiencia.

Desde el estudio del trabajo de Black se encontró que la organización de la experiencia alrededor de: las condiciones de equilibrio térmico, el reconocimiento de los grados de calor (la temperatura) como un indicativo de los efectos de la interacción térmica en el estado térmico de los cuerpos y el control de variables, permiten hablar del comportamiento térmico de los cuerpos asociándolo a una característica propia de cada uno, como es el calor específico. Estos elementos orientan las actividades que se planearon para trabajar con los estudiantes, esto con la pretensión que coordinaran su experiencia con las situaciones propuestas de manera que logran determinar las características de los cuerpos involucradas en el proceso de equilibrio, de tal modo que realicen formalizaciones alrededor del calor específico y establezcan algunas magnitudes implicadas.

Por último, se considera que el espacio escolar es una de las principales alternativas para la socialización y construcción de las ideas de los estudiantes acerca del mundo físico, ya que este ambiente se presta para que cada uno de los miembros de la comunidad educativa de a conocer sus diferentes ideas, frente a las situaciones que se presentan en el entorno físico con relación a los fenómenos. Por ello se propuso en cada una de las actividades que los estudiantes, desde su experiencia, describan lo ocurrido en cada situación y lo presenten ante sus compañeros, de tal modo que se visibilicen todos los puntos de vista y, a partir del diálogo, se logre llegar a un consenso, primero entre los grupos de trabajo y luego en un debate entre todos los miembros del curso.

En esta perspectiva, el aula deja de considerarse como un espacio físico y empieza a construirse en un sistema de relaciones sociales en donde las representaciones individuales

se expresan, se alteran y coexisten con otras; es decir, el aula es un sistema de relaciones que permite a quienes participan de ella expresarse, confrontarse, contrastarse enriquecerse y transformarse colectivamente (Jiménez & Pedreros, 2016, p.8)

A continuación, se presenta la estructura general de la propuesta de aula, los tres momentos que la guían, sus objetivos y las actividades que se desarrollan en cada uno de ellos.

Tabla 1. Estructura de la propuesta de aula.

Momento	Objetivo del momento	Actividad	Objetivo (investigación)	Objetivo (Estudiante)
En busca de las ideas del calor	Dar cuenta de las construcciones y experiencias que tienen hasta el momento los estudiantes acerca del calor y la temperatura.	En la piscina (Ver guía de trabajo en anexo 1)	Reconocer las descripciones que dan los estudiantes a una situación de su vida cotidiana asociada al calor y la temperatura.	Incentivar a los estudiantes para que empiecen a preguntarse por los fenómenos asociados al calor y la temperatura.
Ampliando la experiencia	Identificar situaciones y/o experimentos que permitan a los estudiantes construir explicaciones acerca del comportamiento térmico de los cuerpos.	Los sentidos (Ver guía de trabajo en anexo 2)	Identificar cómo los estudiantes describen un cuerpo térmicamente haciendo uso de sus sentidos.	Reconocer la importancia de interactuar con los cuerpos para así lograr caracterizarlos térmicamente.
		¿Quién tiene la razón? (Ver guía de trabajo en anexo 3)	Identificar lo que observan, analizan y explican los estudiantes al comparar su percepción térmica con las mediciones del termómetro.	Comparar la sensación térmica que un cuerpo le produce a su sentido del tacto con la medición de la temperatura de éste con el termómetro.
		Construyendo magnitudes	Observar cómo los estudiantes	Establecer las variables

		(Ver guía de trabajo en anexo 4)	interactúan, analizan y definen magnitudes en el proceso del cambio de temperatura de los cuerpos.	involucradas en el proceso del cambio de temperatura de los cuerpos.
Explorando las comprensiones	Distinguir las organizaciones elaboradas por los estudiantes acerca de las variables y magnitudes involucradas en el cambio de temperatura de los cuerpos.	Relatando las ideas	Observar las comprensiones e interrogantes que realizaron los chicos a partir de las actividades propuestas.	Retomar las actividades anteriores de tal manera que logren plasmar mediante un escrito las comprensiones e interrogantes elaboradas.

Fuente (elaboración propia)

Momento 1: En busca de las ideas del calor

El momento 1 se construye con la intención de conocer el lenguaje cotidiano y las ideas de los estudiantes en relación con los fenómenos térmicos a partir de una situación planteada. Esto con el fin de reconocer y dar cuenta de las ideas que construyen los estudiantes a partir de su experiencia en relación con los fenómenos asociados al calor. Este momento está compuesto por una sola actividad que se denomina **En la piscina**, la cual se describe a continuación.

Actividad 1: En la piscina

Esta actividad se realizará en forma de debate, el cual será guiado a partir de algunas preguntas sobre una situación de la vida cotidiana de los jóvenes que involucren la experiencia sensible, así pues, se escogió un evento que es cercano a ellos, como lo es estar frente a los sucesos que ocurren en un día caluroso en una piscina. Ahora bien, esta actividad es una situación hipotética donde se establecerá qué pasa en cuanto a lo térmico a los cuerpos y sustancias que se encuentran allí, teniendo como actor principal a Sara, con esto se pretende observar qué cuerpos

y cómo interactúan con ella, estableciendo cómo afectan su estado térmico. Como es una situación la cual ellos ya han experimentado, por lo tanto, deberán hablar desde los conocimientos que han elaborado a partir de su experiencia, esto permitirá reconocer el lenguaje cotidiano y las ideas frente al calor como fenómeno de la naturaleza.

Así pues, es necesario involucrar la experiencia de los estudiantes en prácticas relacionadas a sensaciones de frío y calor que han experimentado, ya que esto les permite en primera instancia construir una primera organización para hablar del estado térmico de los cuerpos. A partir de ello, se pretende que se expliciten cómo las expresiones de “frío” y “calor” dan cuenta de las situaciones relacionadas con la interacción entre nuestro cuerpo y otros objetos.

Momento 2: Ampliando la experiencia

Este momento se construyó con el fin de reconocer algunos escenarios que permitan que los estudiantes puedan caracterizar el comportamiento térmico de los cuerpos y más aún que logren construir magnitudes y relaciones entre éstas, de tal manera que se logre construir una noción sobre el calor específico de los cuerpos. Es decir, lograr ampliar la experiencia de los estudiantes, en cuanto a los fenómenos asociados al calor y la temperatura, implica posibilitar que ellos se enfrenten a distintas situaciones que los lleve a explicitar sus modos de hablar sobre lo térmico y con ello construir nuevas representaciones y descripciones. Además, poner en diálogo tales expresiones con las de otros, implica cuestionar la organización de la experiencia que se tiene, abriendo la posibilidad de nuevas comprensiones.

Las actividades que componen este momento son tres, **Los sentidos**, **¿Quién tiene la razón?** y **Construyendo magnitudes**. Estas actividades se realizarán en grupos de cuatro personas.

Actividad 2: Los sentidos

Esta actividad se divide en dos etapas; la primera, consiste en presentar varios objetos hechos con diferentes materiales (cemento, metal, tela, madera y cartón), se les pide a los estudiantes, en primer lugar, que describan los objetos, con el fin de ver si los estudiantes al describirlos tienen en cuenta las características térmicas. Posteriormente, deben tocar cada uno de los objetos y realizar una organización de ellos según la sensación térmica que les produzca. Esta actividad se realiza en dos ambientes diferentes, que dadas las condiciones arquitectónicas de las aulas una está a una mayor temperatura que la otra. Con esta actividad se pretende que los estudiantes evidencien que a pesar de que los cuerpos se encuentran en un mismo ambiente la sensación térmica será distinta y que ésta varía según el lugar en donde se encuentre cada uno de los objetos, es decir depende de las características propias del cuerpo y de las particularidades del entorno en donde éste se encuentra.

La segunda etapa, consiste en tocar un vaso metálico que debe estar siempre a la misma temperatura (caliente), pero se les pedirá a los estudiantes que lo toquen con las manos a diferentes temperaturas, a temperatura ambiente, caliente y frío. Esto con el fin, que ellos puedan reconocer que la sensación térmica que produce un cuerpo en nuestras manos no sólo depende del estado térmico de éste, sino también del estado térmico de las manos, es decir que evidencien que debe existir una interacción de dos cuerpos para poder hablar de lo térmico.

Actividad 3: ¿Quién tiene la razón?

Esta actividad se pensó de tal manera que permita a los estudiantes comparar las percepciones térmicas de su sentido del tacto con la medición de un termómetro. La situación que se propone es tener agua a la misma temperatura (caliente) en varios recipientes de diferentes materiales (vidrio, icopor, porcelana, plástico y aluminio). Simultáneamente, deben tocar el exterior del recipiente y medir la temperatura del agua con un termómetro. Esto con la intención de verificar

si sus sensaciones térmicas corresponden con la medición del termómetro, si no es así, determinar cuál de estas dos dan cuenta del estado térmico de los cuerpos. Además, observar qué papel se le asignan al termómetro: como un elemento dentro del sistema, es decir un cuerpo que interactúa térmicamente y hace parte del proceso de equilibrio térmico; o si se concibe como un cuerpo aislado que no altera la temperatura del sistema.

Actividad 4: Construyendo magnitudes

En esta actividad se pondrán a interactuar dos volúmenes iguales de agua y alcohol, cada una a diferente temperatura. Se deberá comparar cómo varió la temperatura en cada una de las sustancias y determinar qué factores influyen en estos cambios. En un segundo momento, estas dos sustancias deben estar a la misma temperatura (caliente) y se ubican frente a una corriente de aire constante. En este caso se medirán y compararán los tiempos de enfriamiento. Esto con el fin de que los estudiantes relacionen las magnitudes involucradas con el proceso de equilibrio térmico, de tal modo que le aporte criterios para la significación del calor específico de los cuerpos. En ambas actividades se le solicita a cada grupo que registren los grados marcados en el termómetro, esto con la intención de evidenciar algunas diferencias en las variaciones de temperatura en cada sustancia, ya que el registro es una forma intencionada de organizar la experiencia y una manera de hablar sobre ella.

Momento 3: Explorando las comprensiones

Este momento, el cual está compuesto por una sola actividad, se propone con el fin de establecer las comprensiones e interrogantes que se plantearon los estudiantes acerca de los fenómenos asociados al calor y la temperatura a partir del análisis y retroalimentación de las actividades anteriores.

Actividad 5: Relatando las ideas

En esta actividad los estudiantes, en los mismos grupos en los que trabajaron en las actividades anteriores, realizaron un escrito en donde plasmaron detalladamente las descripciones de los eventos observados, así mismo, expresaron los cuestionamientos que tienen sobre éstos.

Teniendo en cuenta que las actividades estaban encaminadas a ampliar la experiencia de los estudiantes en cuanto a los fenómenos asociados al calor y la temperatura, permitiendo que el estudiante organice su propia experiencia de tal modo que pueda establecer formas de actuar y pensar frente a algún evento con el fin de construir conocimiento (Alfonso & Cárdenas, 2015). En esta actividad se quiso observar cómo cada uno de los grupos fueron modificando las descripciones que dan a los eventos asociados al calor y temperatura y cómo a partir de ellas lograron establecer qué condiciones y parámetros se deben definir para la construcción de magnitudes y para hablar del calor específico de los cuerpos.

4.2. Implementación y sistematización

A continuación, se relata lo sucedido dentro del aula de clases en el momento de realizar las actividades de la propuesta de aula, junto con los estudiantes de grado octavo del Colegio Nuevo Gimnasio Los Ocobos. Así mismo, se presentan los aportes, comentarios y comprensiones alcanzadas por cada uno de los grupos, donde se podrá visibilizar cómo en el transcurso de la implementación los estudiantes lograron construir un discurso en cuanto a la descripción de los eventos presentados y, a partir de ello, establecer generalidades de los fenómenos asociados al calor y la temperatura.

Teniendo en cuenta el objetivo de la propuesta, se toman como ejes centrales seis términos, que para las investigadoras son necesarios de abordar a la hora de caracterizar el comportamiento térmico de los cuerpos de acuerdo al estudio realizado del trabajo de Black, tales términos son: equilibrio térmico, estado térmico, interacción entre cuerpos, variación de temperatura, sistema y

calor específico. Así pues, se ve en la necesidad de rastrear cómo y cuándo los estudiantes hablan o posiblemente se refieren a estos conceptos.

El trabajo de aula se desarrolló en el tercer periodo del año, en nueve sesiones de una hora cada una, en las cuales se realizaban las experiencias orientadas a partir de las guías de trabajo, sin embargo, al realizar la socialización de cada una de las actividades surgieron nuevas preguntas, como también nuevos escenarios de análisis. Por ejemplo, en la actividad 1 los estudiantes se cuestionaron ¿qué sucede si estuviese nublado el día o si Sara se encuentran de noche en la piscina? Esto se logró gracias al diálogo de saberes entre todo el grupo de estudiantes en donde se refutaban o complementaban las ideas.

A continuación, se presentan los análisis de las descripciones que realizaron los estudiantes y cómo las investigadoras realizan un ejercicio de traducción, ya que específicamente los estudiantes no usan los términos centrales, pero se logró determinar cuándo y cómo se refieren a estos. Adicionalmente, al realizar las actividades dentro del aula se evidenció que los argumentos presentados por los grupos 1, 3 y 5 recogen las ideas generales de los dos grupos restantes, por ello se analizan las intervenciones de los grupos mencionados.

En la siguiente tabla se presentan las descripciones realizadas por el grupo 1:

Tabla 2. Análisis de las descripciones del grupo 1.

Términos	Actividad	Respuesta	Comentarios
Equilibrio térmico	4 (ver anexo 4)	• Al dejar los tres recipientes sobre la mesa, la temperatura de las sustancias cambia “por la <i>regulación</i> climática de las sustancias.” (g1, a4, p2) ²	Se pudo observar que los estudiantes de este grupo para hablar del equilibrio térmico hacen referencia a este mediante la palabra

² Donde (g) es el grupo, (a) es la actividad y (p) es la pregunta de dicha actividad.

	5	<ul style="list-style-type: none"> •Una pregunta que surge (a los estudiantes) al realizar las actividades es: “¿El agua regula toda la temperatura o toma la temperatura del objeto que este bajo de ella? A partir de lo observado y analizado se puede decir que: El agua regula la temperatura del objeto haciendo que la temperatura del objeto baje y la del agua suba, haciendo que queden a una temperatura x desigual a la temperatura del agua y del objeto.” (g1, a5, pág. 1) 	<p>“regulación”.</p> <p>Ahora bien, dan cuenta que en este proceso uno de los cuerpos debe aumentar y el otro disminuir su temperatura. Además explicitan que esto ocurre debido a que uno de los cuerpos realiza esta regulación; en este caso es el cuerpo que predomina, el de mayor cantidad, el agua, no importa el grado de temperatura que tenga.</p>
Estado térmico	3 (ver anexo 3)	<ul style="list-style-type: none"> •Al tener los recipientes de diferentes materiales con agua caliente en su interior, existen variaciones de temperatura fuera y dentro del recipiente “ya que la sensación de la mano no es la temperatura exacta.” (g1, a3, p6) 	<p>Con estas expresiones que la temperatura no “algo” que tienen los cuerpos, o los indicadores de temperatura (como la mano). Se habla de la temperatura como una cualidad que caracteriza al cuerpo “estaba a la misma temperatura”. Es decir, la temperatura da cuenta del estado térmico del cuerpo. Las sensaciones no se reconocen como un buen indicador de la temperatura, pues la sensación varía dependiendo del material del objeto, pero si se mide la temperatura con otro instrumento “exacto” indicará que la temperatura es la misma en el caso del equilibrio. Por ello la sensación térmica que producen los objetos en las manos no indica el estado de éstos sino la interacción de los objetos con la mano.</p>
	5	<ul style="list-style-type: none"> •Una pregunta que surge (a los estudiantes) al realizar las actividades es: “¿Por qué la sensación que uno siente al tocar los vasos de diferente material es diferente, si el agua que todos [contenían]³ estaba a la misma temperatura?” (g1, a5, pág. 3) 	

³ Palabra modificada por las autoras.

Interacción	1 (ver anexo 1)	<ul style="list-style-type: none"> •Las baldosas alrededor de la piscina y dentro de la piscina están a diferente temperatura ya que “el agua tiene mayor densidad o por decirlo <i>varias capas</i> en cambio las baldosas externas están <i>expuestas directamente al sol.</i>” (g1, a1, p4) •Sara siente la parte profunda de la piscina “más fría ya que hay más <i>capas que evitan</i> que se caliente.” (g1, a1, p5) •Sara siente más frío cuando toca la baldosa mojada con los pies mojados “porque hay una capa que <i>evita que el calor pase.</i>” (g1, a1, p8) 	En estas respuestas los estudiantes plantean que para que exista interacción térmica entre cuerpos es necesario el contacto directo entre ellos. Si se colocan más de dos cuerpos el que esté en el centro servirá como barrera u obstáculo que impide el paso del calor y que por ello el calor se desvanece.
	5	<ul style="list-style-type: none"> •“Dependiendo de la temperatura a la que tengamos nuestras manos vamos a poder decir si está a mayor o menor temperatura el cuerpo que toquemos.” (g1, a5, pág. 2) 	También reconocen que es necesario de dos cuerpos para hablar de lo térmico y depende del estado térmico de estos para determinar las sensaciones que se generen.
Sistema	1 (ver anexo 1)	<ul style="list-style-type: none"> •La piscina refrescara a Sara “porque la temperatura del agua es menor a la temperatura del ambiente del medio <i>externo.</i>” (g1, a1, p1) 	Inicialmente los estudiantes consideran al ambiente como un ente externo y diferente de los cuerpos que se están analizando (agua de la piscina y Sara) que afecta el estado térmico de Sara, pero no el agua de la piscina. Sin embargo, al realizar las siguientes actividades dan cuenta que el ambiente modifica la temperatura de todos los cuerpos, pero que estos no alteran el estado térmico del ambiente, así mismo siguen con la idea de que los cuerpos solo interactúan térmicamente cuando están en contacto.
	2 (ver anexo 2)	<ul style="list-style-type: none"> •Consideramos que, sin haber tocado los objetos que se encuentran sobre la mesa, estos están a la misma temperatura “porque están expuestos a la misma <i>temperatura del ambiente.</i>” (g1, a2, p2) 	
	4 (ver anexo 4)	<ul style="list-style-type: none"> •Al tener el agua y el alcohol inicialmente fríos y dejarlos sobre la mesa “la temperatura de cada uno de las sustancias varia de manera ascendente porque se va calentando por 	

		la <i>temperatura ambiente.</i> ” (g1, a4, p7)	
Calor específico	2 (ver anexo 2)	• Un objeto está más frío que el otro, tanto en la sala de audiovisuales como en el salón, “porque su material es diferente y por lo tanto <i>absorbe o cambia su temperatura más rápido.</i> ” (g1, a2, p10)	Es importante identificar cómo se refiere este grupo a la transferencia del calor, ya que usan palabras como absorbe, guarda, deja pasar para referirse a este proceso. Reconocen que esta transferencia de calor depende de las características del cuerpo en cuestión, es decir para cada cuerpo es distinto. Sin embargo, les queda como interrogante por qué sucede esto. Además, mencionan que la temperatura no es la que va de un cuerpo a otro, sino es el calor, pero se refieren al calor cuando el cuerpo que analizan está a altas temperaturas.
	3 (ver anexo 3)	• Al tocar los recipientes que contienen la misma sustancia a igual temperatura se espera que “el de aluminio se sentirá más caliente y el de icopor menos caliente porque el aluminio <i>deja pasar mejor el calor mientras que el de icopor lo guarda.</i> ” (g1, a3, p3)	
	5	• Una pregunta que surge (a los estudiantes) al realizar las actividades es: “¿Qué tiene que ver el material con la sensación térmica que produce?” (g1, a5, pág. 2)	

Fuente (elaboración propia)

Se identifica que los estudiantes, en el primer punto de la actividad 2 y 3 donde se les pide que describan los cuerpos, no tienen en cuenta lo térmico como característica de ellos, se centran principalmente en la textura, material, forma y color de cada cuerpo. Además, se evidencia que desde su experiencia cotidiana reconocen la necesidad de que debe existir dos cuerpos que estén interactuando en un sistema para hablar de los cuerpos térmicamente, ya que desde la primera actividad hablan de un sistema y de los cuerpos que interactúan dentro de este. Sin embargo, es hasta la cuarta actividad en donde mencionan que al interactuar estos cuerpos se presenta entre ellos el fenómeno de equilibrio térmico.

Finalmente, el grupo 1 logra dar cuenta de las características y particularidades del comportamiento de los cuerpos térmicamente, pero no logran identificar el porqué de este comportamiento, esto se puede evidenciar a partir de los interrogantes que presentan en la última actividad, por ejemplo, “¿Qué tiene que ver el material con la sensación térmica que produce?”, “¿Por qué la sensación que uno siente al tocar los vasos de diferente material es diferente, si el agua que todos [contenían] estaba a la misma temperatura?” Es decir, reconocen que el comportamiento térmico depende de las características propias de cada objeto.

Esto indica que abordar el equilibrio térmico y las condiciones en las que éste se da requiere que se realice otras actividades que amplíen la experiencia que ya han organizado y se presenta en la tabla.

En la siguiente tabla se presentan las descripciones realizadas por el grupo 3:

Tabla 3. Análisis de las descripciones del grupo 3.

Términos	Actividad	Respuesta	Comentarios
Equilibrio térmico	1 (ver anexo 1)	<ul style="list-style-type: none"> • Sara siente el agua de la piscina en la zona profunda “más fresca e incluso fría pues ahora el agua la recubre casi totalmente <i>incitando al cuerpo de Sara a igualarse con la temperatura del agua.</i>” (g3, a1, p5) • Al caer el agua de la lluvia y entrar en contacto con el agua de la piscina “no van a llegar en algún <i>momento</i> a la temperatura de alguna de las dos, sino que cada una va intentar <i>regular entre si llegando a una temperatura promedio entre ambas</i>” (g3, a1, p9) 	<p>Se encuentra que este grupo para referirse al equilibrio térmico usan diferentes palabras tales como regular, igualar y climatizar, pero todas referentes a la temperatura de los dos cuerpos que están en contacto.</p> <p>Además, reconocen que se necesita de dos cuerpos para que se presente este fenómeno térmico.</p> <p>Mencionan la necesidad de que pase un determinado tiempo para que dos cuerpos lleguen a la misma temperatura, es decir no es un proceso inmediato. Ahora bien, asocian la temperatura final con el tamaño de los</p>
	2 (ver	<ul style="list-style-type: none"> • Al pasar los objetos del salón a la sala de 	

	anexo 2)	audiovisuales se debe esperar un tiempo para organizarlos, según sus sensaciones, “para que los objetos se <i>climaticen</i> a su entorno” (g3, a2, p9)	cuerpos que están interactuando, ya que en la primera y última respuesta el cuerpo más pequeño, Sara y objetos respectivamente, cambia su temperatura hasta llegar a la temperatura del lugar en donde se encuentren, agua y entorno respectivamente. Pero en la segunda respuesta ya que se habla de agua piscina y agua lluvia no hay ningún cuerpo que predomine y por ende sus temperaturas se promedian.
Variación de temperatura	1 (ver anexo 1)	<ul style="list-style-type: none"> •El agua de la piscina refrescará a Sara “porque el agua se encuentra a diferente temperatura que el cuerpo de Sara (más fría) así <i>la temperatura que recibe</i> el cuerpo de Sara será más baja que la que <i>recibía</i> afuera de la piscina” (g3, a1, p1) • “Al tener el cuerpo mojado y tocar las baldosas calientes no se va a sentir igual de caliente ya que al tener contacto con las baldosas primero <i>la temperatura tiene que pasar</i> por el agua y luego por el cuerpo”. (g3, a1, p8) 	Este grupo, a partir de su experiencia cotidiana le asigna un papel sustancialista a la temperatura, es decir esta pasa de un cuerpo a otro y es allí donde se da la variación de temperatura. Esta mirada también implica la necesidad de interacción y de contacto, esto es que un cuerpo que se “encuentre” a una temperatura diferente que otro, puede “recibir” la temperatura si hay contigüidad. Sin embargo, a partir de la actividad dos, expresan que es el calor el que se transfiere y da lugar a los cambios de temperatura. Además, el calor no es el único factor que influye en esa variación sino también el entorno y el material del objeto.
	2 (ver anexo 2)	<ul style="list-style-type: none"> •Si empuñamos uno de los objetos con la mano “el objeto aumentara su temperatura ya que nosotros le <i>trasmítimos</i> nuestro calor corporal al objeto”. (g3, a2, p12) 	
	5	<ul style="list-style-type: none"> •“La temperatura siempre está en constante cambio, y esto influye a cualquier cuerpo, aunque la temperatura que el objeto 	

		tenga siempre va a depender tanto del ambiente como de su material” (g3, a5, pág. 6)	
Interacción	1 (ver anexo 1)	<ul style="list-style-type: none"> • “la baldosa que esté alrededor de la piscina está en contacto directo con el sol ya que no tiene ninguna <i>capa protectora</i> y por eso va estar a una temperatura más alta que las baldosas que están al interior de la piscina las cuales están <i>protegidas por el agua</i>” (g3, a1, p3) • Hay diferencias en las sensaciones que Sara puede experimentar si toca las baldosas fuera de la piscina con los pies mojados que con los pies secos ya que “al tener los pies mojados el agua intentará mantenerse en su <i>temperatura natural</i> y pasará un tiempo hasta que las baldosas calienten los pies de Sara, mientras que con los pies secos no hay <i>impedimento</i> para que quemem.” (g3, a1, p7) 	Este grupo le asocia a cada cuerpo una temperatura propia, la cual varía al interactuar en un determinado tiempo con otro cuerpo. Como se mencionó en el anterior comentario, la interacción se presenta solamente cuando los cuerpos están en contacto directo. Si no es así lo que esté en medio de ellos obstaculizará esa interacción.
Sistema	2 (ver anexo 2)	<ul style="list-style-type: none"> • Al pasar los objetos del salón a la sala de audiovisuales “se van a sentir más fríos ya que se cambia de <i>ambiente</i>” (g3, a2, p6) 	En este grupo se evidencia que para hablar de la interacción térmica es necesario tener en cuenta todos los factores que están presentes en el entorno en donde se da dicha interacción, y que gracias a ello la temperatura está en constante cambio. Este grupo menciona que los factores son: temperatura del ambiente, del recipiente y de las sustancias, también las características propias de los cuerpos como su material.
	4 (ver anexo 4)	<ul style="list-style-type: none"> • Al dejar los recipientes con sustancias diferentes y temperaturas distintas, al cabo de media hora la temperatura de cada sustancia “va a cambiar debido a el <i>ambiente</i> en el que se encuentra y <i>el recipiente</i> ya que estos intervienen en esta variación” (g3, a4, p1) • Al mezclar agua fría con 	

		agua caliente y agua fría se observa que “sin importar las mezclas (cuerpos que están en interacción) siempre van a intentar regularse a la temperatura <i>ambiente</i> ” (g3, a4, p6)	
	5	“la temperatura siempre está en constante cambio, y esto influye a cualquier cuerpo, aunque la temperatura que el objeto tenga siempre va a depender tanto del <i>ambiente</i> como de su <i>material</i> ” (g3, a5, pág. 6)	
Calor específico	1 (ver anexo 1)	• La temperatura en la zona más profunda de la piscina va a ser diferente que la temperatura de la zona menos profunda “pues en la zona más profunda la luz no será suficiente para calentar <i>más agua</i> a diferencia que en la zona panda hay <i>menos agua</i> ” (g3, a1, p6)	Identifican que los cuerpos no varían de igual forma su temperatura, ya que lograron evidenciar, a partir de las experiencias, que unos cambian su temperatura más rápido que otros y esto lo relacionan a las características de cada uno de estos cuerpos.
	2 (ver anexo 2)	• Los objetos al dejarlos sobre la mesa, sea en el salón o en la sala de audiovisuales, se encuentran a diferentes temperaturas, a pesar de estar en el mismo ambiente, “ya que todos están hechos de <i>diferentes materiales y unos conservan más calor que otros</i> ” (g3, a2, p10)	Una de estas características es el material ya que unos materiales permiten el paso más que otros del calor y por ende estos variarán su temperatura más fácil. Además, expresan que depende de la cantidad o tamaño y plantean una proporcionalidad: más masa es igual a mayor tiempo y por ende se necesita más calor, a diferencia entre menos masa será más fácil variar la temperatura.
	3 (ver anexo 3)	• Al tener los recipientes que contienen la misma sustancia a igual temperatura (caliente) se espera que “se enfríe más rápido la sustancia que está en el icopor ya que su <i>material</i> es más poroso y tendrá más contacto con el	También, hablan de conductores, es decir reconocen que el calor se

		<p>medio externo y más lento el de metal porque es un mayor conductor de calor” (g3, a3, p2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al tocar los recipientes que contienen la misma sustancia a igual temperatura se experimenta que existen variaciones en la temperatura fuera y dentro del recipiente ya que esta “depende de la cantidad de masa que posee cada elemento, ya que si contiene más masa el calor se demorara más tiempo en salir al medio externo” (g3, a3, p6) 	<p>transmite de un cuerpo a otro. Siguen pensando en la necesidad de contacto directo cuando mencionan la porosidad del material. Por último, se evidencia que se refieren al calor y frío como propiedades distintas.</p>
	5	<ul style="list-style-type: none"> • “Cuando el agua se encuentra en pequeñas cantidades será más fácil que se le trasmita algún tipo de calor o frío, en cambio sí es en mayor cantidad será más difícil variar la temperatura” (g3, a5, pág. 1) • “Hay algunos recipientes que se calientan o se enfrían más que otros, pero esto se debe a que los materiales de los que están hechos son más conductores de calor que otros y así nos dimos cuenta que la temperatura varía en cada recipiente”. (g3, a5, pág. 3) 	

Fuente (elaboración propia)

En las descripciones que realiza el grupo sobre los objetos que interviene en cada una de las situaciones planteadas en la propuesta, no tienen en cuenta lo térmico, es decir no mencionan el estado térmico de los cuerpos. Esto porque la temperatura se concibe como una sustancia independiente de los cuerpos, los cuerpos la reciben o no, esto define el comportamiento. Sin

embargo, asocian algunas características como tamaño y material al comportamiento térmico de los mismos. Por otro lado, resaltan la importancia de la interacción entre cuerpos para dar cuenta de las actividades realizadas, ya que la interacción se presenta cuando dos cuerpos están en contacto directo, es decir esto permite de alguna manera que los jóvenes den una intuición de lo térmico, más aún es la manera de evidenciar que la diferencia de temperatura entre dos o más cuerpos es una condición que posibilita el cambio de temperatura en cada cuerpo. Vale la pena mencionar que al usar el termómetro no incluyen a este dentro del sistema de análisis, es decir el termómetro no altera el sistema, sin embargo, reconocen que el termómetro sí varía su temperatura y es por ello que el mercurio aumenta su volumen.

Además, este grupo reconoce las variables y magnitudes involucradas que influyen en la interacción térmica dentro de un sistema. Esto pudo ocurrir gracias a que desde su experiencia cotidiana ya tenían una construcción para describir este fenómeno y la propuesta les ayudo ampliar su experiencia en cuanto a este comportamiento de los cuerpos, de tal manera que lograron darle otro significado. Se evidencia que este grupo construye una noción acerca del calor específico pues reconocen que los objetos están hechos de *“diferentes materiales y por ende unos conservan más calor que otros y son más conductores de calor”* de tal manera que algunos cuerpos cambian su temperatura más rápido que otros.

La siguiente tabla presenta las descripciones realizadas por el grupo 5:

Tabla 4. Análisis de las descripciones del grupo 5.

Términos	Actividad	Respuesta	Comentarios
Equilibrio térmico	1 (ver anexo 1)	<ul style="list-style-type: none"> El agua de la piscina refrescará a Sara “porque la piscina tiene una <i>temperatura</i> más baja que alrededor de esta (las baldosas). Su cuerpo al entrar en contacto con el agua se <i>regula la</i> 	Este grupo expresa que de alguna manera cuando dos cuerpos de diferentes temperaturas se ponen en contacto, estos varían su temperatura hasta tal punto en el que esa variación

		<i>temperatura del exterior con el interior</i> ” (g5, a1, p1)	desaparece, es decir se equilibran térmicamente. Además, se evidencia que para hablar de este equilibrio térmico se refieren a ello con algunos términos como lo son: regula y acomodan
	2 (ver anexo 2)	• Al pasar los objetos del salón a la sala de audiovisuales se debe esperar un determinado tiempo para la organización de los objetos “para que los objetos se acomoden a la temperatura del ambiente” (g5, a2, p9)	
Variación de temperatura	1 (ver anexo 1)	• Sara siente que el agua de la piscina durante la lluvia “cambiará de temperatura por que al estar haciendo mucho calor hay un cambio de temperatura inmediato cuando empieza a llover” (g5, a1, p9)	Este grupo hace referencia a que la variación de temperatura se presenta cuando el cuerpo cambia de entorno y este tiene una temperatura ambiente diferente. Además, que estos cambios son instantáneos, no requieren de un tiempo determinado cuando estos cuerpos entran en contacto.
	2 (ver anexo 2)	• En la sala de audiovisuales los objetos se encontrarán a diferentes temperaturas en relación a las que se encontraban en el salón “porque algunos objetos se van a enfriar mucho más rápido que otros y algunos cambian de temperaturas drásticamente ” (g5, a2, p7)	
Interacción	1 (ver anexo 1)	• Existen diferencias entre las baldosas dentro y fuera de la piscina porque “las baldosas que están alrededor de la piscina son calientes debido a los rayos del sol, a la gran temperatura que hay fuera del agua. Mientras que las baldosas que están dentro de la piscina son frías por la temperatura que tiene el agua ” (g5, a1, p4) • Al introducir solamente los pies a la piscina Sara no	Este grupo habla de la necesidad de que dos cuerpos deben entrar en contacto para que exista una interacción térmica, así pues, dentro de la piscina solo interactúan agua-baldosas y agua-pies, pero como el resto del cuerpo no está en contacto con el agua de la piscina no se altera su temperatura, además no evidencian que el agua de la piscina interactúa con el entorno, solamente con los

		sentirá en todo su cuerpo la misma sensación de frescura “porque la única parte de su cuerpo que está en contacto con el agua son sus pies , entonces el resto del cuerpo sigue con alta temperatura y no bajará la temperatura en su cuerpo ya que este está en contacto directo con el sol” (g5, a1, p2)	objetos dentro de ella, es decir el interior de la piscina es un sistema aislado. Ahora bien, en la segunda actividad expresan que al interactuar dos cuerpos se presenta una transferencia de calor debido a la diferencia de temperatura.
	2 (ver anexo 2)	• Al empuñar un objeto con la mano “este se va a calentar porque nuestro cuerpo está a una temperatura mayor así que el calor se transmite ” (g5, a2, p12)	
Sistema	1 (ver anexo 1)	• “hay diferentes factores que intervienen en la temperatura de Sara al momento de salir de la piscina, como aire, agua y lluvia . Se presenta un cambio y este cambio es de su temperatura” (g5, a1, p10)	Como se mencionó anteriormente, este grupo se piensa a dos sistemas diferentes en la situación de la piscina, uno el interior de la piscina y el otro el exterior de la mismas, y que estos no interactúan entre sí. Sin embargo, dentro de cada uno de los sistemas existen factores que intervienen en la variación de la temperatura. Así mismo, en la situación de los vasos con agua caliente en su interior, separan los cuerpos en sistemas que nuevamente se encuentran aislados entre sí, es decir no interactúan en ellos. Pero la temperatura del exterior hace parte de cada uno de estos dos sistemas.
	3 (ver anexo 3)	• Al tocar los recipientes que contienen la misma sustancia a igual temperatura se espera que “se sienta más caliente el de metal por que conserva más el calor y el menos caliente el de icopor por que el calor se encierra en el líquido y no en el vaso ” (g5, a3, p3)	
	4 (ver anexo 4)	• Al dejar los recipientes con sustancias diferentes y temperaturas distintas sobre la mesa, al cabo de media hora “la temperatura de las sustancias cambia dependiendo del estado externo , su temperatura seria estable” (g5, a4, p1)	

Calor específico	1 (ver anexo 1)	<ul style="list-style-type: none"> • Existen diferencias entre el agua de la zona honda y panda de la piscina “porque en la zona menos profunda hay menor cantidad de agua, es decir va a tener mayor temperatura mientras que en la zona profunda hay mayor cantidad de agua y esta va a tener menor temperatura” (g5, a1, p6) 	<p>Este grupo da cuenta de que en el proceso de cambios de temperatura influyen ciertas variables, como el material, la cantidad (masa) y el tiempo. Logran relacionarlas de tal manera que construyen proporcionalidades que dan cuenta de que cada objeto requiere de un tiempo para equilibrarse térmicamente con su entorno, así pues, los estudiantes se usan expresiones como: “<i>menor cantidad de agua estará a mayor temperatura mientras que mayor cantidad de agua estará a menor temperatura</i>” y “<i>algunos objetos se van a enfriar mucho más rápido ya que todos están hechos de un material diferente y por ello cada uno toma un tiempo determinado para cambiar de temperatura</i>”</p>
	2 (ver anexo 2)	<ul style="list-style-type: none"> • En la sala de audiovisuales los objetos se encontrarán a diferentes temperaturas en relación a las que se encontraban en el salón “porque algunos objetos se van a enfriar mucho más rápido que otros y algunos cambian de temperaturas drásticamente” (g5, a2, p7) • Los objetos no están a la misma temperatura a pesar de están en el mismo ambiente “porque todos están hechos de un material diferente así que cada uno toma un tiempo determinado para cambiar de temperatura” (g5, a2, p10) 	

Fuente (elaboración propia)

Vale la pena mencionar que las explicaciones que dan los estudiantes del grupo 5 a las situaciones estudiadas empiezan hacer repetitivas a partir de la actividad tres, como se puede observar en la tabla anterior, solo se tuvieron en cuenta respuestas de las primeras tres actividades, esto permite reconocer que no se tuvo una mayor ampliación de la experiencia, y por ende no surgieron nuevas construcciones en relación al fenómeno térmico.

Adicionalmente, solo tienen en cuenta lo térmico como característica de un cuerpo cuando éste está a una temperatura alta (caliente). Finalmente se pudo observar que en este grupo no le asignan un papel al termómetro dentro del sistema, simplemente es un instrumento que permite medir y dar cuenta del estado de los cuerpos.

Ahora bien, se pudo observar que los grupos a medida que ampliaban su experiencia frente a los fenómenos asociados al calor y la temperatura, tenían la necesidad de recurrir a diferentes palabras que dieran cuenta de las formalizaciones realizadas a partir de la organización de su experiencia

existe una relación entre lenguaje, experiencia y conocimiento, ya que el lenguaje (el cual puede ser representado por palabras e imágenes) se construye por medio de la experiencia, y en la medida que se va organizando las palabras e imágenes en la mente, estas toman algún sentido en forma de conocimiento. (Arca, Guidoni, & Mazzoli, 1990, p. 28)

así pues, los estudiantes a través de su experiencia lograron la construcción de nuevas maneras de describir y darle sentido a los fenómenos asociados al calor y la temperatura. Por ejemplo: reconocen la importancia de los procesos de equilibrio térmico para el estudio de los sistemas termodinámicos, además que la variación de temperatura en cada objeto es distinta, dependiendo de su tamaño y material.

Es necesario ver cómo las explicaciones en algunos casos diferían entre grupos, por ejemplo para algunos grupos se requería de un tiempo para que los cuerpos se equilibraran térmicamente, pero para otros este fenómeno era inmediato, esto se debe a las diferentes formas de interpretar los fenómenos y de las formas de organizar y dar cuenta de su experiencia tal como afirma Hertz (1894) “nosotros siempre hacemos uso de nuestro conocimiento de los eventos que ya han ocurrido, obtenidos por observaciones casuales o por experimentos

previamente arreglados, nos formamos nuestras propias imágenes o símbolos de los objetos externos” (p.1). Esto permite dar cuenta que cada uno de los jóvenes tiene una experiencia propia para dar explicaciones frente al mundo que lo rodea, ya que estas concepciones se conciben en principio a través de su experiencia y a la observación que hacen de ella.

También se encuentra formas de hablar en común entre los grupos, por ejemplo, se evidencia que hacen referencia al proceso de equilibrio térmico con palabras como “*regulación*” y “*climatización*” rescatando la importancia de la interacción entre dos o más cuerpos para referirse a lo térmico, pero que esta interacción debe ser de contacto directo. En un primer momento le asignaban un estado a cada cuerpo de frío y caliente, pero al llevar el termómetro como objeto de medida consideraron que las sensaciones que los objetos producen en sus manos no dan cuenta de la temperatura o estado térmico de ellos, como sí lo hace la cantidad de grados que indica el termómetro.

Con esto también se pudo observar que ningún grupo tiene en cuenta al termómetro como parte del sistema, es decir el termómetro al ser introducido en las sustancias no afectaba el estado térmico de las mismas. Además, cada grupo menciona que al entrar en contactos dos o más cuerpos que se encuentran a diferentes temperaturas estos interactúan térmicamente, reconociendo que a pesar que cada uno llegue finalmente a la misma temperatura (al alcanzar el equilibrio térmico), la variación de cada uno es distinto, pues dependen del tamaño y material de cada uno. Esto porque consideran al calor como algo que se puede transmitir de un cuerpo a otro y que se puede guardar, así unos cuerpos tienen la capacidad de guardar más o menos calor y así mismo de transmitirlo.

Por último, la mayoría de los grupos tienen en cuenta las variables que están interactuando dentro de un sistema, reconociendo que las variables juegan un papel importante a la hora de hablar de lo térmico y a partir de ello logran darle un sentido a lo que está sucediendo, permitiendo la construcción de conocimiento y la ampliación de la experiencia de los sujetos. Por lo tanto, las respuestas que se obtuvieron de los grupos, de alguna manera permite identificar que los estudiantes caracterizan el comportamiento térmico de los cuerpos a través de la interacción entre cuerpos, las variables que se ponen en juego en el sistema y finalmente la temperatura como una representación del estado térmico de los cuerpos.

Capítulo V: Reflexiones finales

A continuación, se presentan las reflexiones alcanzadas en el desarrollo de esta investigación, en cuanto a los ejes temáticos que se abordaron: el análisis del trabajo de Joseph Black en relación al calor y calor específico (en sus artículos titulados *del calor en general* y *calor específico*), el comportamiento térmico de los cuerpos como objeto de estudio en la enseñanza de la termodinámica, y la indagación de las formas de hablar de los estudiantes a partir de su ampliación de la experiencia en relación con los fenómenos asociados al calor y la temperatura.

El trabajo que se presenta de Joseph Black permite identificar la relación entre calor y calor específico, además de la importancia de que por lo menos dos cuerpos estén interactuando para dar cuenta del comportamiento térmico de cada uno. Pues Black identifica que a pesar de que la cantidad de calor recibida o cedida por dos o más cuerpos que están interactuando térmicamente es el mismo, el efecto en cada uno es distinto, en relación al aumento o disminución de su temperatura, ya que cada cuerpo requiere su propia cantidad de calor para elevar o reducir ciertos grados de temperatura. Así pues, establece el calor específico como la magnitud que se refiere a la cantidad de calor que puede retener o liberar un cuerpo para alcanzar el equilibrio térmico dentro de un sistema. Además, la forma como Black explica los procesos de equilibración térmica en términos del calor específico como magnitud, se ajusta a los modos sustancialistas de hablar del calor en el lenguaje común (“un cuerpo tiene calor”, “un cuerpo tiene más calor que otro”).

Así pues, retomar a Black permite considerar criterios que posibiliten generar dinámicas en el aula de clase que den lugar a la ampliación de la experiencia. En primer lugar, Black se basa principalmente en la experiencia para la construcción de conocimiento y en el control de variables para definir el comportamiento térmico de los cuerpos. En segundo lugar, resalta la

importancia de que para abordar al calor específico no se debe mirar solamente el concepto o la magnitud, aislado de los demás fenómenos, sino que se debe abordar todo el proceso que está implicado en el fenómeno de equilibrio térmico de los cuerpos.

Ahora bien, se evidenció que llevar actividades al aula, que permitan que los estudiantes puedan hacer uso de su experiencia sensible y el uso de instrumentos de medida para acercarse a los fenómenos térmicos y lograr hacer descripciones y conjeturas de lo que está ocurriendo, da lugar a que ellos logren ampliar su experiencia y construir magnitudes. Estas dos últimas son importantes para la enseñanza de las ciencias ya que permiten, en primera medida, que los estudiantes logren hacer formalizaciones alrededor de los fenómenos abordados en clase ya que al observar, analizar y organizar su experiencia el estudiante construye su propio conocimiento asignándole características propias a los fenómenos. Como segunda medida cabe resaltar que la construcción de magnitudes que construyen los estudiantes es importante ya que les permite, de alguna manera, evidenciar lo que está sucediendo cuando dos cuerpos están interactuando en un sistema.

Sin embargo, no todas las actividades que se presentan a los estudiantes son significativas, ya que las experiencias que se llevan al aula deben tener una intención y de alguna manera promover un interés por los jóvenes y puedan cuestionarse por ella, de tal manera que la analicen y observen detalladamente, o que sea lo suficiente para que logren comprender y ver lo que sucede en cuanto al fenómeno que se quiere abordar en la clase. Así pues, no todas las actividades permiten que cada uno de los estudiantes logre ampliar su experiencia, esto se pudo ver reflejado en algunas de las actividades que se plantearon en la ruta de aula.

En el desarrollo del presente trabajo de investigación se identificaron algunos elementos claves en la búsqueda de las formas de hablar presentadas por los estudiantes acerca de los

fenómenos térmicos: El conocimiento y el lenguaje cotidiano sobre los fenómenos térmico, la organización de la experiencia sensible en el aula desarrollada a partir de las actividades experimentales, y las formas de organizar y representar la información que se tienen de las actividades planteadas.

Mediante la implementación de la propuesta de aula se logró evidenciar que los estudiantes al referirse al comportamiento térmico de los cuerpos, en primer lugar, rescatan la necesidad de que dos o más cuerpos interactúen para hablar de este comportamiento, pues no se puede dar características térmicas a un cuerpo por sí solo, aislado de todo. En segundo lugar, no lograron construir la magnitud que define la diferencia de variación de temperatura que presenta cada cuerpo cuando interactúan térmicamente, es decir logran dar la descripción de lo observado sin llegar a establecer relaciones de orden que permitan significar el calor específico como una magnitud. Sin embargo, resaltan la importancia de abordar el proceso de equilibración térmica de los cuerpos pues es desde allí donde se empieza a dar cuenta de los fenómenos térmicos, de tal modo que logran establecer ciertos criterios para que este proceso tenga lugar, por ejemplo: los cuerpos interactúan térmicamente cuando éstos están a diferente temperatura y entran en contacto, además, con esta interacción buscan igualar sus temperaturas, pero estas variaciones no son iguales, pues depende del tamaño y material. Los cuerpos estando en un lugar externo adquirirán la temperatura ambiente.

Si bien la propuesta de aula estaba orientada para que los estudiantes dieran cuenta del calor específico como magnitud que define el comportamiento de los cuerpos, los estudiantes terminaron significando el proceso de equilibración térmica, con esto se puede concluir que las actividades no fueron suficientes para ampliar la experiencia de los estudiantes en cuanto a la construcción de magnitudes, a pesar que lograron mencionar algunas características de los

cuerpos que están involucradas para definir las, así pues se puede determinar que se necesitaba que los estudiantes pudiesen jugar con las variables, es decir que definieran y cambiaran parámetros, en cuanto a temperaturas, cantidades y tipos de sustancias de tal modo que dieran cuenta del comportamiento térmico de los cuerpos.

Por último, se resalta la importancia de abordar las fuentes primarias como herramienta para el trabajo docente, pues estas permiten entablar una discusión con el autor frente a cómo se ha venido pensando los fenómenos físicos, de tal manera, que se pueda recontextualizar estas discusiones para nutrir y enriquecer las dinámicas docentes. Reconociendo que los conceptos y definiciones no son estáticos, es decir están en constante cambio, pues se debe a las diferentes experiencias que tiene cada sujeto al elaborar explicaciones de los fenómenos. Así pues, el docente debe reflexionar que en la enseñanza de la ciencia no hay verdades y perspectivas absolutas, como las que presentan los textos escolares, que cada sujeto tiene diferentes formas de ver, comprender y significar el mundo que lo rodea, dependiendo del contexto en el que se encuentre.

Bibliografía

- Alfonso, K., & Cárdenas, D. (2015). *La convertibilidad como una categoría epistemológica para el estudio de los fenómenos físicos* (Tesis de maestría). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Arca, M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). *El desarrollo del proceso cognitivo como tarea de la educación*. Barcelona, España: Ediciones Paidós.
- Ayala, M., Malagón, J. & Romero, A. (1996). *Newton, Black y Carnot y la relación calor-temperatura*. Física y cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias, N° 3. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Ayala, M., Malagón, J. & Romero, A. (1998). *El esquema equilibración-desequilibración y los procesos termodinámicos*. Física y cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias, N° 4. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Ayala, M., Malagón, J. & Sandoval, S. (2013). *la actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización*. Praxis Filosófica, (36), 119-138.
- Ayala, M., Malagón, J., Sandoval, S. & Tarazona, L. (octubre del 2006). *El experimento en enseñanza de las ciencias como una forma de organizar y ampliar la experiencia*. III Congreso Nacional de Enseñanza de la Física. Ibagué, Colombia.
- Bausela, E. (2004). *La docencia a través de la investigación-acción*. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653). España.
- Black, J. (1803/2015). *Calor específico, calor latente, del vapor y la vaporización*. (Traducción de originales) Física y cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias, N° 9. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional. P.P. 113-124

- Black, J. (1797/2015). *Del calor en general*. (Traducción de originales) Física y cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias, N° 9. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional. P.P. 124-132
- Candela, A., De la Riva, M., & Naranjo, G. (2014). *¿Qué crees que va a pasar? Las actividades experimentales en clases de ciencias*. Colonia del Valle, México: Ediciones SM.
- Castillo, C., & Pedreros, R. (2013). *Notas de termodinámica: organización de los fenómenos termodinámicos*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Colegio Interamericano. (2018). *Guía didáctica IV de física de décimo*. Bogotá, Colombia.
- Escobar, L. (octubre 2003). *La sistematización de experiencias educativas*. Expedición Pedagógica Nacional - ruta de Escuelas Normales. Colombia.
- Fornells, M. (2005). *Solución de un problema cotidiano mediante un análisis termodinámico*. Educación, Universidad de Costa Rica, vol.29 (num.1), 103-110.
- García, J., & Rentería, E. (julio-diciembre de 2013). *Resolver problemas: una estrategia para el aprendizaje de la termodinámica*. Revista Científica Guillermo de Ockham, Universidad de San Buenaventura Cali, vol.11(num.2), 117-134.
- Giancoli, D. (2007). *Física 1, principios con aplicaciones, sexta edición. vol. 2*. México: Pearson.
- Hertz, H. (1894). *Los principios de la mecánica*. En H. Hertz, Obras completas Tomo III (pág. 1). Leipzig, Alemania.
- Hewitt, P. (2007). *Física conceptual. décima edición*. México: Pearson.
- Jiménez, G. & Pedreros, R. (2016). *El aula como sistema de relaciones (módulo de pedagogía 2)*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

- Larrosa, J & Skliar, C. (Comp.) (2011). *Experiencia y alteridad en educación*. Ed. FLACSO - Homo Sapiens, Rosario. P.P. 13 – 44.
- Rueda, L., & Ortiz, Y. (2016). *Qué y cómo enseñar cuando del calor estamos hablando: una reflexión en torno al sentido*. Bogota, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Sánchez, J. (2016). *Una reflexión sobre el principio de equivalencia de las transformaciones para la enseñanza de la termodinámica*. Bogota, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

Anexo 1. En la piscina



NUEVO GIMNASIO LOS OCOBOS PHYSICS GRADE 8° – THIRD PERIOD 2018

Nombres: _____ Fecha: _____

Lee con atención la siguiente situación:

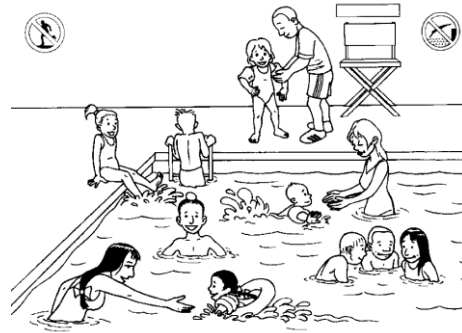


Imagen tomada de: <http://wegan.club/dibujos-para-colorear-ninos-nadando-piscina/>

En un día soleado, en el municipio de La Mesa, Sara y su familia deciden ir a pasar un día entretenido en un centro vacacional, con la intención de divertirse un poco y realizar diferentes actividades. Al medio día, después de una mañana calurosa, Sara decide meterse a una de las piscinas del centro vacacional para refrescarse un poco. Al caminar descalza junto a la piscina siente que sus pies se queman, se apresura, entra en la parte menos profunda de la piscina, el agua le llega a la cintura, se percata que las baldosas de la piscina ya no la queman.

De acuerdo a la situación responda las siguientes preguntas:

1. ¿Si el día ha estado soleado, el agua de la piscina refrescará a Sara? ¿por qué?

2. Si Sara introduce solamente los pies a la piscina ¿sentirá en todo su cuerpo la misma sensación de frescura?; ¿Por qué?

3. ¿Qué diferencia existe entre las baldosas que se encuentran alrededor de la piscina y dentro de la piscina?

4. ¿Cómo puedes explicar que existan estas diferencias?

Sara decide nadar y llega a la zona más profunda de la piscina (sus pies ya no alcanzan el suelo).

5. ¿Cómo siente Sara el agua de la piscina en esta zona?

6. ¿Existen diferencias entre el agua de la zona menos profunda y el agua de la zona profunda?; ¿Por qué?

De repente empieza a llover, Sara decide quedarse en la piscina. Como la lluvia no cesa sus padres la obligan a salir de la piscina.

7. ¿Cómo siente Sara el agua de la piscina durante la lluvia?; justifica tu respuesta.

8. ¿Al salir de la piscina Sara sentirá alguna diferencia entre el agua de la piscina y el agua de la lluvia?; ¿Por qué?

9. ¿Existirá alguna diferencia en la sensación que Sara puede experimentar si toca las baldosas fuera de la piscina con los pies mojados que con los pies secos?; ¿Por qué?

10. En cuál de las siguientes situaciones Sara sentirá más fría las baldosas y en cual más caliente, justifica tu respuesta:

- La baldosa seca y los pies secos.
- La baldosa seca y los pies mojados.
- La baldosa mojada y los pies secos.
- La baldosa mojada y los pies mojados.

Más caliente: _____

Más frío: _____

Anexo 2. Los sentidos



NUEVO GIMNASIO LOS OCOBOS PHYSICS GRADE 8° – THIRD PERIOD 2018

Integrantes: _____

Fecha: _____

1. Observen y analicen los cinco objetos que se encuentran sobre la mesa, por grupo describan y realicen un dibujo de cada uno.

Objeto (nombre)	Descripción	Dibujo

2. Sin tocar los objetos, ¿consideran que estos están, o no, a la misma temperatura?; justifiquen su respuesta.

3. Cada integrante del grupo toque con las palmas de la mano cada objeto, en la tabla indiquen la sensación que les produce.

Nombre del objeto					
Sensación					

4. Organicen los objetos de mayor a menor sensación térmica que cada uno de ellos les produce.

Nombre del objeto					
Sensación					

5. ¿Algún integrante describe una sensación diferente al organizar los objetos?, si es así, escriban el orden que él plantea y expliquen por qué él tiene una sensación térmica diferente.
-
-

6. Si llevamos estos objetos a la sala de audiovisuales y los dejamos allí un tiempo, ¿es posible que al tocarlos tengamos una sensación térmica diferente de cada uno de ellos, es decir que este más frío o más caliente en comparación a la sensación que se tuvo en el salón?, justifiquen la respuesta.
-
-

7. Si en la sala de audiovisuales organizamos nuevamente los objetos de acuerdo a la sensación térmica, ¿Creen que en este salón el orden puede variar?, justifiquen la respuesta.

8. Ahora coloquen los objetos sobre la mesa de audiovisuales, esperen cinco minutos y cada integrante del grupo toque con las palmas de la mano los objetos, organicen los objetos de mayor a menor sensación térmica que cada uno de ellos les produce.

Nombre del objeto					
Sensación					

9. ¿Qué relación tiene esperar un determinado tiempo para organizar los objetos según sus sensaciones?; ¿Por qué?

10. ¿por qué creen que un objeto está más frío o caliente que el otro, si se supone que todos están a temperatura ambiente?

11. ¿Hay alguna diferencia entre el orden de los puntos 4 y 8?; ¿Por qué creen que pasa esto?

12. ¿Si empuñamos uno de los objetos con la mano que cambios tendrá el objeto?; justifiquen la respuesta.

13. Sobre la mesa se encuentran dos vasos con agua, cada integrante del grupo realice lo que plantea cada situación e inmediatamente toque el borde de los vasos con agua. Expliquen detalladamente que sensación experimentan y escriban porque creen que esto sucede.

Situación	¿Cuál es la sensación?		¿Por qué?	
	Vaso 1	Vaso 2	Vaso 1	Vaso 2
Sumerge tus manos dentro de los cubos de hielo.				
Frota tus manos una contra la otra.				
Sacude tus manos durante cinco segundos.				

Mójate las manos con agua de la llave.				
--	--	--	--	--

14. ¿Qué diferencias encuentran al tocar los vasos 1 y 2 en cada una de las situaciones?; justifique la respuesta.

15. En relación al vaso 1, ¿qué diferencias o similitudes encuentran al realizar cada una de las situaciones?, Justifique su respuesta.

16. En relación al vaso 2, ¿qué diferencias o similitudes encuentran al realizar cada una de las situaciones?, Justifique su respuesta.

Anexo 3. ¿Quién tiene la razón?



NUEVO GIMNASIO LOS OCOBOS
PHYSICS
GRADE 8° – THIRD PERIOD
2018

Integrantes: _____

Fecha: _____

1. Sobre la mesa se encuentran cinco vasos, cada uno de diferentes características. Realice una descripción de cada uno.

Si cada uno de los recipientes contiene la misma sustancia; por ejemplo, café caliente. Contesten las siguientes preguntas a partir de lo que crean que pueda pasar.

2. ¿En cuál de estos recipientes la sustancia se enfriará más rápido, y en cual más lento?; ¿Por qué?

3. ¿Al tocar cada recipiente cuál de ellos se sentirá más caliente y cual menos caliente?; ¿Por qué?

Los puntos 4 y 5 realícenlos de manera simultánea, es decir dos integrantes del grupo deben estar tomando la temperatura de los líquidos usando el termómetro y los otros dos trabajando en las sensaciones térmicas en sus manos.

4. Midan la temperatura de cada sustancia y registren estos datos, de manera descendente, en la siguiente tabla.

Temperatura °C					
Recipiente					

5. En cada uno de los recipientes encontraran agua a la misma temperatura, toquen de manera detallada los bordes de cada recipiente y organícelos, de manera descendente (de caliente a frio), según su sensación.

Sensación					
Recipiente					

6. Compare los resultados de las dos tablas y explique por qué existen variaciones en la temperatura fuera y dentro del recipiente.

Después de un determinado tiempo, tomen nuevamente la temperatura con el termómetro de cada sustancia.

7. ¿Qué tanto ha variado la temperatura en cada uno de los líquidos?

Variación					
Recipiente					

8. ¿Por qué creen que varió la temperatura de las sustancias?

9. Compare estas variaciones y escriban en cual sustancia se presentó mayor cambio y en cual menor. ¿Por qué consideran que las variaciones son diferentes, si inicialmente teníamos las sustancias con las mismas características?

10. ¿Cómo debe ser el estado térmico del agua dentro del vaso de icopor y de aluminio para que al tocarlos se experimente la misma sensación térmica?, justifiquen su respuesta.

Anexo 4. Construyendo magnitudes



NUEVO GIMNASIO LOS OCOBOS
PHYSICS
GRADE 8° – THIRD PERIOD
2018

Integrantes: _____

Fecha: _____

Sobre la mesa se encuentran tres recipientes con la misma cantidad (50 ml) de agua y de alcohol, a diferentes temperaturas. Contesten las siguientes preguntas, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Recipiente	Sustancia	Temperatura
1	Agua	Caliente
2	Agua	Fría
3	Alcohol	Fría

1. Al dejar los tres recipientes sobre la mesa, después de media hora ¿qué ocurrirá con la temperatura de las sustancias?, ¿cambia o no?, ¿Si cambia qué temperatura alcanza?

2. Teniendo en cuenta la pregunta anterior, ¿por qué creen que le pasa esto a la temperatura de las sustancias?

-
-
3. Si en un mismo recipiente mezclamos dos sustancias, tal como lo indica la siguiente tabla, de tal manera que se combinen entre ellas ¿Cómo será la temperatura final a la que quedará la mezcla, después de 1 minuto, en comparación a la temperatura inicial de las dos sustancias?, realicen una representación de lo que creen que ocurre en cuanto a la temperatura.

En un primer momento mencionen que creen que pasa (hipótesis), luego realicen el ejercicio haciendo uso del termómetro para medir dichas temperaturas (experimento).

Mezcla	hipótesis	experimento	Representación
Recipiente 1 – Recipiente 1			
Recipiente 1 – Recipiente 2			
Recipiente 3 – Recipiente 3			
Recipiente 3 – Recipiente 2			
Recipiente 3 – Recipiente 1			

4. ¿En algún caso la temperatura de la mezcla es igual a la que tenían las sustancias antes de mezclarlos? Justifique por qué ocurre esto.

5. Ordene las mezclas en relación a su temperatura, de mayor a menor.

6. ¿Encontraron diferencias en las temperaturas de las mezclas entre los recipientes 1 y 2, y los recipientes 1 y 3? Justifique por qué ocurre esto

Si se coloca encima de la mesa los recipientes 2 y 3, indique en la siguiente tabla que pasa con la temperatura de cada sustancia al cabo de los siguientes tiempos, según lo que indique el termómetro.

Tiempo	Temperatura sustancia 2	Temperatura sustancia 3
Temperatura inicial		
5 minutos		
10 minutos		
15 minutos		
20 minutos		



7. ¿De qué manera varía la temperatura en cada una de las sustancias?

8. Comparen los resultados de las temperaturas entre las dos sustancias, ¿qué pueden concluir a partir de ello?
