
**PROPUESTA DE ENSEÑANZA ORIENTADA EN LA DIFERENCIACION
DE CALOR Y TEMPERATURA**

2013246033

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
Departamento de Física
La actividad experimental para la enseñanza de la física
Bogotá D.C
2018

**PROPUESTA DE ENSEÑANZA ORIENTADA EN LA DIFERENCIACION
DE CALOR Y TEMPERATURA**

Julián Camilo Hernández Martínez

Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Física

Directora del trabajo:

María Cristina Cifuentes Arcila


Universidad Pedagógica Nacional

Departamento de Física

Línea de Profundización: La Actividad Experimental en la Enseñanza de la Física

Bogotá D.C

2018

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realidad de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 7	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Propuesta de enseñanza orientada en la diferenciación de calor y temperatura
Autor(es)	Hernández Martínez, Julián Camilo
Director	Cifuentes Arcila, María Cristina
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2018, 74 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	PROPUESTA DE ENSEÑANZA, LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL, CONCEPTOS DE CALOR Y TEMPERATURA

2. Descripción
<p>Este documento, aborda reflexiones educativas y disciplinares las cuales están encaminadas en presentar una propuesta de enseñanza alrededor de los conceptos de calor y temperatura. Para ello, se establecieron relaciones entre el contenido disciplinar en el área de física con las necesidades de conocimiento de los estudiantes del Instituto Pedagógico Nacional con el fin de generar espacios educativos que aporten nuevas experiencias cognoscitivas en la formación académica de los estudiantes.</p> <p>Por esta razón, se realizó una propuesta de enseñanza que tuvo como objetivo proporcionar a los estudiantes experiencias sensibles alrededor de ciertas situaciones térmicas con el propósito de que ellos construyan descripciones y explicaciones sobre el comportamiento que presentan las sustancias cuando son calentadas o enfriadas que les permita a los estudiantes diferenciar los conceptos de calor y temperatura.</p> <p>Por consiguiente, se empieza reconociendo que existen una variedad de investigaciones en el área de la educación en ciencias que abordan estos dos conceptos, tales como, los desarrollados por Bustos & Sotelo (2008), Mäntylä (2011), Zambrano (2007), entre otros, quienes exponen y discuten diferentes aspectos y perspectivas en relación con; las concepciones alternativas que poseen los estudiantes respecto a estos dos términos, las problemáticas en el aprendizaje, las diferentes propuestas de enseñanza, entre otras.</p>

Mediante las interpretaciones que el docente en formación realizó sobre estos trabajos, se considera que los estudiantes poseen dificultades al momento de comprender los conceptos científicos de calor y temperatura, porque estos términos son utilizados a partir de un lenguaje muy cotidiano para realizar descripciones de situaciones térmicas que involucran variedad de significados


De aquí que, existen diversidad de frases que son utilizadas para describir variadas situaciones térmicas que se pueden presentar día a día. Por ejemplo, expresiones como: a) “qué calor hace el día de hoy”, cual asocia al calor como una sensación térmica, b) “se necesita mucho calor para calentar el agua”, en el que el calor es considerado como aquella cantidad que posibilita a una sustancia estar más caliente o más fría o c) “esa cobija es muy caliente y no deja salir ni entrar el frío” asume el calor como una propiedad de los cuerpos de tener o ceder calor a los demás.

En este sentido, también es conveniente mencionar que es frecuente que los estudiantes consideren al calor y la temperatura como dos términos equivalentes, dado que, las expresiones como: “esta semana sube el calor” o “se espera una semana con fuertes picos de calor”, son ejemplos de este uso equivalente de estos dos términos.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, resulta pertinente diseñar implementar y evaluar propuestas de enseñanza que ofrezcan a los estudiantes ricas y variadas oportunidades para construir nuevos significados para los términos calor y temperatura; significados más coherentes con aquellos que las comunidades científicas consensuado para estos mismos términos. Es decir, propuestas que permitan a los estudiantes trascender del lenguaje cotidiano al lenguaje de las ciencias.


En este orden de ideas, la pregunta desencadenante que orientó esta investigación fue: ¿Qué tipo de actividades conllevan a los estudiantes del Instituto Pedagógico Nacional a ampliar su campo de experiencias térmicas que les permita generar oportunidades para que diferencien los conceptos de calor y temperatura? En relación con esta pregunta, el objetivo de este trabajo de grado consintió en desarrollar una propuesta de enseñanza sobre los conceptos de calor y temperatura, en la cual, los estudiantes de grado once del Instituto Pedagógico Nacional amplíen sus campos de experiencias con los fenómenos térmicos con el fin de realizar nuevas organizaciones conceptuales tendientes a establecer una diferenciación entre el calor y la temperatura.

Así mismo, con el fin de alcanzar el objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos, que son de orden metodológicos: a) establecer los fundamentos teóricos que orientan el diseño de la propuesta de enseñanza; b) diseñar una propuesta de aula teniendo en cuenta los fundamentos teóricos, c) implementar la propuesta de enseñanza diseñada en Instituto Pedagógico Nacional y d) analizar y reflexionar los resultados obtenidos durante la implementación en términos de la diferenciación de los conceptos de calor y temperatura.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Revista de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 7	

3. Fuentes

- Arriola, M., Durán, C., & Otte, A. (18 de 07 de 2018). Educarnos. Obtenido de Indagando ideas previas sobre los conceptos de calor y temperatura:
http://www.anep.edu.uy/educarnos/educarnos_07/paginas/aportes_inv_02.html
- Bustos, F. J., & Sotelo, S. J. (2008). Una revisión histórica del concepto de calor: algunas implicaciones para su aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 67-77.
- Carvalho, A. M., & Castro, R. M. (1992). La historia de la ciencia como herramienta para la enseñanza de física en secundaria: Un ejemplo en calor y temperatura. *Investigación Didáctica: Enseñanza de las ciencias*, 289-294.
- Castillo, J. C., & Pedreros, R. I. (2013). *Notas de termodinámico*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Ferreiro, J., & Ordóñez, J. (diciembre de 2002). HACIA UNA FILOSOFÍA DE LA EXPERIMENTACIÓN. *Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 34, 47-86.
- Forero, S. M. (2014). *SADI CARNOT Y LA SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA: La Historia de la Ciencia como Pedagogía Natural*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Hourcade, J. J., & Ávila, C. R. (1985). Preconcepciones sobre el calor en 2° de B.U.P. *Investigación y experiencias didácticas*, 188-193.
- Koponen, I., & Mäntylä, T. (2011). *PAPEL GENERATIVO DE LOS EXPERIMENTOS EN LA FÍSICA Y SU ENSEÑANZA: UNA SUGERENCIA PARA UNA RECONSTRUCCIÓN EPISTEMOLÓGICA*. Finlandia: Departamento de Ciencias Físicas de la Universidad de Helsinki.
- Malagón, F., & Ayala, M. M. (2015). Calor específico, calor latente, del vapor y la vaporización. *Física y Cultura: Cuadernos Sobre Historia y Enseñanza de las Ciencias*, 113-132.
- Mäntylä, T. (2011). *Didactical reconstructions for organizing knowledge in physics teacher education*. Finlandia: University of Helsinki.
- Romero, Á. E., Ayala, M. M., & Malagón, F. (1996). *NEWTON, BLACK Y CARNOT Y LA RELACIÓN CALOR - TEMPERATURA. FÍSICA Y CULTURA: CUADERNOS SOBRE HISTORIA Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 61-72.
- Sherry, D. (2011). Thermoscopes, thermometers, and the foundations of measurement. *Studies in History and Philosophy of Science*, 509-524.
- Van Der Star, P. (1983). *Fahrenheit's letters to Leibniz and Boerhaave*. Amsterdam: Editions Rodopi B.V.
- Votsis, I., & Schurz, G. (2012). *Studies in History and Philosophy of Science*. Elsevier Ltd., 105-114.
- Wojtkowiak, B. (1987). *Historia de la química*. España: ACRIBIA, S.A.
- Zambrano, A. C. (2007). *Historia y epistemología en los conceptos básicos de la termodinámica: calor, temperatura y trabajo*. Valle del Cauca: Universidad del Valle.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Revisión al estudiante</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 7	

4. Contenidos

En el CAPITULO 1, los lectores encontrarán las respuestas a las preguntas que se propusieron y las perspectivas sobre el calor y la temperatura que se tomaron como base, las cuales no obedecen a un orden cronológico dado que, la organización de esta reflexión no se realizó en función en una línea temporal, sino que, se abordaron las problemáticas principales en relación con las etapas de desarrollo de los conceptos de calor y temperatura que involucraron diferentes formas de pensamiento.

Esta primera reflexión, concluyó con la perspectiva de enseñanza que se iba a considerar en la construcción de la propuesta. De aquí que, se consideró que las concepciones alternativas que poseen los estudiantes en relación con estos dos conceptos y la perspectiva sobre el rol que desempeñó la actividad experimental fueron aspectos fundamentales en el proceso de elaboración de la propuesta de enseñanza.


Por esta razón, en el CAPITULO 2 los lectores encontrarán las reflexiones que se hicieron sobre las experiencias representativas que se abordaron y las cuales, orientaron y aportaron significativamente elementos de orden didácticos y cognoscitivos que se retomaron y se ajustaron en la construcción y la organización de las actividades de enseñanza sobre los conceptos de calor y temperatura que se exponen también en este capítulo.

Teniendo la organización de las actividades, se procedió con la implementación de estas mismas en el Instituto Pedagógico Nacional con los estudiantes de grado once. Para cada una de las actividades, se exponen las complicaciones que tuvieron en la realización de la propuesta de enseñanza y los aprendizajes de los estudiantes en relación con los conceptos de calor y temperatura y su diferenciación. Por ello, En el CAPITULO 3, los lectores encontrarán la puesta en marcha de las actividades propuestas y los respectivos análisis en relación con los objetivos que se planearon para cada una de las actividades.

Finalmente, en el CAPITULO 4 los lectores encontrarán las reflexiones finales sobre la construcción del presente escrito, sobre la implementación y los alcances que se lograron en la realización de las actividades con los estudiantes de la institución.

5. Metodología

Para la construcción del presente documento, se revisaron experiencias representativas en el ámbito de la enseñanza de las ciencias que permitió al docente en formación construir y organizar una reflexión alrededor de los conceptos de calor y temperatura, a partir de una serie de tres preguntas propuestas que orientaron las concepciones que se tenían sobre estos dos conceptos principalmente durante el transcurso del siglo XVIII. Las preguntas propuestas fueron *¿cómo saber si un cuerpo*

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Formación al servicio de la sociedad</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 7	

está caliente o frío sin la necesidad recurrir al sentido del tacto?, ¿cómo determinar qué tan caliente o frío está un cuerpo utilizando una sustancia termométrica? y ¿cuál es la relación entre cantidad de calor y temperatura? Cuales nacen a partir de la reflexión hecha sobre el trabajo realizado por Zambrano (2007).

Se decidió abordar estas preguntas, dado que, el autor decidió organizar estos dos conceptos a partir de dos perspectivas; una sensorial y otra instrumental cuales surgieron durante el siglo XVII. Estas perspectivas involucraron diferentes formas de pensamiento durante una misma epoca, por lo que, la construcción del presente documento no se realizó a partir de una linea temporal.


De acuerdo con esta primera revisión, y con la lectura del trabajo de Mäntylä (2011) se resolvió plantear para esta propuesta de enseñanza dos niveles de organización del conocimiento, a saber, el nivel de las cualidades y el nivel de las cantidades. Estos niveles, orientaron la planificación de la propuesta de enseñanza, en la cuál, se vincularon las perspectivas sensoriales e instrumentales sobre el calor y la temperatura con los niveles de organización. A partir de estas reflexiones, el docente en formación tuvo las herramientas dicitplinares y didacticas que aportaron significativamente en la construcción de las actividades finales.

En este sentido, la propuesta de enseñanza se construyó a partir de cinco actividades, las cuales, estuvieron orientadas en: a) la ampliación de las experiencias térmicas de estudiantes respecto a la observación, identificación y organizacion de las cualidades que presentan las sustancias al ser calentadas y enfriadas y b) las reflexiones por parte de los estudiantes en la diferenciación de los conceptos de calor y temperatura.

Habiendo planteado los objetivos generales de la propuesta de enseñanza, se decidió que esta misma se iba a realizar con los estudiantes de grado once del Instituto Pedagógico Nacional, dado que, era el curso en el cual venia realizando mis observaciones sobre las necesidades de conocimiento de los estudiantes en relación con el plan de estudios que tenia propuesto el docente de la institución. La implementación, se realizó en tres sesiones cada una de 90 minutos con una población de 22 estudiantes, quienes pertenecian a aula regular.

Finalmente, con los resultados obtenidos de la implementación estos se analizaron en función de los sigientes criterios: a) Los apredizajes o reflexiones que realizaron los estudiantes en relación con cada una de las actividades llevadas al aula y b) los alcances de la propuesta de enseñanza en función de los objetivos de enseñanza planteados.

A partir de estas acciones, se desarrolló por completo la construcción del documento final que aquí se presentará.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Revisión al currículo</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 7	

6. Conclusiones

Las reflexiones realizadas sobre los conceptos macroscópicos de calor y temperatura permitieron configurar la perspectiva de enseñanza para la construcción de las actividades que componen la presente propuesta. En este sentido, la lectura y el análisis de las experiencias representativas abordadas en el presente trabajo y las necesidades de enseñanza de los estudiantes en relación con su ampliación de experiencias respecto a diversas situaciones térmicas permitieron al autor orientar, diseñar e implementar las actividades propuestas para la diferenciación del calor de la temperatura.


De acuerdo con las reflexiones hechas a partir de la implementación de las actividades, la presente propuesta de enseñanza amplió en campo de experiencias de los estudiantes en relación con el uso de la actividad sensorial cotidiana, es decir, los estudiantes consiguieron ampliar mayores experiencias térmicas que les permitió la observación e identificación de cualidades que antes no utilizaban para organizar las sustancias calientes y frías, y, que con base en las situaciones propuestas utilizaron dichas cualidades para establecer por ellos mismo un criterio de organización respecto a las sustancias calientes y frías.

De la misma manera, los estudiantes ampliaron su campo de experiencias respecto a la actividad instrumental que permite la medida de las sustancias calientes y frías, porque, la construcción del termoscopio y el uso del termómetro los estudiantes encontraron nuevas situaciones térmicas que antes no tenían conocimiento. En este sentido, los instrumentos utilizados en las situaciones propuestas les aportó conocimientos relacionados con el calor latente de fusión, la capacidad calorífica de las sustancias y la cantidad de sustancia, aquellos factores que ellos mencionaron en sus repuestas, y que les dio herramientas para diferenciar calor de temperatura.

Por lo anterior, se considera que la presente propuesta de enseñanza tuvo como alcance principal la adquisición de experiencias térmicas que les permitiera a los estudiantes referirse sobre los conceptos de calor y temperatura a partir una perspectiva sensorial e instrumental. Es así, que se encontró que las interpretaciones alrededor de estos dos términos iban modificándose en relación con cada una de las situaciones térmicas propuestas, de tal manera que, su lenguaje presentó modificaciones en función de las situaciones sensoriales y las situaciones instrumentales.

Finalmente, respecto a la diferenciación de calor y temperatura por parte de los estudiantes, se concluye que ellos reconocen que estos dos conceptos son diferentes. Sin embargo, el concepto de temperatura no se ajusta a la perspectiva que postuló el docente en formación para su enseñanza, sino que, la mayoría de los grupos de estudiantes privilegiaron su conocimiento sobre la temperatura “como el movimiento de las partículas de una sustancia”, lo cual, está perspectiva no hacía parte de la actividad sensorial o instrumental trabajadas en la propuesta de enseñanza.

Respecto al concepto de calor, los estudiantes presentaron sus perspectivas muy relacionadas con las postuladas por el maestro en formación, dado que, concibieron al calor como una cualidad que poseen las sustancias que puede ser afectado por su entorno, por otras sustancias o por las fuentes de calor. En este sentido, se considera que la propuesta de enseñanza tiene mayor sustento en el ámbito conceptual del calor, ya que, sus respuestas se relacionan con las actividades experimentales.

 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 7 de 7	

Elaborado por:	Hernández Martínez, Julián Camilo
Revisado por:	Cifuentes Arcila, María Cristina

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

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1 EL CALOR Y LA TEMPERATURA COMO CONCEPTOS Y CANTIDADES MACROSCÓPICAS	4
1.1 Calor y temperatura: dos conceptos organizados mediante los sentidos	4
1.2 El calor como un tipo especial de sustancia y sus instrumentos de medida	6
1.3 Fahrenheit: la construcción de su termómetro.	11
1.3.1 Determinación de los puntos de ebullición de diferentes líquidos.....	14
1.3.2 Construcción y calibración del termómetro.....	15
1.3.3 Refinamiento del termómetro	17
1.4 Calor específico y latente: dos conceptos que diferencian el calor de la temperatura.....	17
1.4.1 Calor específico: una cantidad propia de cada sustancia.....	19
1.4.2 Calor latente: un comportamiento inusual en el cambio de fase de las sustancias .	21
1.5 El calor, la temperatura y su perspectiva de enseñanza	23
2 ASPECTOS PARA EL DISEÑO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA DE LOS CONCEPTOS DE CALOR Y TEMPERATURA.....	25
2.1 Uso de reflexiones históricas y didácticas para el diseño de propuesta de enseñanza de los conceptos de calor y la temperatura	25
2.2 El rol de la actividad experimental en la construcción de la propuesta de enseñanza	30
2.3 Necesidades educativas de los estudiantes de la institución.....	33
2.4 Actividades realizadas para la diferenciación entre el calor y la temperatura	35
2.4.1 Actividad 1: ¿Qué sabemos sobre lo que está caliente y lo que está frío?	36
2.4.2 Actividad 2: Utilizando los sentidos como instrumentos para organizar lo caliente y frío	37
2.4.3 Actividad 3: Construcción del termoscopio.....	40
2.4.4 Actividad 4: Cualidad extensiva e intensiva del calor y la temperatura.....	41
2.4.5 Actividad 5: Diferenciando el calor de la temperatura	42
3 IMPLEMENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS EN LA INSTITUCIÓN	44
3.1 Ejecución de la primera actividad	44
3.2 Ejecución de la segunda actividad.....	45

3.3	Ejecución de la tercera actividad.....	47
3.4	Realización de la cuarta actividad	49
3.5	Realización de la quinta actividad	51
4	REFLEXIONES FINALES	54
5	Bibliografía.....	56
6	Anexos	58
6.1	Anexo 1: Actividad primera sesión	59
6.2	Anexo 2: Actividad segunda sesión	64
6.3	Anexo 3: Actividades de la tercera sesión.....	69

LISTA DE IMÁGENES REFERENCIADAS EN EL TEXTO

Imagen 1: El termoscopio de Galileo.	8
Imagen 2 <i>Termómetro de Von Guericke.</i>	11
Imagen 3: Método de Romer para la calibración de su termómetro	13
Imagen 4: <i>Termómetro de Fahrenheit. Tomada de Van Der Star (1983)</i>	16
Imagen 5: Cualidades que representan diferentes estados térmicos	37
Imagen 6 :Cambio de estado como cualidad qué cambian cuando el agua es calentada.....	38
Imagen 7 : : El color como cualidad que cambia cuando el alambre es calentado	39
Imagen 8 : El volumen como cualidad que cambia cuando las bombas son calentadas o enfriadas	39
Imagen 9 La cualidad del volumen cambia cuando la temperatura aumenta o disminuye.....	40
Imagen 10: Cualidad extensiva que permite empezar a diferenciar el calor de la temperatura ...	41
Imagen 11 : La cualidad intensiva como medio para diferenciar calor de temperatura	42
Imagen 12 :Calor latente de fusión	43
Imagen 13: Representación de las cualidades muy frío, frío, tibio, caliente y muy caliente según un grupo de estudiantes	45
Imagen 14 : Observación de los estudiantes de las características de cada una de las situaciones propuestas.....	46
Imagen 15 :Cualidad de brillo utilizada por los estudiantes para organizar los valores de frío, tibio y caliente	48
Imagen 16 :Explicación de los estudiantes de las diferencias en las temperaturas de los recipientes.....	49
Imagen 17: Explicación de los estudiantes respecto a las cantidades de calor adquirido por los recipientes.....	49
Imagen 18: Respuesta de los estudiantes sobre las diferentes temperaturas del agua y alcohol.	51
Imagen 19: Concepción de los estudiantes sobre los conceptos de calor y temperatura	52

INTRODUCCIÓN

Este documento, aborda reflexiones educativas y disciplinares las cuales están encaminadas en presentar una propuesta de enseñanza alrededor de los conceptos de calor y temperatura. Para ello, se establecieron relaciones entre el contenido disciplinar en el área de física con las necesidades de conocimiento de los estudiantes del Instituto Pedagógico Nacional con el fin de generar espacios educativos que aporten nuevas experiencias cognoscitivas en la formación académica de los estudiantes.

Por esta razón, se realizó una propuesta de enseñanza que tuvo como objetivo proporcionar a los estudiantes experiencias sensibles alrededor de ciertas situaciones térmicas con el propósito de que ellos construyan descripciones y explicaciones sobre el comportamiento que presentan las sustancias cuando son calentadas o enfriadas que les permita a los estudiantes diferenciar los conceptos de calor y temperatura.

Por consiguiente, se empieza reconociendo que existen una variedad de investigaciones en el área de la educación en ciencias que abordan estos dos conceptos, tales como, los desarrollados por Bustos & Sotelo (2008), Mäntylä (2011), Zambrano (2007), entre otros, quienes exponen y discuten diferentes aspectos y perspectivas en relación con; las concepciones alternativas que poseen los estudiantes respecto a estos dos términos, las problemáticas en el aprendizaje, las diferentes propuestas de enseñanza, entre otras.

Mediante las interpretaciones que el docente en formación realizó sobre estos trabajos, se considera qué los estudiantes poseen dificultades al momento de comprender los conceptos científicos de calor y temperatura, porque estos términos son utilizados a partir de un lenguaje muy cotidiano para realizar descripciones de situaciones térmicas que involucran variedad de significados

De aquí que, existen diversidad de frases que son utilizadas para describir variadas situaciones térmicas que se pueden presentar día a día. Por ejemplo, expresiones como: a) “qué calor hace el día de hoy”, cual asocia al calor como una sensación térmica, b) “se necesita mucho calor para calentar el agua”, en el que el calor es considerado como aquella cantidad que posibilita a una sustancia estar más caliente o más fría o c) “esa cobija es muy caliente y no deja salir ni entrar el frío” asume el calor como una propiedad de los cuerpos de tener o ceder calor a los demás.

En este sentido, también es conveniente mencionar que es frecuente que los estudiantes consideren al calor y la temperatura como dos términos equivalentes, dado que, las expresiones como: “esta semana sube el calor” o “se espera una semana con fuertes picos de calor”, son ejemplos de este uso equivalente de estos dos términos.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, resulta pertinente diseñar implementar y evaluar propuestas de enseñanza que ofrezcan a los estudiantes ricas y variadas oportunidades para construir nuevos significados para los términos calor y temperatura; significados más coherentes con aquellos que las comunidades científicas consensuado para estos mismos términos. Es decir, propuestas que permitan a los estudiantes trascender del lenguaje cotidiano al lenguaje de las ciencias.

En este orden de ideas, la pregunta desencadenante que orientó esta investigación fue: *¿Qué tipo de actividades conllevan a los estudiantes del Instituto Pedagógico Nacional a ampliar su campo de experiencias térmicas que les permita generar oportunidades para que diferencien los conceptos de calor y temperatura?* En relación con esta pregunta, el objetivo de este trabajo de grado consintió en desarrollar una propuesta de enseñanza sobre los conceptos de calor y temperatura, en la cual, los estudiantes de grado once del Instituto Pedagógico Nacional amplíen sus campos de experiencias con los fenómenos térmicos con el fin de realizar nuevas organizaciones conceptuales tendientes a establecer una diferenciación entre el calor y la temperatura.

Así mismo, con el fin de alcanzar el objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos, que son de orden metodológicos: a) establecer los fundamentos teóricos que orientan el diseño de la propuesta de enseñanza; b) diseñar una propuesta de aula teniendo en cuenta los fundamentos teóricos, c) implementar la propuesta de enseñanza diseñada en Instituto Pedagógico Nacional y d) analizar y reflexionar los resultados obtenidos durante la implementación en términos de la diferenciación de los conceptos de calor y temperatura.

Por lo tanto, para cumplir los objetivos planteados lo primero que se realizó consistió en la revisión de ciertas experiencias representativas en el ámbito de la enseñanza de las ciencias que permitió al docente en formación construir y organizar una reflexión alrededor de los conceptos de calor y temperatura, a partir de una serie de cuatro preguntas propuestas que orientaron las diferentes concepciones que se tenían sobre estos dos conceptos.

Fue así, como decidió organizar la construcción del CAPITULO 1 en el cual, los lectores encontraran las respuestas a las preguntas que se propusieron y las perspectivas sobre el calor y la temperatura que se tomaron como base, las cuales no obedecen a un orden cronológico dado que, la organización de esta reflexión no se realizó en función en una línea temporal, sino que, se abordaron las problemáticas principales en relación con las etapas de desarrollo de los conceptos de calor y temperatura que involucraron diferentes formas de pensamiento.

Esta primera reflexión, concluyó con la perspectiva de enseñanza que se iba a considerar en la construcción de la propuesta. De aquí que, se consideró que las concepciones alternativas que poseen los estudiantes en relación con estos dos conceptos y la perspectiva sobre el rol que desempeñó la actividad experimental fueron aspectos fundamentales en el proceso de elaboración de la propuesta de enseñanza.

Por esta razón, en el CAPITULO 2 los lectores encontraran las reflexiones que se hicieron sobre las experiencias representativas que se abordaron y la cuales, orientaron y aportaron significativamente elementos de orden didácticos y cognoscitivos que se retomaron y se ajustaron en la construcción y la organización de las actividades de enseñanza sobre los conceptos de calor y temperatura que se exponen también en este capítulo.

Teniendo la organización de las actividades, se procedió con la implementación de estas mismas en el Instituto Pedagógico Nacional con los estudiantes de grado once. Para cada una de las actividades, se exponen las complicaciones que tuvieron en la realización de la propuesta de enseñanza y los aprendizajes de los estudiantes en relación con los conceptos de calor y temperatura y su diferenciación. Por ello, En el CAPITULO 3, los lectores encontraran la puesta en marcha de las actividades propuestas y los respectivos análisis en relación con los objetivos que se planearon para cada una de las actividades.

Finalmente, en el CAPITULO 4 los lectores encontraran las reflexiones finales sobre la construcción del presente escrito, sobre la implementación y los alcances que se lograron en la realización de las actividades con los estudiantes de la institución

1 EL CALOR Y LA TEMPERATURA COMO CONCEPTOS Y CANTIDADES MACROSCÓPICAS

Es común que en la vida diaria las personas utilicen el sentido del tacto para determinar qué tan caliente o que tan frío está un cuerpo, es decir, usan el sentido del tacto para organizar su experiencia sensible en términos de lo caliente y lo frío: “ese vaso está caliente”, “el agua está fría”, entre otras. Esta organización de la experiencia sensible -en muchos casos- se acompaña del uso de la palabra “calor” para referirse a una especie de sustancia, un fluido, que contiene los cuerpos calientes, y de la palabra “frío” con una connotación semejante y contraria (Silva, 1995): por ejemplo; frases como “arrópanse que se le va el calor” o “se me metió un frío en el brazo” enmarcar esta perspectiva

Adicionalmente, es habitual el uso de la palabra “temperatura” como sinónimo de “calor”, es así, que expresiones como “hoy ha sido el día más caluroso del año” o “la estufa está caliente” o “el vino se encuentra muy frío” ejemplifican que las cualidades de caliente o lo frío ejemplifican la manera más sencilla que las personas utilizan para referirse a la temperatura a que se encuentra un cuerpo o sustancia.

La organización de las cualidades térmicas de los cuerpos a partir de los sentidos, la comprensión del calor y el frío como sustancias contrarias, y la no diferenciación entre temperatura y calor enunciadas, guarda semejanza con algunas de las ideas propuestas en otras épocas por diversos pensadores, entre los que se destacan Aristóteles, Galeno, Galileo, Von Guericke y Black. Por esta razón, a continuación, se presentan algunas de estas ideas.

Es de aclarar que esta presentación no necesariamente obedece a un orden cronológico, ya que diferentes formas de pensamientos sobre el calor y la temperatura coexistieron en una misma época. Tampoco se ajusta a los estándares de la historia y la filosofía de las ciencias. Más bien, se hace uso de algunos aspectos de la historia de la ciencia, particularmente de la física, para derivar lecciones empírico-conceptuales que me permitan orientar un proceso de enseñanza de la física que enriquezca las experiencias térmicas de los estudiantes, en aras de establecer un primer nivel de diferenciación de los conceptos de calor y temperatura.

1.1 Calor y temperatura: dos conceptos organizados mediante los sentidos

En el orden de establecer un primer nivel de organización acerca de los conceptos de calor y temperatura, se reconoce que principalmente las personas utilizan los sentidos para identificar

cuando una sustancia está fría o caliente. Adicionalmente, utilizan el lenguaje cotidiano para referirse a dichas sensaciones, mediante los términos caliente y frío. En la filosofía natural griega también prevalecía esta aproximación sensorial a las situaciones térmicas. Para saber que tan calientes o frías estaban las sustancias, los griegos hacían mediciones cualitativas utilizando el sentido del tacto. Adicionalmente, organizaban, clasificaban y comparaban las sustancias de acuerdo con sus efectos en la piel, mediante una escala de cuatro valores de calor y cuatro de frío, a saber, leve, moderado, severo y extremo (Sherry, 2011).

Esta escala de valores se construyó a partir de la idea de que las cualidades de calor y frío eran dos propiedades diferentes y opuestas, esto porque los efectos que producía el frío como sentir “escalofríos” eran diferentes a los efectos que producía el calor que están más relacionados con las quemaduras en la piel. Estas primeras escalas fueron utilizadas en la medicina griega, en el cual el principio de las cualidades opuestas era aplicado a los pacientes, es decir, que para la curación de quemaduras extremas se debía aplicar sustancias que produjeran en la piel frío extremo.

Desde esta perspectiva, el concepto de calor -cualquiera que fuese su causa- era considerado como una cualidad de cada uno de los elementos que producía cambios en las sustancias cuando se calentaban o se enfriaban y que solo era propiamente medible principalmente mediante atributos cualitativos de comparación, donde los términos calor y temperatura fueron considerados como sinónimos. Lo anterior, no permitía establecer una diferenciación clara que estableciera cuando se hablaba de calor y cuando se hablaba de temperatura, sino que, estos términos se asumían como una cualidad que poseían las sustancias sobre la base de lo caliente y lo frío.

Estas dos últimas cualidades las usó por Aristóteles para postular que cada elemento estaba combinado por dos cualidades fundamentales y opuestas una a la otra, a saber, cálido-frío y húmedo-seco. De esta manera, el fuego estaba compuesto de la unión de lo cálido y lo seco, el agua de lo frío y húmedo, la tierra de lo frío y seco y el aire de lo cálido y húmedo. Estos elementos y sus cualidades podían interactuar entre sí, por ejemplo, si se calentaba el agua con fuego se daba paso al elemento aire, el cual era húmedo como el agua y cálido como el fuego. A partir de la interacción de estas últimas cualidades, se explicaba la composición de los cuatro elementos de la naturaleza: agua, tierra, aire y fuego (Bustos & Sotelo, 2008).

Esta manera de pensar la interacción de las cualidades opuestas de los elementos, las determinaciones sensoriales sobre qué tan caliente o fría está una sustancia, los efectos que éstas producían en la piel y la construcción de una escala cualitativa de niveles de calor y frío, fundamentaron la idea sobre entender que lo caliente y lo frío eran cualidades inherentes de las sustancias, porque por más que se palpará una sustancia fría o una caliente varias veces, la sensación, los efectos y su nivel de organización siempre iba a ser el mismo, es decir, de naturaleza fría o caliente, y opuesta la una de la otra.

Esta manera de entender las cualidades caliente y frío surgía a partir del uso del sentido del tacto. Sin embargo, el uso del tacto o de los sentidos propiamente pueden llegar a ser engaños o imprecisos para la medición de “la cantidad de calor o frío” que poseen los cuerpos. Por ejemplo, Luke (citado por Zambrano, 2007) demostró que, si se introduce una mano en un recipiente con agua caliente y la otra en un recipiente con agua fría, y luego se introducen ambas manos en un recipiente con agua “tibia”, la sensación en cada mano sería diferente: la mano previamente introducida en agua fría tendría la sensación de que el agua está más caliente que la mano introducida previamente en el agua “tibia”.

Por esta razón, las determinaciones sensoriales empezaron a tomar un segundo plano y, por ende, las determinaciones debían realizarse sin la intervención directa de los sentidos. En consecuencia, los científicos debían buscar nuevas formas de organizar las cualidades de lo caliente y lo frío a partir de instrumentos que no fuera el cuerpo humano. Este nuevo proceso de organización marco una nueva etapa experimental más elaborada que impulsó la diferenciación entre los conceptos de calor y temperatura.

1.2 El calor como un tipo especial de sustancia y sus instrumentos de medida

Es común que las personas también conciban el calor como una sustancia que “fluye”, “se transfiere”, “se comunica” o “pasa” de un cuerpo a otros, que es responsable de algunos cambios térmicos de los cuerpos. Esta concepción comparada con la concepción del calor como sensación térmica, que se discutió previamente, permite elaborar nuevas descripciones para los procesos térmicos, por ejemplo, afirmar que un cuerpo se calienta porque recibe mucha sustancia de calor.

Pero la concepción sustancialista del calor no solo predomina en las expresiones cotidianas de los sujetos, también fue una concepción predominante en las comunidades científicas del siglo XVI

y XVII. En estos siglos, las ideas aristotélicas sobre el calor fueron controvertidas por algunos científicos. Van Helmont y Joachim Becher coincidieron en postular que el fuego era la fuente de calor y que su acción sobre las sustancias era la que posibilitaba sus transmutaciones y/o transformaciones. Específicamente, Van Helmont pensaba que existía una quinta esencia presente en el ambiente (alcahesto), la cual al ser activada por el fuego permitía transformar o transmutar las sustancias (Bustos & Sotelo, 2008). Por ejemplo, esta esencia permitía transformar el agua líquida en vapor de agua o en hielo y, a su vez, permitía la transmutación del agua en madera. Becher por su parte, pensaba que existía un fluido material no transmutable (flogisto) que estaba presente en cualquier material combustible y que era transformable por el calor (Wojtkowiak, 1987).

Desde esta perspectiva, el agua en estado sólido (hielo) contenía una cierta cantidad de flogisto, si el hielo se calentaba, las partículas de flogisto comenzaban a moverse hasta una velocidad que les permitía fluir: salir del hielo al ambiente, razón por la cual el hielo empezaba a perder su forma sólida

Estas primeras teorías de entender el calor como sustancia promovieron la idea de que los cuerpos más calientes poseen más calor y viceversa, esto porque, la cantidad de sustancia que poseía el calor del fuego debía ser transmitida directamente a la sustancia, en otras palabras, entre más tiempo durara una sustancia bajo la acción de una fuente de calor, más “sustancia del calor” iba a recibir esta misma y, por lo tanto, con el paso del tiempo iba a estar más caliente. Aunque estas dos teorías fueron reevaluadas: el alcahesto por no lograr explicar los procesos de transmutación y el flogisto por no lograr explicar la pérdida de peso de los cuerpos al calcinarlos, sus influencias sustanciales fueron muy utilizadas para responder a la pregunta de *¿cómo conocer si una sustancia está caliente o fría sin la necesidad recurrir al sentido del tacto?* (Zambrano, 2007)

La construcción de una respuesta a esta pregunta implicó pensar que las cualidades de caliente y frío corresponden a dos valores de una misma cualidad: “la temperatura”, y no a dos extremos de cualidades diferentes -como lo pensaban los griegos- y a su vez, a pensar al calor como un tipo de “*especial de sustancia*” que posibilitaba los cambios y las transformaciones físicas y químicas de los cuerpos al ser colocados bajo la acción de una fuente de calor (Bustos & Sotelo, 2008). En este sentido, el calor producía en las sustancias ciertos cambios característicos -movimientos turbulentos cuando una sustancia líquida empezaba a hervir, pasar de fluido a sólido, producir cambios en el

color de los cuerpos, entre otros- que aportaron herramientas a los científicos de la época para el desarrollo y avance de los *instrumentos de medida de la temperatura* (Zambrano, 2007).

A partir de estas ideas, se desarrolló un instrumento de medida: el termoscopio -véase la imagen 1-. Uno de los más representativos fue el elaborado por Galileo en el siglo XVI. Este instrumento estaba formado por un recipiente que contenía agua y sustentaba una columna de vidrio, la cual, al final contaba con un bulbo donde el aire se acumulaba. De esta forma, cuando el aire era calentado, este salía del bulbo y empezaba a bajar por la columna hasta que, en el punto más bajo, cerca de la superficie del agua, esta empezaba a hervir. En ese punto el termoscopio indicaba “el valor más alto de calor que poseía un cuerpo”. De forma contraria, cuando el aire se enfriaba, este se contraía y el agua empieza a subir por el tubo. Cuando todo el aire está contenido en el bulbo, el termoscopio indicaba “el valor más bajo de calor que posee un cuerpo”. Finalmente, este dispositivo, no contaba con una escala.

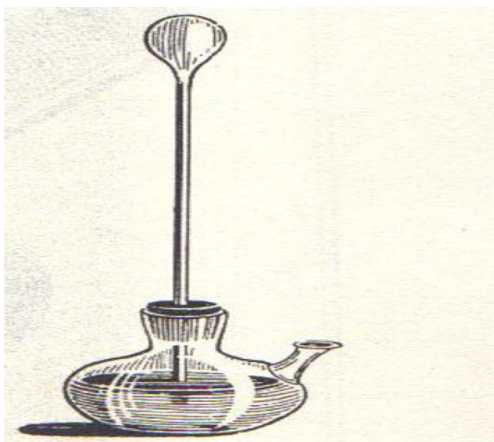


Imagen 1: El termoscopio de Galileo.
Imagen tomada de Sherry (2011).

En termino generales, el termoscopio al ponerse en contacto con un cuerpo permitía determinar de forma “confiable” que tan caliente o fría estaba el cuerpo, a partir de las propiedades termométricas de los fluidos que lo constituían (Zambrano, 2007). Inicialmente, se utilizó la variación del volumen de los fluidos (dilatación y contracción) al ser enfriados y calentados como propiedad termométrica, debido a que estas variaciones fueron consideradas como objetivas y confiables (Zambrano, 2007). Dicho de otra manera, las mediciones instrumentales sobre qué tan caliente o fría estaba una sustancia pasaron de estar en relación con los efectos que estas producían en la piel, tales como quemaduras o condiciones de frío extremo, a mediciones en términos de la dilatación volumétrica –estudiada en el siglo XVI-. Esta transición se constituiría en un puente conceptual entre la visión cualitativa y la visión cuantitativa de la temperatura (Zambrano, 2007).

En conclusión, el termoscopio de Galileo fue construido bajo el presupuesto de que la dilatación o la contracción de la sustancia termométrica tenían una relación con el aumento o la disminución en la cantidad de calor que poseía un cuerpo. Este instrumento posibilitó un cambio de

pensamiento porque las mediciones instrumentales sobre qué tan caliente o fría estaba una sustancia pasaron de darse en relación con los efectos que estas producían en la piel, tales como quemaduras o condiciones de frío extremo, a darse en términos de la dilatación volumétrica, cuales eran un poco más objetivas.

Sin embargo, el termoscopio no indicaba la cantidad de calor o frío que poseía un cuerpo, porque en ese entonces no se había trabajado en la construcción de una escala que permitiera medir la “cantidad de calor” (Sherry, 2011). En consecuencia, a la dilatación volumétrica de las sustancias se le siguió atribuyendo comparaciones cualitativas de más caliente o más fría en función a los efectos que producía el calor en los cuerpos (Zambrano, 2007). Es decir, entre más caliente estuviera un cuerpo mayor iba a hacer la expansión volumétrica de la sustancia termométrica, y en el caso contrario, si un cuerpo estaba muy frío se observaba de forma notable la contracción volumétrica de la sustancia. En consecuencia, surgió la pregunta ¿cómo medir la cantidad de calor o frío que puede poseer una sustancia?

El desafío que planteaba responder esta última pregunta radicaba en que el calor *era considerado como una sustancia invisible, sin peso, y que, en consecuencia, no se podía medir*. Por lo anterior, la medida de la “cantidad de calor” que poseía un cuerpo se hacía de forma indirecta: en función con los efectos que este producía en las sustancias (Votsis & Schurz, 2012) (Zambrano, 2007). Así, para responder a la anterior pregunta, se partió de la idea de que la “observación” del calor se podía hacer de manera indirecta, y que los cambios que este generaba en las sustancias podían ser los referentes para establecer los valores de su medida (Votsis & Schurz, 2012). Es decir, si se conocía los cambios en las cualidades de las sustancias termométricas cuando se les suministra calor, estos podrían ser utilizados como referentes para la comparación de cuanto más caliente o más fría estaba una sustancia que otra.

Por ejemplo, el agua tiene diferentes cambios físicos cuando es colocada bajo una fuente de calor como pasar de un sólido a un fluido, burbujear antes de hervir, evaporarse, entre otros. Estos cambios junto con la idea de la dilatación de los cuerpos fueron la base para el establecimiento de una medida del calor que poseía una sustancia, es decir, cuando una cierta cantidad de agua se calentaba después de un tiempo, comenzaban a aparecer burbujas con un poco de vapor, estos cambios producirían en el instrumento de medida una dilatación mayor de la sustancia termométrica, por lo que, a mayor dilatación de la sustancia termométrica mayor cantidad de calor poseía un cuerpo

y viceversa. De esta manera, el establecimiento de una relación entre los cambios físicos de las sustancias y las propiedades termométricas abrió el camino para la construcción de escalas cuantitativas para la medición de los grados de calor (Zambrano, 2007).

Utilizando estas ideas Von Guericke, en el siglo XVII, construyó un instrumento muy similar al termoscopio de Galileo para medir la “temperatura” del ambiente. Este instrumento como se pueden observar en la imagen 2A, consistía en un bulbo que contenía aire e iba conectado a un capilar el cual contenía alcohol. Este dispositivo no era afectado por la presión atmosférica porque estas dos partes (bulbo y capilar) estaban cerradas al ambiente (Sherry, 2011) (Cruz, 2005). Adicionalmente, el capilar estaba ubicado dentro de un tubo de vidrio que estaba conectado a una polea, de la cual colgaba un hilo que iba sujeto a un indicador situado dentro del termómetro. El indicador permitía registrar la dilatación o contracción volumétrica del alcohol cuando el termómetro se exponía a los cambios de temperatura del ambiente.

Von Guericke graduó su termómetro a partir de la dilatación o contracción del alcohol en “el día más caluroso en verano”, “la noche más fría en invierno”, “la tarde más templada de otoño”, entre otros, durante varios años buscando establecer patrones que se repitieran con el fin de obtener un instrumento de predicción meteorológica (Cruz, 2005). Fue así como terminó construyendo una escala cualitativa de ocho grados de temperatura ordenados de la siguiente forma: “*Magnus Frigus*”, “*Aire gélido*”, “*Aire sub-gélido*”, “*Aire ambiente*”, “*Aire sub-cálido*”, “*Aire cálido*” y “*Magnus Calor*” (Sherry, 2011). En la imagen 2B se pueden observar dicha escala, en la cual “*Magnus frigus*” corresponde al valor más alto de la escala y “*Magnus Calor*” corresponde al valor más bajo.

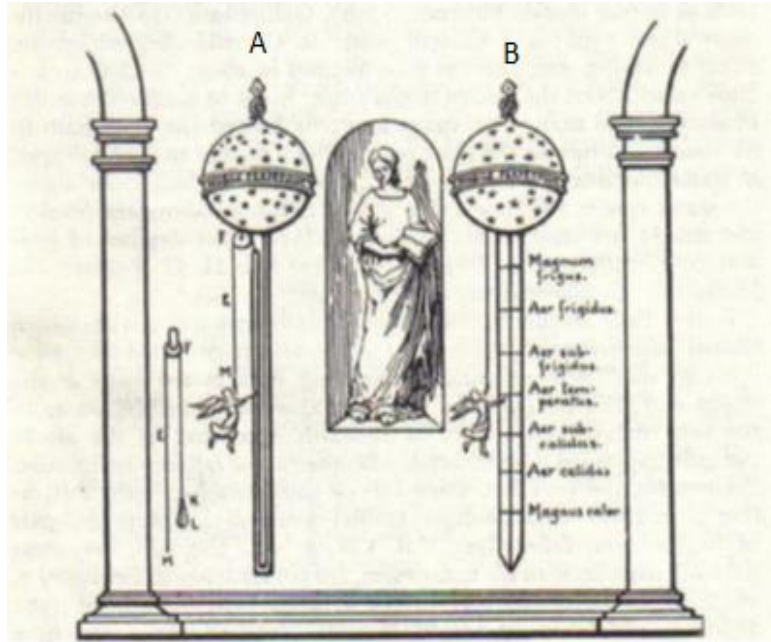


Imagen 2 Termómetro de Von Guericke.
Imagen tomada de (Sherry, 2011)

Entender lo anterior, dio paso para la construcción de instrumentos -como el desarrollado por Von Guericke- con escalas que posibilitaron graduar la cantidad de calor o frío que poseían los cuerpos en función de los cambios físicos que estos presentaban cuando son colocados bajo la acción de una fuente de calor. Sin embargo, los primeros resultados obtenidos no daban razón realmente de un valor cuantitativo de la “cantidad de calor” (Forero, 2014), puesto que no se podía establecer si los grados de calor de un estado físico a otro eran sucesivos e iguales, es decir, aun no se podía establecer argumento exacto para afirmar o refutar si se necesitaba suministrar la misma cantidad de calor para pasar *Aire gélido a Aire sub-gélido* y de *Aire sub-gélido a Aire ambiente*.

En consecuencia, surge la pregunta de *¿Cómo asignar los valores que representan la cantidad grados de calor en la escala numérica?* (Zambrano, 2007). La respuesta a esta pregunta se encontraría gracias al hecho de que algunas sustancias como el mercurio, presentan dilatación volumétrica constante bajo los efectos que produce el calor sobre está. Utilizando este hecho, o mejor aun construyéndolo, Daniel Gabriel Fahrenheit en el siglo XVIII, elaboró el primer instrumento para medir de forma precisa la temperatura de los cuerpos.

1.3 Fahrenheit: la construcción de su termómetro.

Ahora bien, la mayoría de las personas han tenido alguna vez un termómetro en sus manos, quizá para tomarse la temperatura si tiene fiebre, para medir la temperatura de una sustancia en una clase de física o entre otras situaciones. Los termómetros, son aquellos instrumentos que permiten conocer cuál es la temperatura de los cuerpos utilizando una sustancia termométrica. Además de ello, los termómetros poseen una escala numérica que, en función de la dilatación, indica la temperatura a la que se encuentra un cuerpo. Reconocerlos es muy fácil, pero su diseño, construcción y refinamiento fue un proceso que implicó responder primero a las preguntas sobre *¿cómo medir la cantidad de calor o frío que puede poseer una sustancia?* y *¿Cómo asignar los valores que representan la cantidad de grados de calor en la escala numérica?* Estas preguntas permitieron construir un *instrumento universal* que permitiría medir la temperatura que poseían las sustancias (Sherry, 2011).

En el siglo XVIII Amontons, Romer y Fahrenheit utilizaron métodos diferentes al desarrollado por Von Guericke, para realizar un termómetro con una escala de gradación cuantitativa (Van Der Star, 1983). Es de destacar que Amontons reinterpretó la expansión térmica del mercurio y el aire en los barómetros para indicar el grado de calor de los cuerpos, y a partir de esto construyó una escala cuantitativa (Van Der Star, 1983). Romer por su parte, ideó un método de calibración a partir de dos puntos fijos, el agua-hielo y el agua en ebullición, el cual se describe a continuación:

... [Romer, afirma Van Der Star, construyó] un termómetro a base de alcohol que calibró introduciéndolo en una mezcla de hielo congelado, y finalmente en agua hirviendo. Él marcó el punto de agua hirviendo como 60° . En el orden de evitar temperaturas negativas, extendió su escala descendiendo $1/8$ del punto de congelamiento del agua, de esta forma alargó su escala en $7 \frac{1}{2}$ veces mayor [Esta se convirtió en la escala Ro] [...] Él, construyó muchos termómetros pequeños los cuales calibró con la ayuda de su termómetro estándar. Para este propósito, sumergió sus termómetros en hielo o nieve y marcó el nivel de las columnas del líquido. Después, sumergió los termómetros en un baño de agua, la cual mantuvo a $22 \frac{1}{2}^{\circ}$ Ro con la ayuda de su termómetro estándar. De nuevo, hizo una marca en la parte de arriba de las columnas del líquido. Romer encontró el cero de su escala descendiendo la mitad de la distancia entre dos puntos ya marcados. Así, la temperatura del hielo [en los termómetros pequeños] fue determinada como $7 \frac{1}{2}$ y el punto superior de calibración como $22 \frac{1}{2}$. De esta forma, adquirió termómetros muy iguales. La distancia desde el punto de congelamiento del hielo hasta $22 \frac{1}{2}$ no fue la misma para todos los termómetros [debido a los diferentes

materiales usados en los capilares], por lo que tuvo que hacer una graduación especial para cada termómetro¹ (Traducción propia del libro Fahrenheit letter's to Leibniz and Boerhaave Van Der Star, 1983, pág. 18).

El método anteriormente descrito, se ilustra de una mejor manera en la imagen 3, donde se representan los cuatro pasos expuestos por Romer para la calibración de su termómetro principal y sus termómetros estándares.

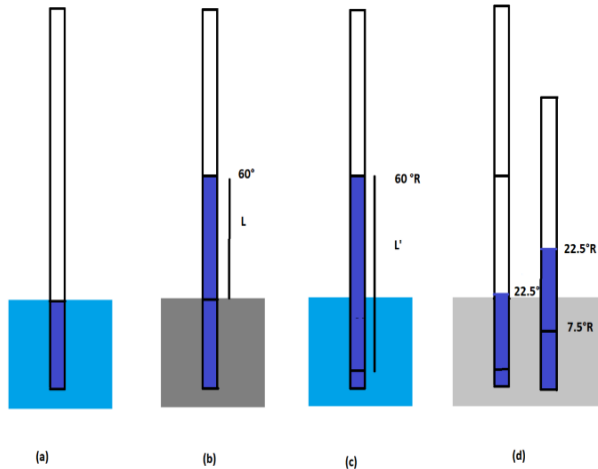


Imagen 3: Método de Romer para la calibración de su termómetro

El color azul claro en la imagen 3 indica la temperatura del hielo, el color azul oscuro indica la dilatación del alcohol, el color gris oscuro indica la temperatura del agua hirviendo y el color gris claro indica la temperatura del agua a $22.5^{\circ}R$. En la imagen 3(a) se muestra la temperatura del agua cuando el termómetro está sumergido en hielo. En la imagen 3(b) se muestra la temperatura del agua hirviendo cuando el

termómetro está sumergido con una longitud L' . En la imagen 3(c) se muestra la extensión de la escala hecha por Romer donde L'' es 7.5 veces mayor que L' . En la imagen 3(d) se muestra la calibración del punto “cero” de los termómetros estándares sobre la base del promedio de descender la mitad de las distancias de una temperatura de $22.5^{\circ}R$ y el punto marcado por la temperatura del hielo.

Inspirado en el trabajo de Romer, Fahrenheit decidió calibrar sus propios termómetros. En este proceso encontró tres problemas para obtener un instrumento que permitiera medir “correctamente” la temperatura.

¹ “He made an alcohol thermometer which he calibrated in a mixture of melting ice and water and then in boiling water. He marked the boiling point 60° . To avoid negative temperatures, he extended his scale downwards so that the freezing point of water occurred one-eighth of the way up his scale and thus became $7\frac{1}{2}^{\circ}$ (Ro). He therefore made a few shorter thermometers which he calibrated with the aid of his standards thermometer. For this purpose, he immersed his thermometers in melting ice or snow and made a mark level with the top of the column of liquid. He then immersed the thermometers in a water bath which was kept at exactly $22\frac{1}{2}^{\circ}$ (Ro).

- Primero, debió determinar los puntos de ebullición de diferentes líquidos (ya que cada sustancia tiene uno diferente) con el fin de encontrar cuál sustancia podrían ser la más adecuada para la elaboración de su termómetro.
- Segundo, debió establecer su método de calibración, el punto mínimo y el punto máximo de su escala de temperatura y la forma de gradación (Van Der Star, 1983).
- Tercero, habiendo seleccionado el mercurio como sustancia termométrica, debió hacer frente al hecho de que la altura de la columna de mercurio en termómetros elaborados con capilares de diferente tipo de vidrio era diferente a pesar de ser calentados de la misma forma, esto porque la expansión de los capilares dependía de su material y forma de fabricación.

1.3.1 *Determinación de los puntos de ebullición de diferentes líquidos*

Para resolver estos problemas Fahrenheit inicialmente estudio los puntos ebullición del agua, aire, alcohol, ácido sulfúrico y mercurio utilizando el método de Amontons publicado en la *Philosophical Transactions* en 1724. Conociendo algunos puntos de ebullición como el del agua, mercurio y alcohol, utilizó inicialmente está última sustancia para elaborar su primer termómetro cual calibró a partir de la división hecha por Romer en $22 \frac{1}{2}^{\circ}$, pero con cada división aumentada 4 veces, obteniendo un rango de 90 grados. Fahrenheit cambió esta gradación a 96 grados en 1717 porque era la mejor divisibilidad sobre la calibración del método de Romer, anteriormente ya descrito (Van Der Star, 1983).

Con el fin de establecer cuál era la mejor sustancia termométrica para elaborar su termómetro, Fahrenheit no estaba completamente conforme con el alcohol como sustancia termométrica, porque su punto de ebullición es muy bajo así este líquido tuviera un coeficiente de expansión lineal muy uniforme, de modo que, con esta sustancia, era imposible medir altas temperaturas. Él encontró “*que el mercurio tiene una expansión de 1/120 partes*” (Van Der Star, 1983). Esto significa que el mercurio incrementa su temperatura desde 0 grados Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) hasta 96°F en incrementos 1/120 partes desde el volumen que ocupaba el mercurio a 0°F . Fahrenheit empezó a usar el mercurio como un fluido termométrico porque los datos que él obtenía con esta sustancia eran muy similares cuando los comparaba con los datos que arrojaba el método de Amontons, por lo que, empezó a utilizar esta sustancia para crear su escala de temperatura.

1.3.2 Construcción y calibración del termómetro

Habiendo solucionado el problema de encontrar qué sustancia era la más indicada para la elaboración de su termómetro, Fahrenheit construyó su termómetro de la siguiente manera.

“Hizo un tubo cilíndrico con un bulbo de mercurio de aproximadamente del tamaño correcto [vertió mercurio sobre la longitud del capilar y midió la cantidad de volumen utilizado] y selló éste al capilar del tubo con una longitud correspondiente a por lo menos 600 grados [...] Colocó al final del tubo el capilar para formar un cilindro delgado con una pared de mercurio y un bulbo de aproximadamente a las dimensiones del capilar [...] Después, el tubo capilar fue sellado y el recipiente fue equipado correctamente con marcaciones de cobre². (Traducción propia del libro Fahrenheit letter's to Leibniz and Boerhaave Van Der Star, 1983. Pag 15-16).

Teniendo su instrumento terminado, la dificultad para marcar el punto cero en su escala de temperatura fue solucionada con el método de Romer. Para ello, Fahrenheit asumió como verdadero que la expansión de un líquido era proporcional al incremento de temperatura, esto a razón de que ya se habían realizado estudios sobre los cambios en el volumen que producía el calor sobre las sustancias y, además, porque Fahrenheit nunca se interesó en el estudio del calor, es decir, su motivación por hacer termómetros era principalmente comercial, no intelectual.

Inicialmente hizo su calibración con alcohol y cuando ya había encontrado el método más adecuado para dicho proceso, procedió a calibrar su termómetro de mercurio. Fahrenheit encontró el cero de su escala mediante la expansión del alcohol cuando la temperatura era incrementada desde 48°F hasta 96°F. Para respectivamente doblar o triplicar el resultado de la expansión de su escala que él encontró a una temperatura que incrementa desde 0°F hasta 96°F de su escala expandida. Desde esto, él pudo fácilmente calcular como mucho que el alcohol a 0°F necesitaba expandirse en divisiones iguales desde 0° hasta 96° cuando la temperatura del alcohol descendía exactamente desde 0°F a 96°F (Van Der Star, 1983).

² For this he made a cylindrical mercury bulb of approximately the right size and fuses it to the capillary tube with a length corresponding to at least 600 degrees or, as was also possible, he blew the end of the capillary tube to form a cylindrical thin-walled mercury bulb of approximately the right dimensions. After the capillary tube was sealed and the glass correctly fitted on the copper scale.

Lo anterior significa que él pudo medir la longitud correcta de alcohol con el tubo capilar usando el método descrito anteriormente. Esto, sin embargo, podía no ser hecho a los 0° esto porque indicó que el punto más bajo obtenido es a partir de una mezcla de hielo y sal de amoníaco, y este suceso fue más certero en invierno que en verano. Pero la misma cantidad de alcohol cual ocupaba un volumen V_0 a 0° tenía un volumen $V_0 + t$ partes para una arbitraria temperatura de t° . Fahrenheit, por lo tanto, simplificó la medida de una longitud de alcohol correspondiente a la longitud de $V_0 + t$ partes a la temperatura de t° y la colocó en su termómetro.

Después, Fahrenheit empezó a usar el mercurio también como un fluido termométrico, él fue capaz de usar el mismo método directamente para sus termómetros de mercurio una vez que había determinado la expansión de dicha sustancia. El termómetro que finalmente construyó se observa en la imagen 5, donde la escala de división de su termómetro cuya base fue cobre fue desde -8°F hasta 600°F con una longitud de 47.7 cm. Las marcas fueron hechas así: 600°F para la evaporación del mercurio, 577°F para la evaporación del plomo, 546°F para la evaporación de aceite de cobre, 421°F para el alcanfor líquido, 242°F para la evaporación del espíritu de salitre, 179°F para la evaporación de espíritus de vino, 167°F para la evaporación de cera y 32°F para el hielo (Van Der Star, 1983).

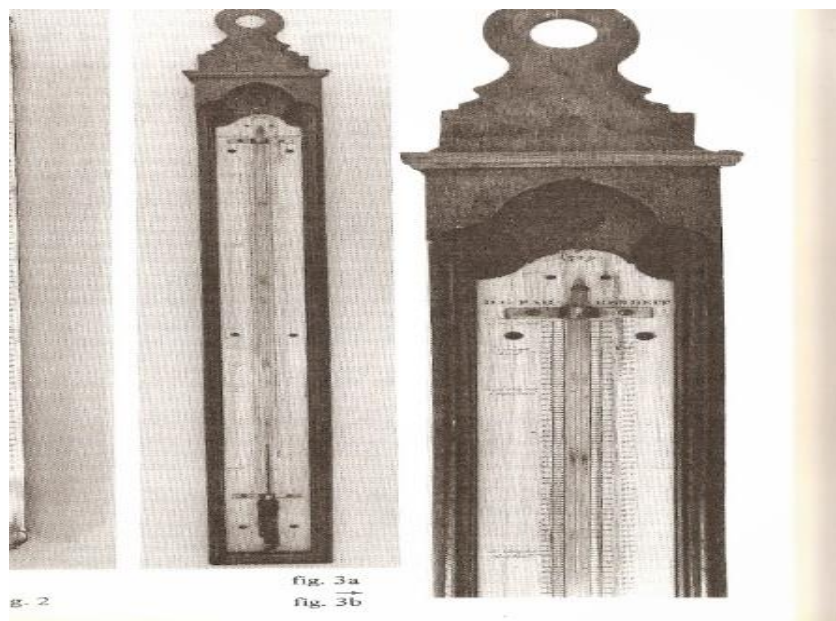


Imagen 4: *Termómetro de Fahrenheit.*
Tomada de Van Der Star (1983)

1.3.3 Refinamiento del termómetro

Fahrenheit se encontró con una tercera dificultad relacionada con el material con que había hecho sus termómetros de alcohol y mercurio, a saber, diferentes tipos de vidrio poseen diferentes coeficientes de expansión. En orden de solucionar esta dificultad y teniendo certeza de que sus experimentos con su termómetro mostraron que su trabajo se había sido hecho con la necesaria precisión, recurrió a la medida de la expansión de mercurio para una conocida temperatura desde 48° hasta 96° , medida hecha con sus termómetros estándares. Con el incremento en la medida de la longitud, Fahrenheit calculó qué volumen V_0 a 0° es el correcto para el incremento de la longitud dada por el nuevo tubo de vidrio, para ello, marcó el termómetro hecho de este nuevo vidrio a t° con una longitud de mercurio equivalente a $V_0 + t^{\circ}$ partes. De esta manera, los problemas encontrados en la marcación de los termómetros con diferentes materiales de vidrio fueron resueltos por Fahrenheit en 1721 (Van Der Star, 1983).

En conclusión, el proceso de cambio de utilizar las escalas naturales de calor y frío al estudio y uso de las características de las sustancias termométricas, permitió establecer relaciones entre los cambios físicos que podían presentar las sustancias cuando eran calentados con las escalas numéricas para representar el grado de calor y frío al que se encontraban los cuerpos. De esta manera, la creación de un instrumento que posibilitara medir de forma objetiva los grados de calor o la cantidad de calor se convirtió en una carrera simultánea entre el cocimiento empírico y conceptual, que implicó inicialmente la construcción del instrumento -termómetro- y después, como principal actor para responder a una nueva pregunta que aún no había sido resuelta *¿cuál era la relación entre cantidad de calor y temperatura?* (Zambrano, 2007). La respuesta estaba en la idea del equilibrio térmico y quién empleó grandes trabajos experimentales para responder a la anterior pregunta fue Joseph Black de quien se hablará a continuación.

1.4 Calor específico y latente: dos conceptos que diferencian el calor de la temperatura

Joseph Black fue el primer científico capaz de ampliar la manera en la que se hablaba del calor, mediante la cuantificación de la temperatura de los cuerpos cuando se les suministra calor, empleando el termómetro desarrollado por Fahrenheit (Sherry, 2011).

De esta manera como lo afirma Zambrano (2007), el termómetro surgía de unir un proceso empírico sustentado sobre la base de la creación del instrumento mismo, y, además, sobre la base de

un proceso conceptual, es decir, de la forma en cómo se organiza una escala termométrica para medir la temperatura en relación con las cualidades que presentaban los cuerpos al ser calentados o enfriados. Por lo anterior, el termómetro está completamente unido al concepto de temperatura, pero por sí solo, el instrumento no lo determina, esto explica porque primero aparece el instrumento y luego el concepto.

Además de los anteriores elementos, faltaba conocer la respuesta sobre ¿cuál era la relación entre cantidad de calor y temperatura? La construcción a esta respuesta estaba fundamentada en el concepto del equilibrio térmico, concepto que establecería las condiciones por las cuales se lleva a cabo la transmisión de calor.

En términos más concretos, Black establece que si diferentes cuerpos tales como madera, cobre, piedras o cualquier otro material posible, todos a diferentes temperaturas, si son dejados juntos en un cuarto aislados de toda fuente de calor como el sol o cualquier fuego, el calor fluirá de los cuerpos más calientes a los cuerpos más fríos, y después de un cierto tiempo, cuando el termómetro es aplicado a cada uno de estos cuerpos, este mostrará la misma temperatura para cada uno de ellos (Malagón & Ayala, 2015).

Esta manera de entender el equilibrio térmico, da como condición concebir que el calor sea una propiedad de todos los cuerpos que se transmite instantáneamente de los más calientes a los más fríos, y así, hasta que en el equilibrio térmico ningún cuerpo tiene la capacidad de demandar más calor que los otros (Romero, Ayala, & Malagón, 1996). Esta idea, permite caracterizar el estado final de cualquier tipo de sistema que actúe térmicamente, porque, cuando se establece el equilibrio térmico se dice entonces que todos los cuerpos han demandado una cierta cantidad de calor, por lo que, hay cuerpos que demandan más calor que otros y que aun así poseen al final la misma temperatura.

Entender este proceso final, permite conceptualizar que el calor es una cantidad que poseen las sustancias, donde una de las maneras en las que se puede observar sus efectos es en los procesos de desequilibrio térmico, en el que, las demandas de las cantidades de calor son diferentes en función de cada sustancia interactuante, pero que al final de este proceso de equilibración, todas las sustancias adquieren la misma temperatura. De aquí que, la razón de esta diferencia en las cantidades

de calor permita considerar a la temperatura como una magnitud que caracteriza el estado final de equilibrio de los sistemas que interactúan térmicamente.

Desde la anterior perspectiva, el termómetro sería concebido como un instrumento que al ser sumergido en las sustancias interactuaría térmicamente con ellas, en cuyo proceso, se establecería un punto de equilibrio que daría evidencia del estado final del sistema -sustancia-termómetro-, es decir, el calor se distribuiría de la sustancia más caliente a la más fría hasta que, las dos en equilibrio, ninguna demande mayor atracción de calor que la otra.

Por lo anterior, la manera de hablar del calor se establecía entonces en las cantidades de este qué eran necesarias para que se dieran las condiciones de equilibración por parte de cada una de las sustancias que interactuaban entre sí. Esta manera de hablar de calor abría la cuestión sobre ¿cuáles son las cantidades de calor que deben recibir o ceder diferentes cuerpos para llegar a una misma temperatura? Es decir ¿cuáles serían las condiciones para el establecimiento del equilibrio entre diferentes sustancias produzcan iguales cambios de temperatura? (Romero, Ayala, & Malagón, 1996). La respuesta a esta pregunta se encontraba en un tipo de calor específico el cual caracterizaba térmicamente las sustancias y sus cantidades para retener o ceder el calor.

1.4.1 Calor específico: una cantidad propia de cada sustancia.

Para la construcción de la respuesta a la anterior pregunta planteada de cómo cuantificar el equilibrio térmico, Black asumía conceptualmente dos principios teóricos el primero ya abordado en este trabajo; que el calor se distribuye entre todas las sustancias que interactúan térmicamente, precisando que la demanda de calor que requieren las sustancias se genera desde las que están más calientes a las que están más frías. El segundo principio, como lo afirma Zambrano (2007) consiste en que *“la cantidad de calor que supe o se retira de un cuerpo con el propósito de modificar su temperatura debe ser proporcional a la masa del objeto, al cambio de temperatura y a sus propiedades térmicas”* (Zambrano, 2007, pag 78).

El segundo principio fue desarrollado por Boerhaave al tratar de afrontar la transferencia o flujo de calor de una sustancia en función de su cantidad de masa. Boerhaave pensaba que el calor necesario para aumentar la cantidad de grados de calor o temperatura de diferentes sustancias en uno o más grados, debía estar en relación con la cantidad de materia que cada sustancia poseía y por consiguiente a su peso, a su volumen y, por lo tanto, a su densidad (Zambrano, 2007) (Malagón &

Ayala, 2015). Es decir que, si se tiene una cantidad mayor de materia, era necesario suministrar una cantidad mayor de calor para elevar la temperatura. Esto, conlleva a pensar que sí se tienen dos cantidades iguales de dos sustancias diferentes, para llegar a una misma temperatura, por ejemplo, 70°F era necesario suministrar la misma cantidad de calor.

Sin embargo, con el uso del termómetro y mediante la idea del equilibrio térmico, Black rechazó la tesis propuesta por Boerhaave. Agrega que.

“[L]as cantidades de calor que las diferentes clases de materia deben recibir para alcanzar el equilibrio con otros o elevar su temperatura en igual número de grados no está en proporción a la cantidad de materia de cada uno, sino en proporción muy diferente de esta. Para lo cual no he encontrado ninguna razón o principio” (Black, trad. Hecha por Malagón & Ayala, 2015, pag 5).

Black por lo anterior, se propone en la tarea de averiguar qué es lo que hace que el calor se comporte de aquella manera tan específica. y para afrontar esta perspectiva se apoya en la reproducción de los experimentos realizados por científicos como Boerhaave y Fahrenheit a partir de mezclas de iguales sustancias -agua – agua- y con mezclas de sustancias diferentes -como mercurio y agua- a diferentes grados de calor, para establecer la razón por las cuáles las cantidades de calor que deben recibir o ceder diferentes sustancias en la interacción térmica son desiguales para alcanzar el equilibrio.

Los experimentos llevados a cabo por Black sobre la mezcla de sustancias se exponen de la siguiente manera. Black mezcló una cierta cantidad de agua a 100° F y otra misma cantidad a 150° F, cuando la mezcla se realiza, la temperatura final del agua obtenida por Black fue de 125° F, es decir, el termómetro, al final, en el equilibrio, marcaba una temperatura promedio de los dos estados iniciales. Después, al cambiar el agua por mercurio, es decir, al realizar la mezcla de dos cantidades iguales de mercurio a 150°F y agua a 100°F, la temperatura en el equilibrio que encontró no es 125°F, sino que fue de 120°F (Malagón & Ayala, 2015) (Zambrano, 2007).

A partir de estos valores obtenidos por los experimentos realizados, Black concluía, que el mercurio, aunque es 13 veces más denso que el agua era 30°F menos caliente que el agua, mientras que el agua era solamente 20°F más caliente que el mercurio, pero, la cantidad de calor que el agua ganaba era la misma que el mercurio perdía.

Lo anterior, también era aplicable cuando las condiciones eran contrarias, es decir, si se realizaba la mezcla de agua a 150°F con un volumen igual de mercurio a 100°F, entonces la temperatura final de la mezcla era de 130°F. Para este nuevo caso, el agua era 20°F, menos caliente y el mercurio 30°F más caliente. Lo anterior, permitía decir que, la misma cantidad de calor tiene más poder para calentar el mercurio, que un volumen igual de agua.

En conclusión, el mercurio aun siendo una sustancia más densa que el agua, posee una menor capacidad para el calor recibir o ceder el calor que el agua, esto porque se necesita una cantidad más pequeña de calor para incrementar su temperatura en uno o más grados. Así, se entendía que cantidades iguales de calor, producían diferentes variaciones en las temperaturas de diferentes sustancias sin importar la densidad de cada una.

Mediante estos experimentos, se entiende también que Black buscaba observar cómo era el comportamiento de un cambio de un estado de equilibrio determinado entre dos sustancias iguales a otro estado de equilibrio con dos sustancias diferentes. A partir de esto, concluye que.

“[Algunas sustancias] podrían atraer y retener una mayor cantidad de este calor o materia del calor que los otros y la cantidad recibida por cada uno no estaría en proporción a sus densidades, sino en una proporción que no tiene nada que ver con esto; y quizás no haya dos de ellos que reciban precisamente la misma cantidad, sino que cada uno recibe de acuerdo [con] su propia y peculiar capacidad, o a su particular fuerza de atracción. Cada uno podría requerir su propia cantidad para elevar su temperatura en 20, grados, o reducirla, para alcanzar un equilibrio o igualdad de saturación con los cuerpos de los alrededores (Black, trad. Hecha por Malagón & Ayala, 2015, pag 119).

Finalmente, Black concluye que el aumento de la temperatura en las sustancias dependía de la naturaleza de éstas mismas sin importar la densidad, la forma o el tamaño que poseían. De los anteriores experimentos, nace la idea del concepto de calor específico o capacidad calorífica como principal conclusión.

1.4.2 Calor latente: un comportamiento inusual en el cambio de fase de las sustancias

Otro de los conocimientos que trajo el uso de termómetro fue entender que ocurría con las cantidades de calor en los cambios de estado de la materia. Era muy común la explicación en el siglo

XVIII que los cambios físicos del agua como la fusión, la vaporización o la solidificación necesitaban de una cantidad de calor para que ocurrieran dichos cambios, en otras palabras, una cantidad más de calor posibilitaba el cambio de hielo en agua.

Dicho conocimiento no estaba de acuerdo con la experiencia, esto porque para Black, si esto fuese de esta manera, las grandes cantidades de hielo y nieve almacenadas durante el invierno podrían derretirse en su totalidad tan rápido como la temperatura ambiente llegara al punto de fusión, y por lo tanto, las consecuencias serían desastrosas para los países que poseen las cuatro estaciones, porque la gran cantidad de hielo al momento de fundirse desencadenaría grandes cantidades de agua que producirían grandes inundaciones. Pero la nieve y el hielo no se derriten completamente, tarda un cierto tiempo para que ocurra dicho cambio. De aquí que el problema por resolver era ¿Cómo explicar estos cambios?

Black para solucionar la anterior pregunta, desarrolla el siguiente experimento; Se colocan dos recipientes iguales en las mismas condiciones ambientales a los cuales se les introduce un termómetro a cada recipiente. En un recipiente, se introduce una libra de agua a 33°F y en el otro recipiente, se introduce una masa de una libra de hielo a 32°F. Posteriormente son calentados con un mismo fuego, donde después de media hora, el termómetro colocado en el frasco con agua marcaba 40°F, mientras que el recipiente con hielo tardó 10 horas y media para alcanzar esta misma temperatura (Zambrano, 2007).

Del anterior experimento, se concluye que ambos recipientes reciben la misma cantidad de calor, pero el calor que recibe el recipiente con hielo es utilizado con el único efecto de transformarlo en agua, la que no es ni un poco más caliente que el agua del otro recipiente o si hay diferencia, no es percibida por el instrumento (Malagón & Ayala, 2015).

Black, termina concluyendo que cualquier sustancia sólida, llámese hielo, metal o madera, se volverá fluida mediante el proceso de recibir una cantidad de calor que debe serle suministrada por la fuente, si o si para que tome la forma de fluido. De esta manera, en la sustancia, entra una cantidad de calor mayor que no es detectada por el termómetro, y que, por lo tanto, la sustancia no se vuelve más caliente puesto que “*este calor es la causa principal y más inmediata de la fluidez que se le ha comunicado* (Black, trad. Hecha por Malagón & Ayala, 2015)”.

Sobre la base de este descubrimiento, Black encontró que este mismo comportamiento ocurría en el proceso de evaporación del agua, es decir, que había que suministrar una gran cantidad de calor para producir el vapor, sin que la sustancia aumentara su temperatura. Black finalmente llamó a este calor como *calor latente*, a la cantidad de calor suministrado por una fuente que permite que se produzca un cambio fase de una sustancia, sea de fusión o evaporación, sin incrementar su temperatura.

1.5 El calor, la temperatura y su perspectiva de enseñanza

Hasta aquí, se ha discutido sobre la manera en que fueron inicialmente abordados, organizados y construidos los conceptos de calor y temperatura mediante una serie de preguntas que han orientado la organización de esta primera parte del presente escrito. En este sentido, la primera referencia que nace al hacer estas indagaciones muestra que el calor y la temperatura fueron considerados como dos conceptos semejantes que eran propiamente identificables por los sentidos del cuerpo humano bajo las cualidades de caliente y frío.

De aquí que, la primera perspectiva que se trabajara con los estudiantes alrededor de estos dos conceptos este fundamentada en entender *el calor como una cualidad de las sustancias cuando son calentadas o enfriadas que produce cambios en estas y, que puede ser propiamente medible por los sentidos del cuerpo humano mediante atributos cualitativos de comparación.*

Este primer nivel de organización vendrá acompañado mediante un acercamiento sensorial cualitativo basado en la observación de situaciones en las que se mostrará a los estudiantes que los cambios en la temperatura de las sustancias producen cambios en las cualidades de estas. Por lo que, este primer nivel de organización solo vinculara los sentidos del cuerpo como aquellos instrumentos que posibilitan organizar de forma cualitativa los conceptos de calor y temperatura.

Con el avance científico enmarcado en los siglos XVII y XVIII, los instrumentos de medida fueron base general de trabajo científico que alejó en de cierta manera la actividad sensorial. Esta actividad instrumental, trajo consigo nuevas maneras de entender el concepto de calor y el de temperatura, de tal manera que durante el transcurso de estos dos siglos se estableció que lo caliente y lo frío ya no podían ser pensados como dos cualidades diferentes, sino que, debían ser entendidos como dos cualidades que podían ser medidas de una misma forma, esto porque, pensar de forma

contraria, daba como consecuencia la utilización de dos instrumentos para determinar una medida de lo caliente y otro para medir lo frío.

Estos cambios de entender el calor y la temperatura vienen relacionados con las actividades experimentales basadas en los instrumentos de medida. Por lo que, en este punto se propone vincular actividad instrumental con la organización experimental cualitativa y cuantitativa de organización de estos dos conceptos, dado que, a lo largo de la presente indagación se entendió qué estas dos componentes de la actividad experimental desempeñan un papel importante en la construcción y diferenciación de los conceptos anteriormente mencionados.

Por ende, se considera que los instrumentos como el termoscopio y el termómetro permiten hacer el paso de un nivel cualitativo de la temperatura y el calor a un nivel cuantitativo, por lo que, estos dos conceptos empiezan a entenderse de tal manera que, *la temperatura es pensada como una magnitud que permite caracterizar el estado final de equilibrio de las sustancias que interactúan entre sí, mientras que, el calor es pensado como cantidad que poseen las sustancias y que puede ser suministrado, retirado o cedido a otras sustancias con el fin de generar cambios en sus cualidades o procesos de equilibración térmica.*

Esta última manera de entender el calor y la temperatura, constituyen un nivel de organización más elaborado considerado aquí el nivel de organización cuantitativo, dado que, se requieren de actividades experimentales que vincules la actividad sensorial con la actividad instrumental, en el que, el instrumento desempeña una fuente fundamental en la generación de conocimiento.

2 ASPECTOS PARA EL DISEÑO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA DE LOS CONCEPTOS DE CALOR Y TEMPERATURA

En este capítulo, se expondrán ciertos trabajos que sirvieron como estrategia para la configuración de la presente propuesta de enseñanza alrededor de los conceptos de calor y temperatura. Por ende, en este apartado se presentarán tres aspectos importantes que permitieron el diseño de las actividades experimentales, a) el uso de las reflexiones históricas y didácticas para la construcción disciplinar alrededor de los conceptos de calor y temperatura, b) las reflexiones alrededor de la actividad experimental que se privilegiara en esta propuesta de enseñanza y c) El planteamiento de las actividades que se propondrán para llevar a cabo con los estudiantes del Instituto Pedagógica Nacional.

2.1 Uso de reflexiones históricas y didácticas para el diseño de propuesta de enseñanza de los conceptos de calor y la temperatura

Para la elaboración de la presente propuesta de enseñanza se tomó como referencia los trabajos de Zambrano (2007), Mäntylä (2011) y Carvalho & Castro (1992), quienes mediante interpretaciones históricas y didácticas construyen propuestas de enseñanza de los conceptos de calor y temperatura. Adicionalmente, se tuvo en cuenta la revisión presentada en el capítulo anterior, en la cual se discute cómo fueron contruidos y abstraídos estos dos conceptos a lo largo del siglo XVII y XVIII.

En primer lugar, para la construcción de esta propuesta se retomó el trabajo de Zambrano (2007) -Historia y epistemología en los conceptos básicos de la termodinámica: Calor, Temperatura y Trabajo- el cual, presenta un abordaje histórico y didáctico de cada uno de estos conceptos. Inicialmente, el autor comienza indagando sobre las perspectivas que tienen los estudiantes de colegios y universidades acerca de los conceptos de calor y temperatura mediante situaciones que involucran el equilibrio térmico, con el objetivo de poner en contexto como organizan los estudiantes cada concepto de acuerdo con las experiencias propuestas por el autor.

Bajo estas ideas que tienen los estudiantes, el autor plantea la manera de efectuar la diferenciación sobre el calor, la temperatura y la energía, de tal manera que, empieza a formalizar un marco conceptual acerca de cada uno de estos conceptos tomando como referencia la historia y epistemología de los conceptos de calor y temperatura, donde finalmente elabora una secuencia de

enseñanza y aprendizaje que está organizada de la siguiente manera: a) presenta las ideas que se tenían en la antigüedad sobre los conceptos de calor y temperatura, b) después aborda cómo identificar cuando un cuerpo está caliente o está frío sin la necesidad de recurrir únicamente a los sentidos del cuerpo, c) posteriormente, introduce la pregunta ¿cómo ordenar las sustancias según sean frías, tibias, o calientes?, d) propone a los termómetros como instrumentos que permiten ordenar las sustancias calientes, frías o tibias relacionándolas con la dilatación térmica, e) presenta el problema del equilibrio térmico como fenómeno que permite ordenar cualitativamente el concepto de temperatura mediante la introducción de las escalas numéricas y, finalmente, f) estudia como el equilibrio térmico permite dar solución al problema de los cambios físicos de estado, en este caso la fusión y la solidificación, para establecer la diferencia entre calor y temperatura.

Adicionalmente, para el diseño de la propuesta se retomó la reconstrucción didáctica de la temperatura -como concepto y cantidad macroscópica- realizada por Mäntylä (2011). Este trabajo está fundamentado en el desarrollo histórico de este concepto, y se centra particularmente, en la propuesta de llevar a cabo una manera de organizar la enseñanza del concepto de temperatura en tres etapas secuenciales: la primera etapa, está orientada a la construcción cualitativa del concepto de temperatura (nivel de las cualidades), la segunda centrada en la construcción cuantitativa de este concepto y de las leyes empíricas que permitieron el desarrollo de la ley de los gases (nivel de las cantidades y las leyes), y la tercera donde el concepto temperatura se abstrae de las sustancias a partir de la construcción de la escala absoluta de temperatura, en el marco de la teoría termodinámica y en la termodinámica estadística (nivel de la estructura teórica).

Finalmente, otro de los trabajos que orientó esta propuesta de enseñanza fue el realizado por Carvalho & Castro (1992), sobre la historia de la ciencia como herramienta para la enseñanza de física en secundaria: un ejemplo en calor y temperatura. Este trabajo, resalta algunos momentos del pasado en los que el conocimiento sobre el calor y la temperatura y su evolución a lo largo del tiempo son utilizados para proponer una propuesta de enseñanza que permita una mejor comprensión de estos conceptos. Así, el principal fundamento que presenta este trabajo está sustentado en el manejo de los textos originales de científicos como Fahrenheit y Black para traer los problemas del pasado y ponerlos en contexto en las clases de física con los estudiantes.

Estas tres experiencias representativas constituyen pilares esenciales en la manera como fue construida la presente propuesta de enseñanza, esto porque, aportaron elementos significativos que

orientaron tanto la planeación de las actividades, la perspectiva teórica y la secuenciación en que fueron ser ejecutadas en el contexto educativo del Instituto Pedagógico Nacional con estudiantes de grado once.

Siguiendo los planteamientos de Zambrano (2007), la propuesta de enseñanza se estructuró tomando como referencia algunos de los problemas o preguntas que posibilitaron la construcción histórica de dichos conceptos, tales como: *¿cómo saber si un cuerpo está caliente o frío sin la necesidad recurrir al sentido del tacto?*, *¿cómo determinar qué tan caliente o frío está un cuerpo utilizando una sustancia termométrica?*, *¿cuál es la relación entre cantidad de calor y temperatura?*

La primera pregunta *¿cómo saber si un cuerpo está caliente o frío sin la necesidad recurrir al sentido del tacto?*, orienta la organización de la primera actividad de la presente propuesta de enseñanza. Uno de los propósitos de esta actividad es que el profesor identifique los usos que los estudiantes dan a los términos calor y temperatura cuando se refieren a sustancias calientes y/o frías: *¿utilizan estos términos de manera discriminada o indiscriminada?*, si los discriminan *¿qué entienden por calor y qué por temperatura?* Esta identificación aporta elementos para que el maestro determine si el desarrollo de las actividades de enseñanza propuestas permite a los estudiantes construir nuevas formas de hablar sobre lo caliente y lo frío, en las cuales los términos calor y temperaturas son entendidos como conceptos diferentes pero que guardan relación entre sí.

El otro propósito es ayudar a los estudiantes a identificar algunos de los cambios perceptibles que experimentan las sustancias cuando son calentadas o enfriadas (cambios en su color, volumen, fase), y que utilicen dichos cambios para organizar cualitativamente la “temperatura” en términos de caliente, frío o tibio. Por lo que, se pretende enriquecer la experiencia sensorial de los estudiantes de la temperatura ($T_{\text{sensorial}}$) que trascienda más allá del sentido del tacto

La segunda pregunta: *¿cómo determinar qué tan caliente o frío está un cuerpo utilizando una sustancia termométrica?*, orienta la organización de la segunda actividad, la cual tiene como objetivo enriquecer las experiencias de los estudiantes a través de la construcción de un instrumento que permita determinar de qué tan caliente o fría está un cuerpo a partir de los cambios que experimenta una sustancia termométrica (por ejemplo, cambios de volumen o color) cuando se ponen en contacto térmico. Esta actividad, involucra al instrumento como un “mediador” para la determinación de lo caliente y lo frío, esto porque, a partir del cambio de volumen y el uso de los

sentidos – principalmente el de la visión- se relaciona que: entre más dilatación tenga la sustancia termométrica más caliente estará el cuerpo y viceversa. Finalmente, la idea del instrumento como mediador, conduce a un nuevo nivel de organización de la temperatura, a razón de que, los cambios propios que presentan los cuerpos cuando son calentados son lo la única base para determinar si está caliente o frío, sino que, mediante los cambios en una sustancia “única del instrumento” permiten dicha determinación sin la necesidad de involucrar por completo los sentidos del cuerpo.

La tercera pregunta: *¿cuál es la relación entre cantidad de calor y temperatura?*, orienta la organización de la tercera y cuarta actividad. Con la tercera actividad se pretende que los estudiantes establezcan una diferenciación entre los conceptos de calor y temperatura, a partir de la medida de la temperatura que alcanzan cantidades diferentes de una misma sustancia -agua- cuando son expuestas a una misma fuente de calor durante el mismo intervalo de tiempo. Con esta actividad se espera que los estudiantes empiecen a diferenciar estos conceptos a través de la propiedad extensiva del calor e intensiva de la temperatura, es decir, que logren establecer que el calor es una cantidad que se debe suministrar o sustraer para que un cuerpo aumente o disminuya “cierto nivel de la columna de la sustancia termométrica”, donde esta variación en la dilatación observable mediante la cantidad de sustancia involucrada. Por su parte, la temperatura es la medida “de la altura de la columna” cuyo valor depende del tiempo de exposición a la fuente de calor y no de la cantidad de sustancia. Así, estas cualidades son una manera para empezar a diferenciar estos dos conceptos.

Finalmente, para una construcción y diferenciación más concreta sobre estos dos conceptos, la cuarta actividad tiene como propósito que los estudiantes extiendan el conocimiento sobre la acción que hace el calor en cantidades iguales de diferentes sustancias -agua y alcohol-. Con esta actividad se espera que los estudiantes diferencien estos dos conceptos a partir del concepto de calor específico, en otras palabras, que los estudiantes concluyan que el calor más que una cantidad que se suministra o sustrae, es una cantidad que produce efectos diferentes -mayor o menor aumento en la columna de la sustancia termométrica- que no únicamente depende de la cantidad de sustancia, sino también de ciertas propiedades específicas que estas presentan. Por su parte, la temperatura no se considera solamente como la cantidad de calor suministrado, sino aquella magnitud que indica el proceso térmico final que hay entre la sustancia y el termómetro como elementos interactuantes.

Respecto a los planteamientos realizados por Mäntylä (2011), la propuesta de enseñanza tendrá como referente la adaptación del nivel de las cualidades y el nivel de las cantidades que

orientaran en la enseñanza del calor y la temperatura. De aquí que, la primera propuesta anteriormente esté enfocada hacia la observación directa de las cualidades que presentan las sustancias cuando son calentadas o son enfriadas. Este primer nivel de organización a partir de las cualidades identificables de las sustancias calientes o frías abre el campo de conocimiento de los estudiantes en la manera en cómo se refieren a los conceptos de calor y temperatura, esto porque, se inicia poniendo en juego el papel que desempeñan los sentidos del cuerpo como instrumentos iniciales para identificar y organizar lo caliente, lo frío y lo tibio.

Respecto a la segunda pregunta, su nivel de organización se encuentra en el nivel de las cualidades pero busca el enlace para introducir el nivel de las cantidades, es decir, aunque aún se siguen identificando cualidades identificables por los sentidos del cuerpo, estos no constituyen el factor directo de medida, sino que, aparece el termómetro como aquel instrumento que permite traducir un cierto nivel en la dilatación de la sustancia termométrica (nivel de la cualidad) con la cantidad de calor suministrado para alcanzar dicho nivel (enlace con el nivel de las cantidades). En este punto, la relación más calor produce más aumento en la temperatura de las sustancias orienta en el proceso de la formulación de la tercera y última pregunta.

La tercera pregunta abre el nivel de las cantidades, esto porque, el termómetro es el instrumento que permite observar que en los estados de fusión y evaporación de las sustancias las cantidades suministradas del calor no afectan en el aumento o disminución en la dilatación de la sustancia termométrica. Es de aclarar que, aunque siguen existiendo cualidades como los cambios de estado y la dilatación, no hacen parte en las determinaciones de las cantidades involucradas, a razón de que, los sentidos del cuerpo no son capaces de determinar que no siempre a mayor suministro de calor mayor aumento en la temperatura. En este nivel de organización, los instrumentos desempeñan un papel fundamental puesto que son los traductores que permiten de una manera más objetiva ordenar y clasificar las sustancias frías, calientes y tibias a partir de un cierto cambio en la altura de las sustancias termométricas.

Es de aclarar que, esta propuesta de investigación únicamente abordará hasta el nivel de las cantidades, esto a razón de que la configuración teórica que propone la anterior autora se sale de los intereses de esta propuesta, y además, de que los tiempos de entrega no permiten mayor extensión para este trabajo.

Respecto al planteamiento de Carvalho & Castro (1992), se tendrán en cuenta algunas prácticas experimentales tales como; que cantidades diferentes de sustancias iguales necesitan diferentes cantidades de calor para alcanzar una misma temperatura y que cantidades iguales de dos sustancias diferentes necesitan diferentes cantidades de calor para elevar un grado de temperatura. Con estas actividades propuestas por las autoras, se empiezan a desarrollar preguntas que orientan en la diferenciación sobre los conceptos de calor y temperatura.

Cabe resaltar que todo lo mencionado tiene como sustento el trabajo práctico, es decir, que para hacer que el nivel de las cualidades y el de las cantidades se lleven a cabo es necesario desarrollar un proceso experimental. En este sentido, las preguntas abordadas orientaron inicialmente en la planeación de los objetivos que iban a tener las actividades, mas sin embargo, estas preguntas también orientaron y aportaron a la construcción de las prácticas experimentales que se iban a realizar con los estudiantes. De aquí, se se haya de vital importancia conocer el aporte que tiene la actividad experimental en esta propuesta de enseñanza.

2.2 El rol de la actividad experimental en la construcción de la propuesta de enseñanza

Hasta este punto del presente trabajo, se ha discutido una perspectiva en la cual se abordan los conceptos de calor y temperatura a partir de dos niveles de organización. Para entender el rol que desempeñan estos dos niveles en esta propuesta de enseñanza, primero se revisaron ciertos trabajos que sustentaron la organización de las actividades de forma cualitativa y posteriormente de forma cuantitativa. Por lo que, ahora se pretende discutir sobre el rol que desempeña la actividad experimental y cómo estos dos niveles de organización se ajustan en la presente propuesta.

Los experimentos en la física y en la enseñanza de la física son una parte fundamental de la investigación y el aprendizaje de esta ciencia, ya que tienen un papel esencial que la convierten en una "ciencia experimental" donde una de las principales fuentes de conocimiento se sustenta en la "realización de experimentos" (Mäntylä, 2011). Sin embargo, la ciencia de los científicos no es la ciencia de la escuela, hay que diferenciar que los experimentos en la física y en la enseñanza de la física no se deben entender como actividades que se realizan de la misma manera. De aquí que, se propone la presente propuesta de enseñanza la cual considerará la experimentación en la enseñanza de la física como aquella actividad que permite generar conocimiento.

En relación con lo anterior, surge la siguiente pregunta la cuál orientara la temática del presente apartado: ¿qué se entiende sobre la actividad experimental como generadora de conocimiento?, y ¿cómo los niveles de organización cualitativo y cuantitativo fundamentan la actividad experimental como generadora de conocimiento?

Para responder la primera pregunta, se entenderá que la generación de conocimiento tiene lugar a partir de la jerarquización de tres niveles de organización, cualitativo, cuantitativo y teórico (Koponen & Mäntylä, 2011), los cuales tienen lugar en la descripción de las observaciones realizadas en los experimentos, la creación de hipótesis que nacen a partir de los experimentos interpretados, y finalmente, la comprobación experimental de la hipótesis. Teniendo en cuenta que este trabajo solo llega hasta el orden cuantitativo, las actividades solo se orientaran hacia la descripción de los experimentos y las hipótesis que surgen de los estudiantes a partir del estudio experimental de los conceptos de calor y temperatura.

A partir de lo anterior, el experimento y su rol para la generación de conocimiento empieza por el abordaje de las cualidades, donde los experimentos cualitativos y la observación de los eventos de los fenómenos físicos por parte de los estudiantes forman parte de un proceso exploratorio cuyas propiedades se fundamentan en la descripción cualitativa de los fenómenos estudiados. De aquí que, la segunda actividad propuesta esté orientada en la observación por parte de los estudiantes del cambio en las cualidades de las sustancias cuando son calentadas o enfriadas.

Como a partir de ciertas cualidades se puede producir ciertas cantidades, la transición de lo cualitativo a lo cuantitativo es una característica esencial del experimento para la generación de conocimiento (Koponen & Mäntylä, 2011). Dicho de otra manera, la comprensión cualitativa actúa como base para la comprensión cuantitativa, lo cual a su vez posibilita la ampliación, organización, construcción y reconstrucción conceptual. De aquí que, la tercera actividad, pretenda que los estudiantes identifiquen que la cualidad cambio de volumen es la más indicada para transitar de una organización cualitativa a una organización cuantitativa de la temperatura.

A partir de lo anterior, el diseño y la planificación de las actividades cuatro y cinco estén orientadas con el propósito de transformar las cualidades en cantidades. De aquí que, el experimento y su papel generativo en la construcción de conocimiento sobre los conceptos de calor y temperatura es concebido como aquella actividad que permite involucrar la organización sensorial que tienen los

estudiantes con la organización cuantitativa que les permite construir el significado de estos dos conceptos a partir de la experiencia con lo caliente o lo frío y las observaciones cualitativas de cambio de estado, color y volumen. Esta última cualidad, es la que permite transitar al cuantitativo donde la dilatación térmica de la sustancia termométrica permite establecer la creación del termómetro y sus usos en ciertas condiciones que conlleva a la diferenciación del calor y la temperatura.

A partir del párrafo anterior, se puede concluir que el calor y la temperatura fueron aquellos fenómenos térmicos que se entendieron mejor cuando no se consideraron únicamente desde un punto de vista sensorial, sino desde una perspectiva instrumental (Ferreirós & Ordóñez, 2002). De aquí que, el rol de los instrumentos de medida desempeñe a su vez un proceso fundamental en la generación de conocimiento, esto porque, los desarrollos instrumentales como la creación y refinamiento del termómetro fueron procesos esenciales que permitieron descubrir nuevos fenómenos térmicos tal como el calor específico y calor latente que la actividad sensorial no podía determinar.

En este sentido, la construcción del termómetro y la actividad instrumental pueden ser organizados mediante los niveles cualitativo y cuantitativo, esto porque, este instrumento inicialmente fue objeto de un primer estudio cualitativo durante un largo periodo de tiempo, hasta que, teniendo una comprensión más detallada de los fenómenos que registraba, se caracterizó como un instrumento que permitía medir -en cantidad- la temperatura de los cuerpos (Ferreirós & Ordóñez, 2002). De aquí que, se establezca una relación entre los instrumentos cualitativos y cuantitativos con la experimentación cualitativa y cuantitativa.

Respecto a la instrumentación cualitativa, esta se entiende como aquella instrumentación que pone de frente fenómenos o efectos cualitativamente nuevos (Ferreirós & Ordóñez, 2002), más, sin embargo, las mediciones que se realizan es este nivel no son hechas con total precisión. Esto por su parte, no significa que los experimentos cualitativos no desempeñen un papel crucial en la generación de conocimiento, sino que, por el contrario, son parte fundamental en los procesos de aprendizaje, porque, si centramos la discusión en la distinción de los conceptos de calor y temperatura estos dos conceptos fueron el resultado de largas y delicadas series de experimentos cualitativos. De aquí que, esta perspectiva se vincule en la tercera actividad con la construcción de

un termoscopio que les permita a los estudiantes observar ciertas situaciones en las que el calor y la temperatura tienen diferentes comportamientos.

La instrumentación cuantitativa, se entiende que es la que permite realizar y determinar con precisión las mediciones que la experimentación cualitativa no podía registrar (Ferreirós & Ordóñez, 2002), por lo que, es en este nivel donde recae la carga comprobatoria de los conceptos teóricos. Es por ello, que para las actividades cuatro y cinco, se introduzca el termómetro como aquel instrumento mediador que permite detectar y medir que cantidades iguales de calor suministradas a dos sustancias diferentes no generan los mismos aumentos en la temperatura de las sustancias-Calor específico-, y que, además, existe una cierta cantidad de calor que no aumenta la temperatura de una sustancia cuando esta está en cambio de fase.

A partir de lo anteriormente discutido, se considera la instrumentación cualitativa y cuantitativa como generadora de conocimiento, puesto que, son niveles que permiten establecer distinciones entre la actividad sensorial y la actividad instrumental que conllevan a explorar situaciones completamente nuevas que desempeñan un rol fundamental en la generación de hipótesis y explicaciones de los conceptos teóricos.

2.3 Necesidades educativas de los estudiantes de la institución

Hasta este momento, en el presente trabajo, se ha discutido sobre la manera en que son abordados los conceptos calor y temperatura y el rol que desempeña la actividad experimental en la presente propuesta de enseñanza. Ahora bien, es momento de abordar otro aspecto a considerar en la construcción y desarrollo de la propuesta, a saber, los estudiantes del escenario educativo donde como maestro en formación he venido desarrollando mis prácticas pedagógicas, porque es a partir del reconocimiento de sus características y necesidades que se organizan los objetivos y las actividades de enseñanza.

Para el diseño de la propuesta de enseñanza se consideró, inicialmente, que los estudiantes del Instituto Pedagógico Nacional, al igual que los estudiantes de otras instituciones reportados en la literatura (Arriola, Durán, & Otte, 2018; y Zambrano, 2007), tenían una experiencia con el mundo térmico a partir de la cual organizaban y construían sus ideas particulares sobre el calor y la temperatura, las cuales no necesariamente se correspondían con los conceptos científicos de calor y temperatura. De acuerdo con lo anterior, algunos estudiantes de la institución utilizaban los términos

calor y temperatura de manera indiscriminada, como sinónimos, también se referían al calor como una sustancia compuesta por partículas, y afirmaban que el suministro de calor a un sistema siempre debía producir un aumento de temperatura.

En este sentido, muchas de las comprensiones que tienen los estudiantes sobre los fenómenos térmicos provienen de sus experiencias cotidianas. De tal manera que, la manera de organizan sus primeras experiencias con el mundo térmico mediante el sentido del tacto, de allí que, suelen tocar las cosas para afirmar si están calientes o frías. De aquí que, estas comprensiones producto de la actividad sensorial, se organicen en comprensiones alternativas alrededor del calor y la temperatura las cuales son descritas como dos conceptos semejantes, *“que lo caliente y lo frío son dos cosas opuestas y que no forman parte de un continuo”*, *“que el calor es caliente pero la temperatura puede ser fría o caliente”* (Hourcade & Avila, 1985) entre otras.

Es por ello por lo que, la primera actividad que se propone en la presente propuesta de enseñanza configura la idea de conocer cuáles son las comprensiones alternativas que tienen los estudiantes a partir de representaciones icónicas que ellos realicen a partir de su entendimiento y organización de las cualidades de caliente y frío, y cómo como las explican si en términos del calor, la temperatura o ambos conceptos a la vez. Por lo tanto, una comprensión sobre el conocimiento previo de los estudiantes es útil para proporcionar situaciones apropiadas que les permita reorganizar, reestructurar o ampliar sus experiencias con las situaciones térmicas.

Respecto a las situaciones térmicas, el uso del sentido del tacto resulta ser el más usado por las personas para organizar las situaciones térmicas que se presentan en su experiencia cotidiana. Aunque este sentido resulta de cierta manera muy confiable en las determinaciones que se hacen sobre las sustancias calientes o frías que hay en nuestro alrededor, en ocasiones puede llegar a ser limitado, es decir, las personas por lo general no acostumbran a colocar la mano en sustancias muy calientes, por ejemplo, el agua y sus transformaciones de estado son situaciones en las que sin utilizar el sentido del tacto es posible afirmar si está caliente o fría.

Es así como, con el interés de que los estudiantes amplíen un poco más la manera en la que realizan las determinaciones que hacen de las sustancias frías y calientes, se diseñaron en la segunda actividad, tres situaciones térmicas que demandaron el uso de los sentidos del cuerpo con excepción del sentido del tacto. Se utilizaron los cambios de estado del agua, el cambio de color en un alambre

de hierro y el cambio en el volumen de una bomba llena de aire, como aquellas cualidades que pueden ser identificadas por lo estudiantes como aquellas que permiten organizar cuando una sustancia está caliente o esta fría.

Con el fin de empezar a desarrollar la diferenciación de los conceptos de temperatura y calor con los estudiantes, en la tercera actividad se propone la construcción de un instrumento de medida de las cualidades de caliente y frío -termoscopio-, esto porque, según lo abordado en el capítulo anterior, las prácticas experimentales y la manera en cómo se utilizan los instrumentos permiten recrear nuevas experiencias que aportan herramientas más fundamentadas para referirse a cada término.

A partir de la construcción del instrumento de medida, la cualidad que mejor permite identificar los cambios en la temperatura producidos por una fuente de calor es la dilatación de la sustancia termométrica, esto porque, cualquier cambio en la temperatura genera automáticamente en la sustancia termométrica un aumento o disminución en su dilatación. Por medio de esta cualidad, se puede relacionar que la masa también es un factor importante en la diferenciación entre temperatura y calor. De aquí que, la cuarta actividad este orientada en colocar la cantidad extensiva entre sustancias iguales -agua- con diferentes cantidades de masa como aquel evento que permite observar que, a iguales cantidades de calor suministrado en cantidades diferentes de masa de una misma sustancia, la temperatura no es la misma para una de ellas.

Finalmente, la quinta actividad coloca la cantidad intensiva como aquella cualidad que permite diferenciar los fenómenos térmicos de calor específico y calor latente. Con esta última actividad, se busca diferenciar el calor de la temperatura mediante una visión más científica, en la cual se vinculan las actividades sensoriales -cambio en la cualidad del volumen- con la actividad científica que utiliza los instrumentos de medida para cuantificación de las magnitud aquí correspondiente -temperatura

En este sentido, se empieza a visualizar cuales deben ser los alcances de la propuesta de enseñanza, por lo cual se espera que, con la implementación de estas actividades los estudiantes logren ampliar, organizar, diferenciar los conceptos de calor y temperatura.

2.4 Actividades realizadas para la diferenciación entre el calor y la temperatura

Con el objetivo de establecer la diferenciación entre los conceptos de calor y temperatura, se plantearon cinco actividades que fueron constituidas a partir de una primera revisión teórica, donde las reflexiones en torno a estos dos conceptos fueron de gran importancia para la planeación de las actividades que se exponen en este apartado. Cada una de estas actividades tienen un tiempo de duración específico, puesto que, algunas estas pensadas para realizarse forma experimental y cuya duración abarca un tiempo aproximado de una hora. Mientras que, las actividades no experimentales constituyen la apertura de las sesiones y las cuales su duración corresponde a un tiempo estimado de 15 minutos de duración. Además de lo anterior, se tuvo en cuenta las necesidades de conocimiento que presentaban los estudiantes del Instituto Pedagógico Nacional, pues bajo este contexto, esta propuesta se formaliza con fines pedagógicos para la enseñanza de estos dos conceptos.

2.4.1 Actividad 1: *¿Qué sabemos sobre lo que está caliente y lo que está frío?*

De acuerdo con lo abordado en el primer capítulo, las experiencias sensibles con los eventos físicos que ocurren en la cotidianidad constituyen un primer nivel de organización que nos permite entender cómo funciona el mundo físico. Específicamente hablando sobre el mundo térmico, situaciones como: arroparse completamente en una mañana muy fría o tocar cualquier sustancia para determinar si está caliente o fría, son ejemplos que constituyen esta primera actividad de conocimiento sobre lo térmico. De aquí que, esta primera actividad tenga el propósito de *conocer las concepciones previas que tienen los estudiantes respecto a los cuerpos que están calientes, fríos y tibios*, ya que, conocer esta primera organización permite al maestro en formación reflexionar sobre cuáles son los criterios que utilizan los estudiantes para diferenciar un cuerpo caliente, de uno tibio o uno frío, y viceversa, y, además de, reflexionar sobre la manera en la cual justifican sus concepciones previas.

Para conocer las concepciones de estudiantes, se les propuso la siguiente situación. En la imagen 5, se muestran cinco recipientes que contienen una misma cantidad de una sustancia. El contenido dentro del recipiente no es visible, sin embargo, se sabe que la temperatura de la sustancia es diferente, es decir, la temperatura de la sustancia para el primer recipiente es de muy fría, la temperatura para el segundo es fría, para el tercer es de tibia, el cuarto recipiente caliente y finalmente el quinto recipiente es de muy caliente. Con esta información, a los estudiantes les correspondía construir un dibujo que representara las cualidades descritas para cada uno de los

recipientes. Posteriormente, después de que los estudiantes realizaran los dibujos, se les preguntó ¿Por qué utilizan dichos dibujos para establecer la diferenciación entre cada una de las cualidades?

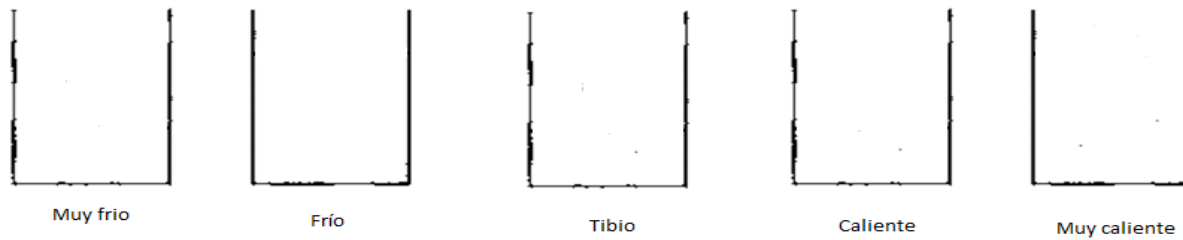


Imagen 5: Cualidades que representan diferentes estados térmicos

Se optó por proponer una representación iconográfica porque se entiende que el dibujo es un proceso de formalización de conocimiento (Malagón, Osorio, & Manrique, 2013), a través del cual es posible expresar de formas variadas los cambios que poseen las sustancias cuando están a diferentes temperaturas. De aquí que, se considere que la representación iconográfica es una manera de propiciar la reflexión y reconocer las comprensiones de los estudiantes, ya que, posibilita registrar los criterios que tienen al momento de diferenciar cada estado térmico, que además pertinente a los estudiantes complementar o ejemplificar lo que a veces le es difícil explicar con palabras.

Se plantean dos preguntas para orientar el desarrollo de la actividad. La primera pregunta se centra en el conocimiento que posee el estudiante en relación con sus experiencias térmicas, es decir, si reconoce y cómo diferencia un estado térmico de otro, como lo representa, qué cualidades utiliza para representar dichos estados, entre otros. Mientras que, la segunda pregunta, se centra en la justificación que expone el estudiante respecto a sus dibujos de cada recipiente.

2.4.2 Actividad 2: Utilizando los sentidos como instrumentos para organizar lo caliente y frío

Con el planteamiento de esta actividad se busca ampliar la idea sensorial de la temperatura de los estudiantes, que generalmente se reduce a la organización de los cuerpos a partir del sentido del tacto. Para ello se introducen los *cambios del color, volumen y estado de una sustancia* como cambios asociados a los cambios de temperatura. De esta manera, se espera que estos cambios puedan ser utilizados por los estudiantes para determinar cuándo un cuerpo está más caliente que otro sin la necesidad de utilizar el sentido del tacto, puesto que como ya explicó en la experiencia de Locke, este sentido puede llegar a ser confuso o incluso no puede brindar información completa.

En este sentido, si se pretende ampliar la idea sensorial de la temperatura de los estudiantes y se limita para esta actividad el sentido del tacto, queda, por lo tanto, encontrar la manera en la cual la actividad sensorial aún siga prevaleciendo en la organización térmica de las sustancias. Para ello, se propone el sentido de la visión como aquel que permite conocer qué tan caliente o fría está una sustancia a partir de ciertos cambios observables a simple vista como el color, el volumen y algunos cambios físicos como el burbujeo en el agua, el vapor, entre otros.

Por lo tanto, uno de los objetivos de la presente actividad consiste en que el estudiante *conciba que la temperatura, desde la perspectiva sensorial, corresponde a una cualidad que permite hablar sobre qué tan caliente está un cuerpo, a partir de los términos caliente, tibio o frío*. Esta cualidad de las sustancias de estar calientes y frías no significa precisamente que las sustancias calientes posean mucho calor y que las frías posean poco calor, sino que, solo son valores que pertenecen a una misma variable; la temperatura. Para ello, se propusieron tres situaciones experimentales que estuvieron organizadas de la siguiente manera.

Primera situación: el cambio de estado como cualidad que cambia cuando el agua es calentada.

Para esta situación se necesitaron tres recipientes - A, B y C- que tuvieran la misma cantidad de agua y dos planchas de calentamiento. Se lo solicitó a los estudiantes que calentaran dos recipientes -B y C- mientras que el recipiente A quedaba expuesto al ambiente (Ver imagen 6). Después de un cierto tiempo de calentamiento, a los estudiantes se les preguntó ¿Qué cualidades cambian en el agua

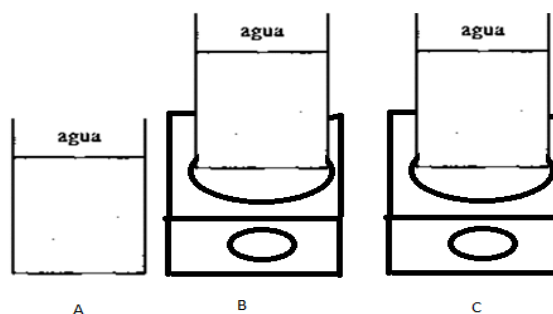


Imagen 6 :Cambio de estado como cualidad que cambian cuando el agua es calentada

cuando ésta es calentada? ¿De dichas cualidades cuál considera le permite organizar los recipientes del más caliente al más frío, o viceversa? ¿Por qué escogió esta cualidad?

Segunda situación: El color como cualidad que cambia cuando el alambre es calentado. Para esta

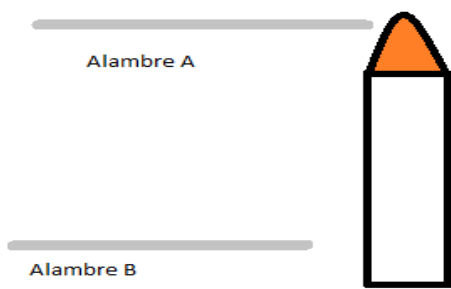


Imagen 7 : : El color como cualidad que cambia cuando el alambre es calentado

situación se utilizaron dos alambres de dulce -A y B- de igual calibre y longitud, y una vela como fuente de calor. Se solicitó a los estudiantes que colocaran el alambre A sobre la llama de la vela mientras que el alambre B no se calentaba (ver imagen 7). Después de un tiempo de calentamiento se les preguntó ¿Qué cualidades cambian en el alambre cuando éste es calentado? ¿De dichas cualidades cuál considera le permite organizar los alambres del más caliente al más frío, o

viceversa? ¿Por qué escogió esta cualidad?

Tercera situación: El volumen como cualidad que cambia cuando las bombas son calentadas o enfriadas. Para esta situación se utilizaron tres bombas de caucho -A, B y C- infladas hasta que

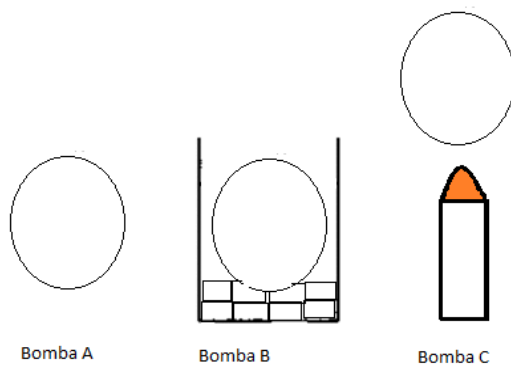


Imagen 8 : El volumen como cualidad que cambia cuando las bombas son calentadas o enfriadas

tuvieran un mismo tamaño, una nevera de icopor con hielo en su interior y una vela. Se solicitó a los estudiantes, que introdujeran la bomba B en la nevera, la bomba A se debía dejar al ambiente y la bomba C debía ser colocada a una cierta altura de la llama de la vela (ver imagen 8). Al igual que las anteriores actividades, se les preguntó a los estudiantes. ¿Qué cualidades cambian en las bombas cuando son calentadas o enfriadas? ¿De dichas cualidades cuál considera le permite organizar los alambres del más caliente al más frío, o viceversa? ¿Por

qué escogió esta cualidad?

Las anteriores preguntas, están encaminadas en vincular el proceso de observación de los estudiantes en relación con cada una de las situaciones propuestas con la descripción que ellos realicen sobre la cualidad que cambia, es decir, la intención de estas situaciones es que los estudiantes identifiquen que el cambio de estado en el agua, el color y el volumen, son aquellas cualidades que no permanecen iguales, y que, por ende, permiten organizar cuál objeto está caliente, frío y tibio.

2.4.3 Actividad 3: Construcción del termoscopio

Bajo los alcances anteriores, en los cuales se ha privilegiado el uso de los sentidos como los primeros instrumentos que proporcionan información para determinar si un cuerpo está caliente o frío, esta tercera actividad nace con la intención de relacionar una cualidad que presentan todas las sustancias cuando son calentadas o enfriadas -la variación del volumen- como aquella cualidad que magnifica los cambios en la temperatura de las sustancias con los cambios en sus volúmenes. De aquí que, uno de los objetivos de esta actividad constituye *en cambiar la concepción común de que lo caliente y frío son cualidades distintas para comprender que cada uno de estos términos representan un valor de una misma cualidad; la temperatura.*

Para ello, se solicitó que los estudiantes en sus casas averiguaran como se construye un termómetro casero el cual debía ser hecho con alguna de las siguientes sustancias, agua, alcohol o vinagre, esto con el fin de que fueran sustancias no peligrosas y fáciles de conseguir. Con sus instrumentos hechos, se propuso en clase la siguiente situación: los estudiantes debían de llenar un recipiente con una cierta cantidad de agua y colocarlo en una plancha de calentamiento. Dentro del recipiente, debían sumergir el termoscopio y observar qué le sucedía a la sustancia termométrica a medida que el agua se iba calentando (Ver imagen 9). En esta actividad se propuso la siguiente pregunta ¿Cuál es la cualidad que cambia en el termómetro cuando la temperatura del agua aumenta?

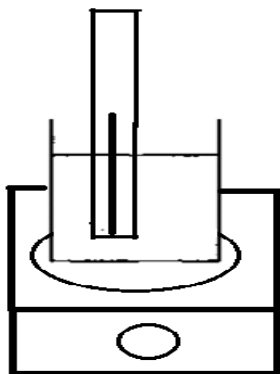


Imagen 9 La cualidad del volumen cambia cuando la temperatura aumenta o disminuye

Finalmente, con la anterior situación, se pidió a los estudiantes que representaran en sus termoscopios una escala que permitiese la determinación de que tan caliente estaba el agua. Para ello, se hizo la siguiente pregunta ¿De qué manera ustedes realizarían el diseño una escala termométrica que permita determinar qué está el agua?

En términos de la primera pregunta, esta tiene como característica una relación causal, en el sentido que, relaciona la variación de la dilatación de la sustancia termométrica con el aumento de la temperatura. De aquí que, se espera que los estudiantes respondan que a mayor temperatura mayor dilatación. Posteriormente, la construcción de la escala representa

un nivel de organización más estructurado sobre la idea de que la dilatación de las sustancias puede ser utilizada para comprender que la temperatura hace parte de un continuo que establece.

2.4.4 Actividad 4: Cualidad extensiva e intensiva del calor y la temperatura

Habiendo introducido el termoscopio y el termómetro como aquellos instrumentos que permite organizar las sustancias frías y calientes en función de la dilatación, la cuarta actividad se orientó a transitar de la idea de que la temperatura es una medida del calor, y, por ende, romper con la idea de que son sinónimos. De lo anterior, el principal objetivo de las presentes actividades consiste en que es estudiante *diferencie que la temperatura de las sustancias depende de la cantidad de masa y la capacidad calorífica y que el calor es aquella cantidad que debe suministrarse a las sustancias que les posibilita cambios físicos de los cuerpos al ser colocados bajo una fuente.*

Esta actividad tuvo estuvo dividida en dos momentos: el primero, que se realizó de forma no experimental, centró su atención en que los estudiantes comprendieran que cantidades iguales de calor suministradas a una sustancia con diferente masa produce diferentes aumentos en la temperatura. Mientras que el segundo, que se hizo mediante una situación experimental, se enfocó en que los estudiantes reconocieran que cantidades iguales de calor suministradas a dos sustancias distintas -agua y alcohol-, de igual volumen, produce diferentes aumentos en la temperatura.

Para ello, se expuso a los estudiantes una imagen que mostraba dos recipientes que contenían cantidades diferentes de agua -Ver Imagen 10- y se planteó la siguiente situación y preguntó: Si cada recipiente se coloca bajo una misma la fuente que suministra una misma cantidad de calor durante 3 minutos, después de este periodo de calentamiento ¿Creen ustedes que los dos recipientes tendrán la misma temperatura al cabo de este intervalo de tiempo? ¿Por qué consideran que si o por qué no tienen la misma temperatura cada recipiente? Si los dos recipientes fueron calentados con la misma fuente ¿Creen ustedes que los dos recipientes han adquirido la misma cantidad de calor?

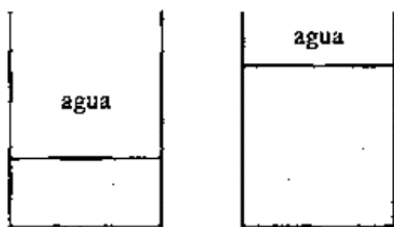


Imagen 10: Cualidad extensiva que permite empezar a diferenciar el calor de la temperatura

Las anteriores preguntas, son propuestas de esta manera porque, el planteamiento de las anteriores relaciones abordadas en las actividades anteriores, permiten a los estudiantes llegar a la elaboración de explicaciones o hipótesis que pongan de frente las predicciones sobre las nuevas situaciones propuestas. En este sentido, este

experimento mental llevaría a los estudiantes a utilizar su experiencia con el calentamiento del agua para relacionar la temperatura de los recipientes con la cantidad de volumen de esta sustancia. Por su parte, la segunda pregunta está orientada en que el estudiante perciba que cantidades iguales de calor suministradas a los recipientes producen efectos diferentes en la temperatura de estos mismos.

Para la segunda actividad, se necesitó agua y alcohol. Se solicitó a los estudiantes repartir agua y alcohol en dos recipientes de tal manera que constataran que el volumen que ocupaban estas dos sustancias fuera el mismo. Posteriormente, les correspondía colocar los dos recipientes en una plancha de calentamiento y observar como variaba la temperatura - con la ayuda de un termómetro

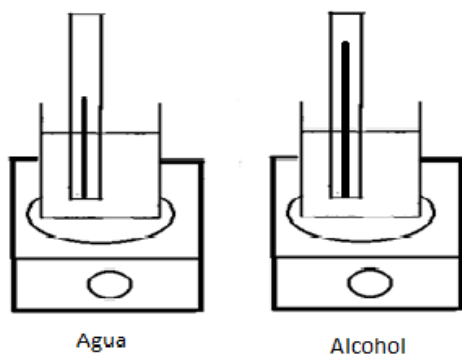


Imagen 11 : La cualidad intensiva como medio para diferenciar calor de temperatura

– de las dos sustancias durante tres primeros minutos que se propusieron como tiempo de calentamiento (Ver imagen 11). Finalmente, está actividad concluyó con la siguiente pregunta: ¿A qué temperatura se encuentra cada recipiente? ¿es esta temperatura igual para cada recipiente? ¿Por qué creen que la temperatura para cada recipiente es diferente? Posteriormente, se propuso la siguiente situación mental; Si al cabo de dos horas y aún queda agua y alcohol en cada recipiente ¿Consideran que

la temperatura es igual o diferente para cada sustancia pasadas las dos horas? ¿Por qué consideran que sería igual o diferente?

Como esta actividad estuvo enmarcada en la observación del cambio en la temperatura de dos sustancias diferentes, las anteriores preguntas propuestas estuvieron orientadas en la descripción y comprobación sobre lo que ocurría con la temperatura de cada sustancia según las observaciones de los estudiantes. De aquí que, se vayan presentado los primeros indicios de cómo los estudiantes están percibiendo el calor y como perciben la temperatura.

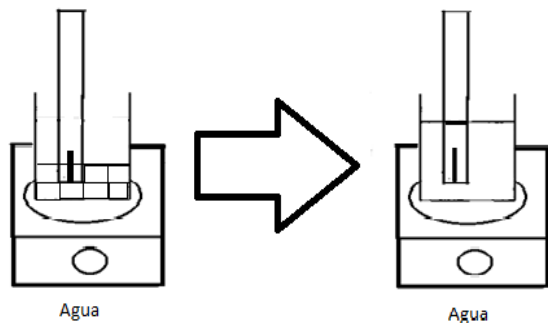
2.4.5 Actividad 5: Diferenciando el calor de la temperatura

Es común pensar que el hielo cuando está en proceso de cambio de estado, este tenga una temperatura mayor a medida que se va derritiendo. Es por ello, que esta actividad pretende introducir en fenómeno de calor latente, como aquella situación que permite observar que la temperatura de una sustancia no cambia cuando esta está en un proceso de cambio de fase cuando se le adiciona

una cierta cantidad de calor. Para el caso de esta actividad, se utilizó el calor latente de fusión cuya situación es la que finaliza el proceso de diferenciación entre el calor y la temperatura mediante la perspectiva descrita en la actividad cuatro.

Para esta actividad, se les pidió a los estudiantes que llenaran un recipiente de agua, aproximadamente un cuarto del tamaño del recipiente. Al recipiente, le debía adicionar varios cubos de hielo y posteriormente colócalo en una plancha de calentamiento (Ver imagen 12). A los estudiantes, en esta situación les correspondía anotar los valores de la temperatura hasta que los cubos de hielo se derritieran. Finalmente, se realizó la siguiente pregunta ¿Hubo algún cambio en la temperatura del agua durante este proceso de calentamiento? Si hubo algún cambio en que tiempo de calentamiento ¿Cuál fue la causa de dicho cambio en la temperatura? ¿Qué consideran que representa la temperatura y que consideran que representa el calor en la anterior situación?

Finalmente, estas preguntas se realizan con el objetivo de que los estudiantes desarrollen un proceso



en el que relacionen las actividades de observación con la explicación de que ellos hagan de las situaciones propuestas, de tal manera que, a partir del establecimiento de las relaciones causales elaboren sus explicaciones sobre lo que consideran que es el calor y la temperatura. Es por ello por lo que, en esta última

Imagen 12 :Calor latente de fusión situación se plantea explícitamente la pregunta sobre como conciben cada término, ya que, en función de sus respuestas se puede comparar la perspectiva que tienen los estudiantes con la que el maestro en formación intentó desarrollar con ellos.

3 IMPLEMENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS EN LA INSTITUCIÓN

En el presente capítulo, se presentan las características que tuvieron cada una de las sesiones en las que se llevaron a cabo las actividades con los estudiantes. Además de ello, se presenta el trabajo hecho por los estudiantes, sus comprensiones y dificultades que tuvieron alrededor de la puesta en marcha de las actividades enfocadas en diferenciar el calor de la temperatura.

Las anteriores actividades se realizaron en tres sesiones cada una de una hora y treinta minutos cuales, la primera, segunda, cuarta y quinta actividad se necesitó de dos sesiones para desarrollarse, mientras que, la tercera actividad se necesitó de una sesión completa para su ejecución. Los estudiantes con que se realizó la actividad fueron del curso 11-04 cuya cantidad de integrantes fue de 22. Todos los estudiantes eran de aula regular, con una edad entre aproximada entre los rangos de 16 a 18 años.

Generalmente, para cada sesión se solicitó a los estudiantes que formaran grupos de cuatro a cinco personas, se plantearon los objetivos y las situaciones problema que les correspondía desarrollar en clase, se dispuso de los materiales para el desarrollo de las actividades y al cierre de la sesión se abrió espacio para discutir sobre las actividades y la aclaración de preguntas. A continuación, se presentan las reflexiones interpretativas de las actividades.

3.1 Implementación de la primera actividad

En esta primera sesión, se realizó la primera actividad que tuvo como base la exposición de la situación sobre la manera en que los estudiantes representarían las cualidades de “Muy frío, frío, tibio, caliente y muy caliente”. Posteriormente, se planteó la pregunta fundamental de esta actividad ¿Por qué utilizan dichos dibujos para establecer la diferenciación entre cada una de las cualidades? Los estudiantes, establecieron en sus dibujos que los cambios en el estado de la materia -Ver imagen 13- era la manera más fácil en la cual lograban distinguir las anteriores cualidades mencionadas. De aquí que, los dibujos como el derretimiento o la evaporación del agua fue generalmente utilizado para diferenciar la cualidad fría de la cualidad muy caliente.

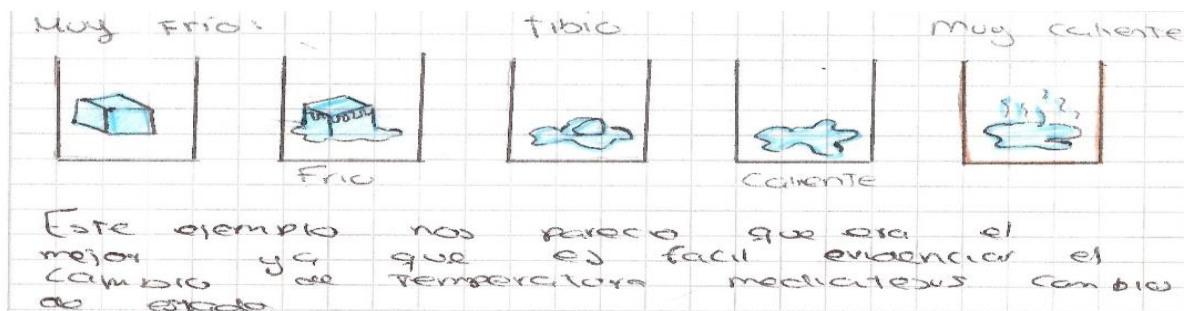


Imagen 13: Representación de las cualidades muy frío, frío, tibio, caliente y muy caliente según un grupo de estudiantes

De acuerdo con lo anterior, aunque la pregunta que se realizó a los estudiantes sobre la manera en la que representaban las anteriores cualidades estuvo hecha de manera abierta, esta actividad arrojó como resultado que todos los grupos de estudiantes acudieron al cambio de fase – principalmente tomaron como referencia el agua- para representar las diferentes cualidades propuestas (Ver anexo 1). En este sentido, se considera que los estudiantes ven más sencillo representar los cambios que presenta el agua al ser calentada, puesto que, la experiencia cotidiana que tienen con esta sustancia, al observarla con frecuencia en sus tres estados, hace que los estudiantes recurran a justificar el hielo tenga como característica la cualidad más fría, mientras que el agua evaporándose tenga la cualidad más caliente. Por su parte, la transición de hielo a líquido, corresponden a los valores “medios” -frío, tibio y caliente- que son representados por la disminución de hielo y el aumento del líquido.

De aquí que, en esta actividad se deduzca que:

- Los estudiantes establecieron que el agua es la única sustancia que permite organizar todas las cualidades propuestas, dado que, en sus dibujos no colaron otras propiedades de las sustancias cuando son calentadas o enfriadas. Por lo que, se concluye que ellos no poseen las experiencias térmicas suficientes que les permita organizar mediante otras cualidades de las sustancias calientes, frías o tibias. Así, se considera pertinente realizar una actividad que amplíe sus campos de experiencias en relación con la observación y la identificación de cualidades que los oriente en la organización de las sustancias frías, calientes y tibias.

3.2 Implementación de la segunda actividad

Esta segunda actividad se realizó de igual forma en la primera sesión y tuvo el objetivo de enriquecer la experiencia de los estudiantes en relación con las diferentes maneras de conocer cuando una

sustancia está caliente o fría colocando el sentido de la visión como el instrumento principal para realizar dichas determinaciones.

Para ello, el salón se organizó en tres estaciones ubicadas en sitios diferentes, donde cada estación, disponía de los materiales que se exponen en la segunda actividad “*Utilizando los sentidos como instrumentos para organizar lo caliente y frío*” Posteriormente, se organizó a los estudiantes en seis grupos y se estableció que cada estación le corresponderían dos grupos. Finalmente, se dio la instrucción a los estudiantes sobre la duración en cada estación (15 minutos) y se propusieron las preguntas orientadoras ¿Qué cualidades cambian en las sustancias cuando son calentadas o enfriadas? ¿De dichas cualidades cuál considera le permite organizar la sustancia del más caliente al más frío, o viceversa? ¿Por qué escogió esta cualidad?

Los estudiantes en esta actividad encontraron lo siguiente: 1) para la primera situación, es decir el proceso de calentamiento del agua, la cantidad de vapor, la humedad del recipiente y la cantidad de burbujas en el agua, fueron las características que los estudiantes observaron para organizar cuál recipiente estaba más caliente que el otro. 2) en la segunda situación, el calentamiento de los alambres, los estudiantes determinaron que el cambio en el color y la maleabilidad son las características que permiten determinar cuál alambre está más caliente que otro. 3) para la última situación, el cambio en el volumen de la bomba determinaba que tan caliente estaba una bomba de la otra (Ver imagen 14)

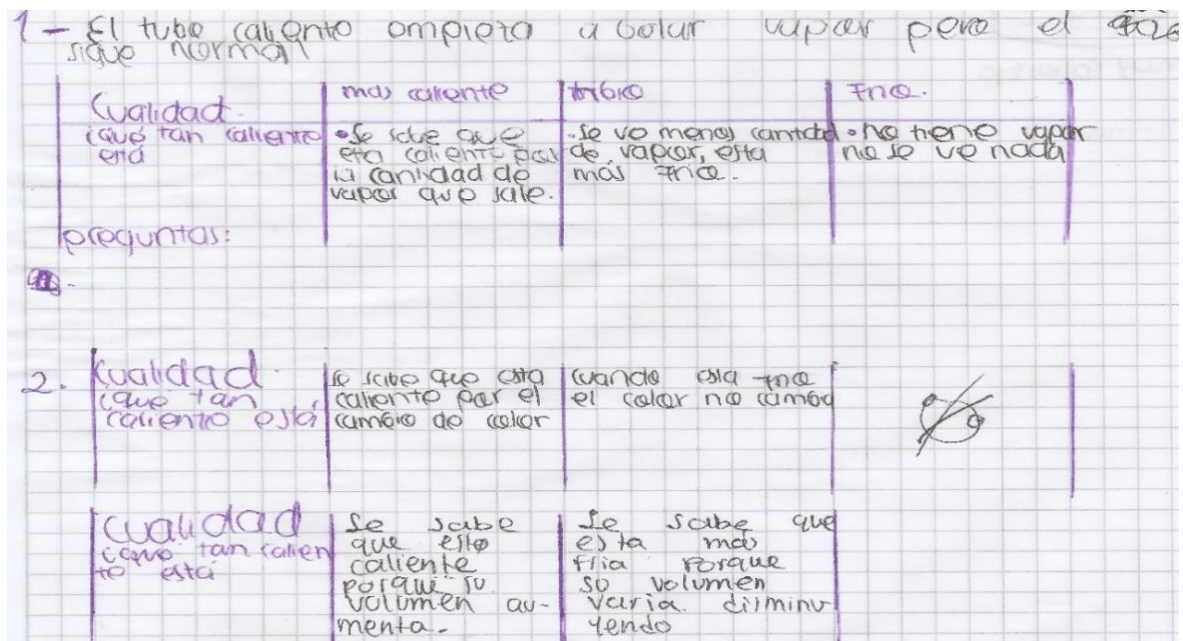


Imagen 14 : Observación de los estudiantes de las características de cada una de las situaciones propuestas

Resulta importante recalcar que todos los grupos de estudiantes a partir del sentido de la visión observaron e identificaron las cualidades propuestas que cambian en las sustancias cuando eran calentadas o enfriadas (Ver anexo 1). A partir de los cambios de las sustancias al ser calentadas y al no poder utilizar el sentido del tacto para determinar qué tan caliente o fría estaban las sustancias, los estudiantes se vieron en tarea de observar en las sustancias cambios específicos que les permitiera organizar qué tan caliente o frías estaban las sustancias en cada una de estas situaciones. Por ejemplo, establecieron que entre mayor cantidad de vapor salga de los recipientes con agua o entre más burbujas se observaran mayor sería la temperatura a la que está sustancia se encontraría. De manera similar, si el color en los alambres presentaba un cierto cambio -específicamente el color negro y rojo- esto se convertía en un indicador de que existía un cambio en la temperatura de estos objetos. Finalmente, el cambio en el volumen de las bombas sirvió a los estudiantes para organizar que entre mayor volumen tuviera la bomba está estaría más caliente y viceversa.

En esta actividad se encontró que:

- Los estudiantes mediante esta actividad observaron e identificaron a partir del sentido de la visión las cualidades de color, volumen y cambio de fase. Estas cualidades, les permitió a ellos organizar qué tan caliente o frías estaban las sustancias propuestas para cada situación.
- El experimento desempeñó un papel importante en los estudiantes, dado que, a partir de las situaciones propuestas ellos sustentaron sus explicaciones para dar solución a cada una de las preguntas propuestas en cada situación, es decir, utilizaron el experimento como medio para ampliar sus campos de experiencia sensible y proponer soluciones a cada una de las preguntas propuestas.

3.3 Ejecución de la tercera actividad

Esta tercera actividad se desarrolló por completo en la segunda sesión, dado que, la utilización del termoscopio hecho por los estudiantes era algo “nuevo” que no habían tenido la oportunidad de realizar en clase. Además de ello, las actividades de exploración de la utilización del termoscopio y las preguntas propuestas necesitaban de un buen tiempo para su desarrollo.

En la realización de esta actividad, se presentaron problemas con los termoscopios hechos por los estudiantes, puesto que, al sumergir en instrumento en el agua fría y caliente la sustancia termométrica no presentaba ningún cambio, por lo que, en el espacio de la clase se buscó la manera

en la cual los termoscopios registraran algún cambio perceptible que permitiera medir de forma cualitativa de la temperatura del agua. Para solucionar estos problemas, se les solicitó a los estudiantes que sellaran por completo las entradas de aire que pudieran tener sus instrumentos, dado que, la presión atmosférica podía ser un factor que afectara en el ascenso de la sustancia termométrica.

Después de superar los inconvenientes, se procedió nuevamente a realizar la actividad y se encontró lo siguiente: 1) el cambio en el volumen del agua y el alcohol y el cambio en el brillo o “color” de una sustancia termométrica especial son indicadores de qué tan caliente o fría está el agua (Ver anexo 2). En este sentido, los estudiantes en esta actividad vincularon dos de las cualidades anteriormente vistas en las situaciones propuestas de la actividad dos. De aquí que, los grupos de estudiantes organizaran los valores “frío, tibio y caliente” a partir de estos cambios nombrados que poseían las sustancias termométricas cuando el termoscopio era sumergido en agua a diferentes temperaturas.

Por otra parte, los estudiantes en la construcción de la escala termométrica de sus instrumentos se vieron muy influenciados por las escalas cuantitativas, puesto que, como se puede observar en el anexo 2, algunos grupos decidieron optar en colocar valores numéricos en la construcción de su escala termométrica. De manera diferente, el grupo que trabajó con la sustancia termométrica que cambiaba de color al momento en que el termoscopio era sumergido en el agua a diferentes temperaturas (véase la imagen 15). Este grupo, decidió conformar su escala a partir de los valores “frío, tibio y caliente” dado que, esta cualidad era la mejor forma de conocer que a temperaturas altas, bajas o medias a la sustancia termométrica le correspondía un color específico.

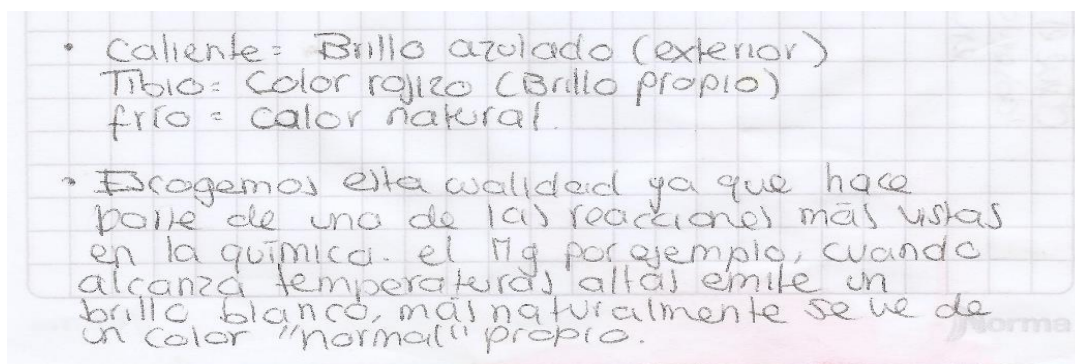


Imagen 15 :Cualidad de brillo utilizada por los estudiantes para organizar los valores de frío, tibio y caliente

En la discusión final con los estudiantes, ellos presentaron sus ideas en las cuales enfatizaron que la temperatura trae consigo cambios que se pueden observar en las sustancias, entre ellos, los relacionados con el volumen y los cambios de estado de la materia, dado que, el funcionamiento de los termoscopios, el conocimiento sobre los termómetros y los cambios de estado del agua fueron las principales aspectos que ellos mencionaron para referirse que una sustancia caliente, por ejemplo, hace subir más por el pitillo la sustancia termométrica, o que una sustancia fría no produce cambios en el volumen de la columna de agua en el termoscopio.

De esta actividad se encuentra que:

- Los estudiantes aprendieron a relacionar que la actividad sensible puede ser utilizada para configurar una escala cualitativa en la medida de las sustancias calientes y frías. En este sentido, establecieron que las variaciones de la temperatura traen consigo cambios en las cualidades de las sustancias, como la dilatación, cual sirve como criterio para organizar cualitativamente la temperatura de estas mismas a partir de los valores “frío, tibio y caliente”.
- El uso del termoscopio en la actividad experimental desempeño en los estudiantes un rol importante en la adquisición de conocimiento sobre los instrumentos de medida de la temperatura, ya que, aunque habían tenido bastantes experiencias con el termómetro, el termoscopio que realizaron los estudiantes les permitió llevar a cabo nuevas acciones en relación con, el funcionamiento y uso del instrumento y b) las cualidades que permiten recrear su escala de termométrica para la medida de que tan caliente o fría está una sustancia.

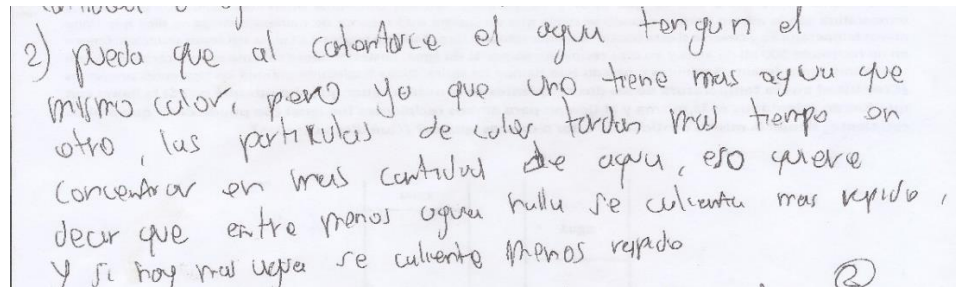
3.4 Realización de la cuarta actividad

Esta actividad enfocada en la experimentación mental corresponde a la desarrollada en la sección 2.4.3, cuya característica principal estuvo orientada en que el estudiante desarrollara una hipótesis frente a la temperatura en la que se encontraran dos recipientes que contienen cantidades diferentes de agua y que son calentados bajo una misma fuente de calor cuando se exponen durante un tiempo de tres minutos.

Para ello, se planteó la situación a los estudiantes y se dio un tiempo estimado de 15 minutos para la realización de la actividad. Lo encontrado en esta actividad fue lo siguiente: 1) la cantidad de agua es un factor que interviene en el aumento de la temperatura para cada uno de los recipientes,

y 2) la cantidad de calor adquirido por cada uno de los recipientes igual y 3) la cantidad de calor que cada recipiente adquirió fue diferente.

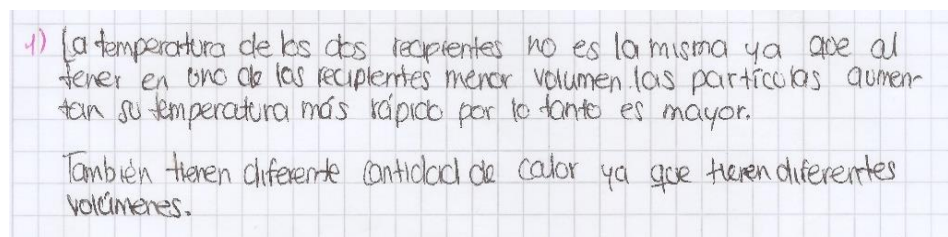
Los estudiantes, afirman que durante los tres minutos de exposición los dos recipientes tendrán diferentes temperaturas, debido a que, la cantidad de agua es un factor que determina la temperatura a la que se encontrara esta sustancia. En este sentido, el recipiente que se encuentra a mayor temperatura es aquel que tiene menos cantidad de agua y viceversa (Ver anexo 3). De manera similar, algunos estudiantes afirman que el calor adquirido por cada uno de los recipientes es el mismo, puesto que, la fuente suministró igual cantidad de calor, solo que, al tener un recipiente mayor cantidad de agua las “partículas” de calor tardan más en calentar dicha sustancia (ver imagen 16).



2) puedo que al calentarse el agua tengan el mismo calor, pero ya que uno tiene mas agua que otro, las partículas de calor tardan mas tiempo en concentrar en mas cantidad de agua, eso quiere decir que entre menos agua haya se calienta mas rapido, y si hay mas agua se calienta menos rapido. (2)

Imagen 16 :Explicación de los estudiantes de las diferencias en las temperaturas de los recipientes

Por otra parte, un grupo de estudiantes consideró que la cantidad de calor adquirido por cada uno de los recipientes es diferente, ya que, al haber una cantidad de volumen diferente de agua esto hace que los calores que posean los recipientes sean también diferentes (ver imagen 17).



4) La temperatura de los dos recipientes no es la misma ya que al tener en uno de los recipientes menor volumen las partículas aumentan su temperatura más rápido por lo tanto es mayor.
También tienen diferente cantidad de calor ya que tienen diferentes volúmenes.

Imagen 17: Explicación de los estudiantes respecto a las cantidades de calor adquirido por los recipientes

En la segunda situación desarrollada de forma experimental, se realizaron las mismas preguntas, sólo que, ahora orientadas en la comparación de la temperatura del dos sustancias diferentes -Agua y alcohol-. Los estudiantes encontraron lo siguiente: 1) las dos sustancias pasados

los tres minutos de calentamiento no tienen la misma temperatura, 2) La razón por la cual no tienen la misma temperatura es debido a que cada sustancia tiene propiedades diferentes y 3) la temperatura de estas sustancias pasadas las dos horas es diferente.

En este sentido, ellos consideran que el agua y el alcohol no tendrán la misma temperatura debido a que, el alcohol tiene “mejores” propiedades térmicas que hacen que al momento de ser calentado este aumente su temperatura más rápido que la del agua (Ver anexo 3). Resulta interesante recalcar, que ningún grupo de estudiantes expuso cual sería la temperatura del agua y el alcohol pasadas las dos horas, solamente, establecieron que el alcohol iba a tener mayor temperatura que el agua, nótese alguna de estas respuestas en la imagen 18.

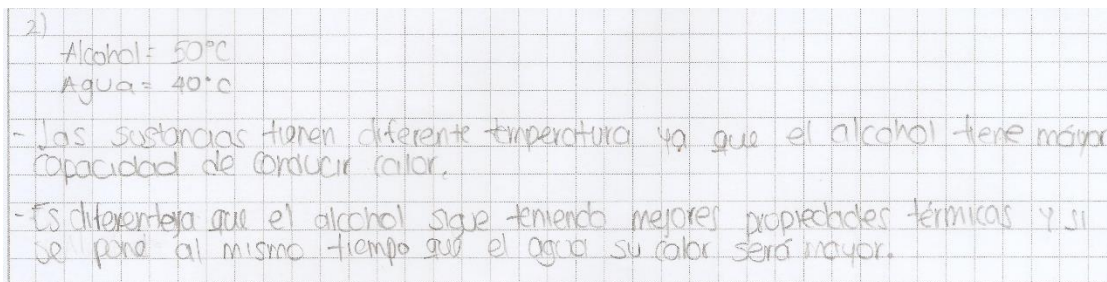


Imagen 18: Respuesta de los estudiantes sobre las diferentes temperaturas del agua y alcohol

Por último, del desarrollo de esta actividad se recoge lo siguiente:

- Los estudiantes aprendieron a partir de las situaciones propuestas, a identificar que cantidades iguales de suministradas de calor por una fuente no producen los mismos aumentos en la temperatura de una sustancia con diferentes volúmenes.
- A su vez, también concibieron que los diferentes aumentos en la temperatura de dos sustancias diferentes se deben a razón de que cada una posee diferentes propiedades térmicas. En este sentido, establecieron que el alcohol se calienta mucho más fácil que el agua porque esta sustancia posee “mejores” propiedades térmicas que les permite retener mejor el calor y por ende subir más rápido su temperatura respecto al agua.

3.5 Realización de la quinta actividad

La quinta y última actividad, se realizó de forma experimental y tuvo como base la fusión del agua y el no aumento de la temperatura en este proceso físico. En el desarrollo de esta actividad, se dedicó

alrededor de 45 minutos, dado que, para que el experimento se observara de una manera apreciable las cantidades de hielo que se debieron colocar en los recipientes debía ser en gran cantidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, los estudiantes establecieron lo siguiente: 1) el termómetro muestra un aumento mínimo en la temperatura cuando es sumergido en agua con hielo que cuando es colocado únicamente en agua, 2) que el calor es una propiedad de los cuerpos cuando son afectados por el entorno o una fuente que se suministra a una sustancia para aumentar la temperatura de estos y 3) la temperatura es la medida de esa energía en forma de movimiento (Ver anexo 3).

Respecto a la actividad experimental, los estudiantes identificaron que, durante el proceso de fusión del agua la temperatura de esta sustancia aumentó mínimamente así la fuente de calor estuviera en toda su potencia. Además de ello, compararon el calentamiento del agua en estado líquido con el calentamiento del hielo y observaron que el comportamiento de la temperatura es diferente, de tal manera que, la temperatura aumentaba de forma más rápida cuando no había presencia de hielo. A este comportamiento, los estudiantes atribuyeron que el derretimiento del hielo era lo que causaba que la temperatura no aumentara de igual manera que como lo hacía la temperatura del agua, dado que, mientras que el hielo no se derritiera la temperatura no aumentaría rápidamente en comparación con el agua sin hielo.

Por otra parte, respecto a las respuestas sobre lo que los estudiantes concibieron los conceptos de calor y temperatura, ellos utilizaron principalmente su conocimiento escolar sobre el concepto de temperatura como la medida de la energía cinética del movimiento de las partículas (Ver imagen 19), siendo esta concepción la más utilizada por los grupos de trabajo para describir los aumentos en la temperatura de las sustancias. Sin embargo, no propusieron ejemplos en función las descripciones de las diversas situaciones térmicas que describieran cómo se comportaban los mínimos aumentos en la temperatura en ciertos procesos como el calor latente de fusión.

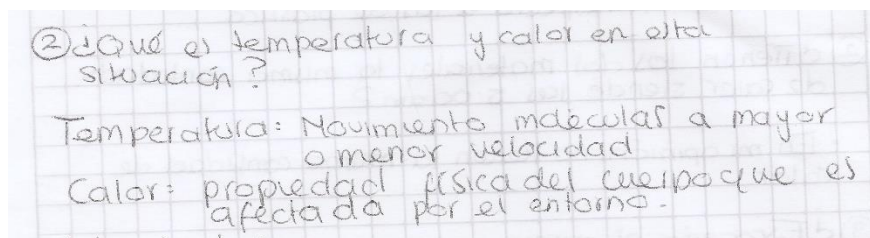


Imagen 19: Concepción de los estudiantes sobre los conceptos de calor y temperatura

Respecto al concepto de calor, los estudiantes lo concibieron de diferentes maneras acorde con algunas de las situaciones anteriormente propuestas, por ejemplo, en el calentamiento del agua con diferentes volúmenes, el calor fue un tipo de partícula que procede de las fuentes, que se suministra a las sustancias y hacen que estas estén más calientes en función de la cantidad de partículas interactuantes, es decir, entre más partículas de calor ingresen a una sustancia más caliente esta va a estar. Por otra parte, otros estudiantes entendieron que el calor también era considerado como una propiedad que poseen las sustancias de estar calientes o frías y que puede ser afectado por el entorno.

Finalmente, en esta actividad se recoge lo siguiente:

- Los estudiantes identificaron que en los cambios de fase del agua la temperatura de esta sustancia no aumenta considerablemente en comparación con el calentamiento del agua en estado líquido, por lo que conciben, que suministros constantes de calor no generan a su vez aumentos constantes en la temperatura de la sustancia.
- Los estudiantes establecieron que los aumentos mínimos en la temperatura del agua son debido a que hay presencia de hielo y hasta que no se derrita este en completitud, la temperatura del recipiente que contiene esta sustancia no aumentara considerablemente.
- Algunos estudiantes consideraron a partir de todas las actividades propuestas, que el calor es un tipo de partícula que procede de las fuentes, y que debe suministrar a las sustancias para hacer que estas estén más calientes en función de la cantidad de partículas interactuantes, es decir, entre más partículas de calor ingresen a una sustancia más caliente esta va a estar. Otros estudiantes, consideraron que el calor una propiedad que poseen las sustancias de estar calientes o frías y que puede ser afectado por el entorno.
- Respecto a la temperatura, los estudiantes consideran que es el movimiento de las partículas que componen las sustancias, es decir, entre más rápido se muevan las partículas de una sustancia mayor temperatura esta poseerá y viceversa. Por otra parte, otro grupo de estudiantes considero que la temperatura es el nivel que marca la sustancia termométrica cuando termómetro es aplicado a ellas.

4 REFLEXIONES FINALES

Las reflexiones realizadas sobre los conceptos macroscópicos de calor y temperatura permitieron configurar la perspectiva de enseñanza para la construcción de las actividades que componen la presente propuesta. En este sentido, la lectura y el análisis de las experiencias representativas abordadas en el presente trabajo y las necesidades de enseñanza de los estudiantes en relación con su ampliación de experiencias respecto a diversas situaciones térmicas permitieron al autor orientar, diseñar e implementar las actividades propuestas para la diferenciación del calor de la temperatura.

De acuerdo con las reflexiones hechas a partir de la implementación de las actividades, la presente propuesta de enseñanza amplió en campo de experiencias de los estudiantes en relación con el uso de la actividad sensorial cotidiana, es decir, los estudiantes consiguieron ampliar mayores experiencias térmicas que les permitió la observación e identificación de cualidades que antes no utilizaban para organizar las sustancias calientes y frías, y, que con base en las situaciones propuestas utilizaron dichas cualidades para establecer por ellos mismo un criterio de organización respecto a las sustancias calientes y frías.

De la misma manera, los estudiantes ampliaron su campo de experiencias respecto a la actividad instrumental que permite la medida de las sustancias calientes y frías, porque, la construcción del termoscopio y el uso del termómetro los estudiantes encontraron nuevas situaciones térmicas que antes no tenían conocimiento. En este sentido, los instrumentos utilizados en las situaciones propuestas les aportó conocimientos relacionados con el calor latente de fusión, la capacidad calorífica de las sustancias y la cantidad de sustancia, aquellos factores que ellos mencionaron en sus repuestas, y que les dio herramientas para diferenciar calor de temperatura.

Por lo anterior, se considera que la presente propuesta de enseñanza tuvo como alcance principal la adquisición de experiencias térmicas que les permitiera a los estudiantes referirse sobre los conceptos de calor y temperatura a partir una perspectiva sensorial e instrumental. Es así, que se encontró que las interpretaciones alrededor de estos dos términos iban modificándose en relación con cada una de las situaciones térmicas propuestas, de tal manera que, su lenguaje presentó modificaciones en función de las situaciones sensoriales y las situaciones instrumentales.

Finalmente, respecto a la diferenciación de calor y temperatura por parte de los estudiantes, se concluye que ellos reconocen que estos dos conceptos son diferentes. Sin embargo, el concepto de temperatura no se ajusta a la perspectiva que postuló el docente en formación para su enseñanza, sino que, la mayoría de los grupos de estudiantes privilegiaron su conocimiento sobre la temperatura *“como el movimiento de las partículas de una sustancia”*, lo cual, esta perspectiva no hacía parte de la actividad sensorial o instrumental trabajadas en la propuesta de enseñanza.

Respecto al concepto de calor, los estudiantes presentaron sus perspectivas muy relacionadas con las postuladas por el maestro en formación, dado que, concibieron al calor como una cualidad que poseen las sustancias que puede ser afectado por su entorno, por otras sustancias o por las fuentes de calor. En este sentido, se considera que la propuesta de enseñanza tiene mayor sustento en el ámbito conceptual del calor, ya que, sus respuestas se relacionan con las actividades experimentales.

5 BIBLIOGRAFÍA

- Arriola, M., Durán, C., & Otte, A. (18 de 07 de 2018). *Educarnos* . Obtenido de Indagando ideas previas sobre los conceptos de calor y temperatura:
http://www.anep.edu.uy/educarnos/educarnos_07/paginas/aportes_inv_02.html
- Bustos, F. J., & Sotelo, S. J. (2008). Una revisión histórica del concepto de calor: algunas implicaciones para su aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 67-77.
- Carvalho, A. M., & Castro, R. M. (1992). La historia de la ciencia como herramienta para la enseñanza de física en secundaria: Un ejemplo en calor y temperatura. *Investigacion Didactica: Enseñanza de la ciencias*, 289-294.
- Castillo, J. C., & Pedreros, R. I. (2013). *Notas de termodinámico*. Bogota: Universidad Pedagógica Nacional.
- Cruz, J. R. (2005). *La termodinámica de Galileo a Gibbs*. España: Fundación Canaria Orotava de Historia de las Ciencias.
- Ferreirós, J., & Ordóñez, J. (Diciembre de 2002). HACIA UNA FILOSOFÍA DE LA EXPERIMENTACIÓN. *Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 34, 47-86.
- Forero, S. M. (2014). *SADI CARNOT Y LA SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA: La Historia de la Ciencia como Pedagogía Natural*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Hourcade, J. J., & Avila, C. R. (1985). Preconcepciones sobre el calor en 2° de B.U.P. *Investigación y experiencias didácticas*, 188-193.
- Koponen, I., & Mäntylä, T. (2011). *PAPEL GENERATIVO DE LOS EXPERIMENTOS EN LA FÍSICA Y SU ENSEÑANZA: UNA SUGERENCIA PARA UNA RECONSTRUCCIÓN EPISTEMOLÓGICA*. Finlandia: Departamento de Ciencias Físicas de la Universidad de Helsinki.
- Malagón, F., & Ayala, M. M. (2015). Calor específico, calor latente, del vapor y la vaporización. *Física y Cultura: Cuadernos Sobre Historia y Enseñanza de las Ciencias*, 113-132.
- Malagón, F., Osorio, S. S., & Manrique, M. M. (2013). LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: CONSTRUCCIÓN DE FENOMENOLOGÍAS Y PROCESOS DE FORMALIZACIÓN. *Praxis Filosófica*, 119-138.

- Mäntylä, T. (2011). *Didactical reconstructions for organizing knowledge in physics teacher education*. Finlandia: University of Helsinki.
- Millán, G. H., & Villa, N. M. (2003). Predecir, observar, explicar e indagar: estrategias efectivas en el aprendizaje de las ciencias. *Educació Química EduQ*, 4-12.
- Romero, Á. E., Ayala, M. M., & Malagón, F. (1996). NEWTON, BLACK Y CARNOT Y LA RELACIÓN CALOR - TEMPERATURA. *FÍSICA Y CULTURA: CUADERNOS SOBRE HISTORIA Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 61-72.
- Sherry, D. (2011). Thermoscopes, thermometers, and the foundations of measurement. *Studies in History and Philosophy of Science*, 509-524.
- Van Der Star, P. (1983). *fahrenheit's letters to leibniz and boerhaave*. Amsterdam: Editions Rodopi B.V.
- Votsis, I., & Schurz, G. (2012). *Studies in History and Philosophy of Science*. Elsevier Ltd., 105-114.
- Wojtkowiak, B. (1987). *Historia de la química*. España: ACRIBIA, S.A.
- Zambrano, A. C. (2007). *Historia y epistemología en los conceptos básicos de la termodinámica : calor, temperatura y trabajo*. Valle del Cauca: Universidad del Valle.

6 ANEXOS

A continuación, se presentan las guías desarrolladas por los estudiantes de acuerdo con el desarrollo de las actividades y las discusiones grupales que se llevaron a cabo en el momento de realizar la propuesta de enseñanza.

6.1 Anexo 1: Actividad primera sesión

Alyeiga Gómez
Karol Acosta

Ana Pabón
María José Luna

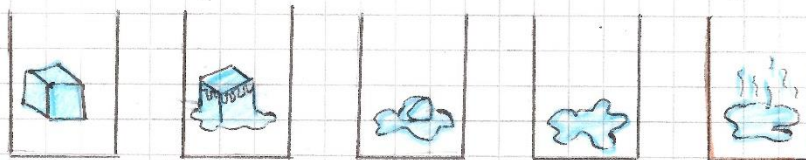
1109.

Cualidad	Mucho Vapor	Vapor Moderado	Minimo
Que tan Caliente esta	T° aumenta	T° sube pero no al max.	T° no se eleva

Cualidad	Color muy oscuro	Color café quemado	Color plateado
Que tan Caliente esta	T° alta	T° media	T° baja

Cualidad	Volumen mínimo	Volumen Mediano	Volumen Alto
Que tan Caliente esta	T° baja	T° Media	T° Alta

Muy Frío: tibia Muy Caliente



Frio

Caliente

Este ejemplo nos parece que era el mejor y que es facil evidenciar el cambio de temperatura mediante el cambio de estado

1

M^a Camila Aguilar

M^a Camila Gamba

Letia Gonzalez

1- El tubo caliente empieza a bolar vapor pero el ^{que} ~~que~~ sigue normal

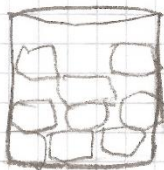
Cualidad	Muy caliente	Tibio	Frio
¿Cúo tan caliente está?	Se sabe que esta caliente por la cantidad de vapor que sale.	Se ve menos cantidad de vapor, esta más fría.	No tiene vapor, no se ve nada.
preguntas:			

2

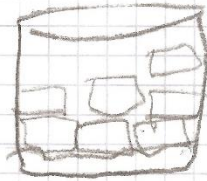
Cualidad	Muy caliente	Tibio	Frio
¿Cúo tan caliente está?	Se sabe que esta caliente por el cambio de calor	Cuando esta frío el calor no cambia	



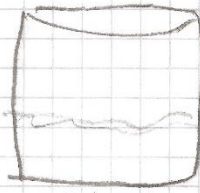
Cualidad	Muy caliente	Tibio	Frio
¿Cúo tan caliente está?	Se sabe que esta caliente porque su volumen aumenta.	Se sabe que esta más fría porque su volumen varía disminuyendo.	



muy frío



Frío



Tibio



Caliente

Experimento Normal Diego Rodriguez 1104

Jonah Sanchez Solución

Cualidad	el alambre sigue en su estado normal con su color natural	Se va oscureciendo el alambre y tiene mas facilidad para doblarse	el alambre se debilita y se deforma y se deforma a que se deforme, además es mucho mas facil de doblarlo
que tan caliente esta	frio	tibio	caliente

- 1) los enteros usados forman el aspecto visual y fisico, asi como se comporta cuando tiene calor
- 2) viendo su aspecto como su color o su posibilidad de doblarse

Cualidad Volumen	Poco	medio	mucho
que tan caliente esta	frio	tibio	caliente

Cualidad sabor	Poco	medio	mucho
que tan caliente esta	frio	tibio	caliente

| Hielo | Agua fria | Agua | Agua tibia | Agua caliente

Solución...

Cualidad	Es menos maleable y mantiene su color	La coloración es gris y se va oscureciendo	Es más maleable y se torna de color negro
¿Que tan caliente esta el alambre?	Frio	Tibio	Caliente

1) Los criterios que se establecen son:

- Maleabilidad o movilidad
- Color

2) Por lo general los cuerpos calentados suelen tener un color oscuro o negro, y en caso de los metales si estan calientes son más maleables.

3)

Cualidad	Su volumen disminuye y se ve más pequeña	Mantene su volumen	Se expande y aumenta su volumen
¿Que tan caliente esta la bomba?	frio	Tibio	Caliente

Cualidad vapor	No hay	Poco	Mucho
¿Que tan caliente esta el agua?	frio	Tibio	Caliente

Norberto Sarmiento

Juan Avila : 1701

Jorge Figueira

M^a Paula Cukernetz
 Farid Patiño
 Valentinia Cobos
 1104

Objetivo:
 Identificar, organizar y clasificar los objetos calientes y fríos a partir de las cualidades que estos presentan cuando son calentados o enfriados.

Calor y temperatura

# de nubes	mucha	mediana	mínima
¿Qué tan caliente está el día de hoy?	frío	fresco	caliente

• Cuando la cantidad de nubes es mínima, el calor será mayor.

¿Qué haría usted para saber si un cuerpo está caliente o frío sin la necesidad de utilizar el sentido del tacto?

Cualidad	pequeña	normal	grande
¿Qué tan caliente está la bomba?	frío	normal	calor.
	muchavapor	sin vapor	sin vapor poco
" el recipiente	caliente	normal	frío

a base de cuanto vapor sale

6.2 Anexo 2: Actividad segunda sesión

Guía.

1) La temperatura de los dos recipientes no es la misma ya que al tener en uno de los recipientes menor volumen, las partículas aumentan su temperatura más rápido por lo tanto es mayor.

También tienen diferente cantidad de calor ya que tienen diferentes volúmenes.

2)

100 ml → Caliente (70°C)
x 5 min

100 ml → Frío. (10°C)
x 5 m

100 ml → Tibio (50°C)
x 2,5 m

¿Qué es lo que cambia en el agua?

Hielo

Líquido

Líquido con burbujas

¿Qué tan caliente está?

No está caliente

Está un poco caliente

Está caliente

¿Cuál es el valor que asignan a la cualidad de la sustancia del instrumento?

Frío

Tibio

Caliente.

Carmen Gamba
Luisa Deque
Isabella de Luca

Nombres: M^{ra} Jose Luna
Alyeiga Gomez
M^{ra} Paula Gutierrez
Valentina Caba

② ¿Crees usted que la temperatura de los dos recipientes es la misma?

- No, dado que a mayor volumen (2) decir el recipiente de 1L) se necesita mayor temperatura para calentar.

③ ¿Por qué sí o no?

- Porque al haber más volumen, se requiere una temperatura mayor para producir el movimiento de las moléculas.

④ ¿Se puede decir que ambos recipientes tienen los mismos calores o calores iguales?

- Sí tienen el mismo calor, pero no misma temperatura

⑤ Actividad 2

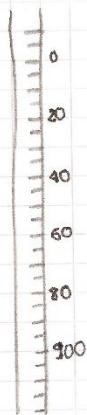
① ¿Cuál es la entidad que se observa y que indica si un cuerpo está caliente o frío?

- caliente: Brillo azulado (exterior)
- Tibio: Color rojizo (Brillo propio)
- frío = calor natural.

- Proponemos esta validación ya que hace parte de uno de las reacciones más vistas en la química. el Mg por ejemplo, cuando alcanza temperaturas altas emite un brillo blanco, más naturalmente se ve de un color "normal" propio.

Sofia Arias
Ana Pagan
Kora Acosta
Ferdinand Potito

¿. Tiene más alta la temperatura
el recipiente que contiene 600 ml
de agua.



Después de 15 minutos, el agua llegó
a su punto de ebullición. (aprox 95°)

El termómetro no resistió su tempe-
ratura y se desbordó

1) No puede ser la misma ya que no tienen la misma cantidad de agua en cada recipiente. ①

2) pueda que al calentarse el agua tengan el mismo color, pero ya que uno tiene mas agua que otro, las partículas de color tardan mas tiempo en concentrar en mas cantidad de agua, eso quiere decir que entre menos agua haya se calienta mas rapido, y si hay mas agua se calienta menos rapido.

3) Su aspecto visual, ya que al observar que el agua emite color podemos afirmar que el agua tiene alta temperatura. ②

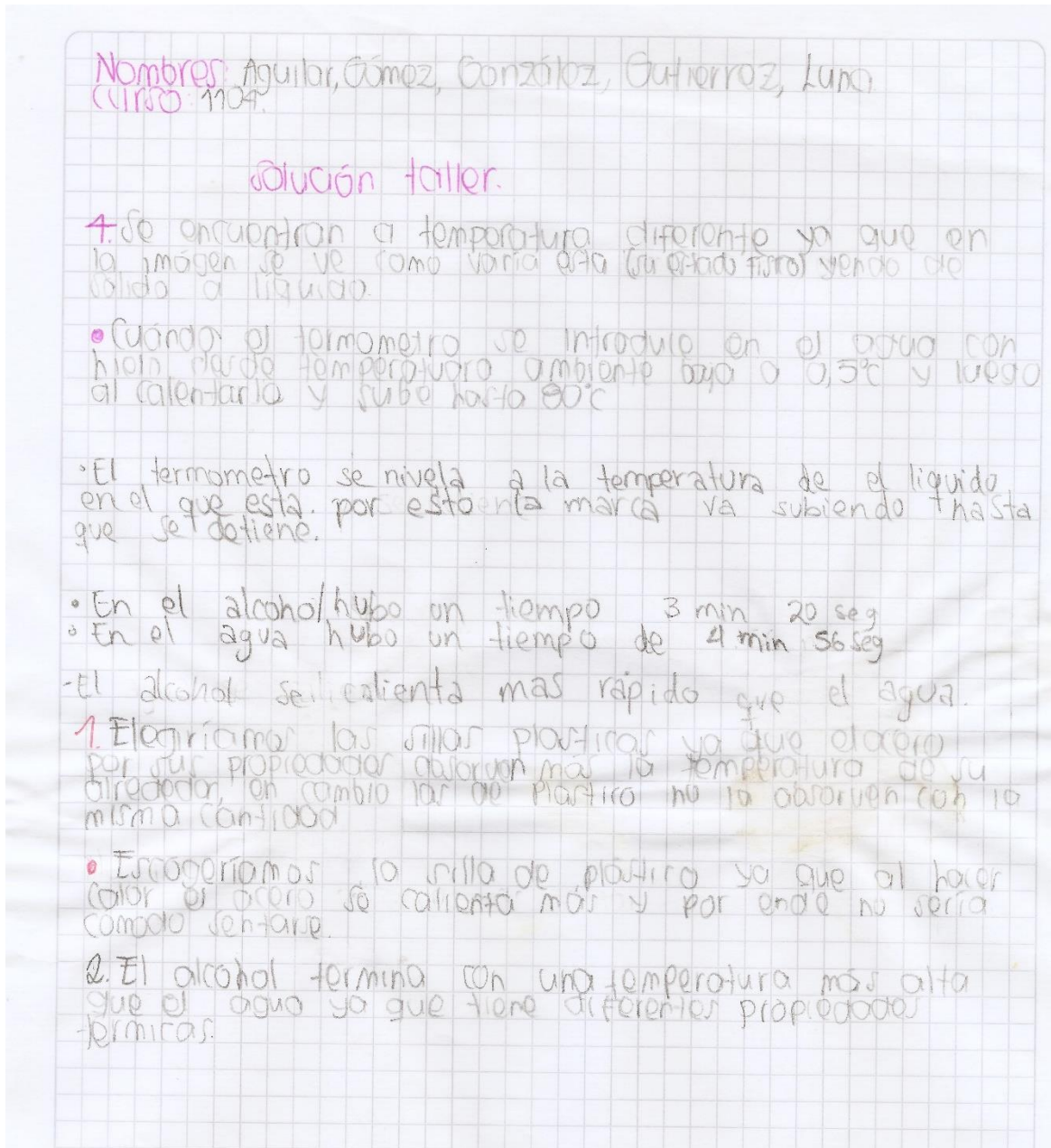
3) 1) calidad visual

2) mediante un termómetro casero

Juan Arcila, Martin Bernal, Camila Gamboa

1104.

6.3 Anexo 3: Actividades de la tercera sesión



Juan Esteban Acila, Martin Bernal, Camila Gamal

Mayo 18/2018/1104

Actividad 1

Escogería las sillas de plástico porque al plástico el menor frío que el acero

No, el plástico recoge más calor siendo las 5 am

Si son las 3 pm escogería el mismo material de las sillas porque el acero, al ser metal, estaría mucho más caliente que el plástico.

Actividad 2.

No, las dos sustancias pasadas los 3 min no pasan la misma temperatura por las propiedades del Alcohol este queda con una mayor temperatura

La temperatura es diferente para cada recipiente por sus propiedades.

Actividad 3

Las dos recipientes no pueden alcanzar la misma temperatura a un mismo tiempo.

- Para saber si debido a la sustancia se tiene diferencia a nivel de temperatura

Si porque así conocemos la sustancia con la que se va a trabajar.

Para esta situación el calor es la elevación del recipiente y la temperatura la medida de la sustancia.

Actividad 4.

No tienen la misma temperatura, porque se evidencia que los cubos no tienen el mismo nivel de consistencia.

Actividad experimental.

Aumenta la temperatura del termómetro mientras el hielo se deshace.

Aumenta el calor del recipiente.

- El agua sin hielo dentro se calienta con más rapidez.

Nombre: Valentina Caba Puerto curso: 1104

① ¿Qué material de la silla escogería para sentarse? (5:00am)

- Escogería la silla de plástico ya que las sillas hechas de acero tendrían menor cantidad de calor con respecto a las de plástico.

② ¿Tienen los dos materiales la misma cantidad de calor siendo las 5:00am?

- En mi opinión, no tienen la misma cantidad de calor.

③ ¿Escogería el mismo material para sentarse o decidiría cambiar? (3:00pm)

- Cambiaría, pues siendo las 3:00pm en un día soleado, seguramente las sillas de acero retendrían más el calor a comparación que las de plástico.

Actividad 2.

① ¿Las dos sustancias poseen la misma temperatura pasados los tres minutos?

- No, el alcohol tendría una temperatura mayor al agua pasados 3 minutos, pues el alcohol tiene más propiedades que le permiten aumentar de temperatura con mayor facilidad.

Aunque de 100ml de Alcohol y 20ml de Agua, se puede suponer que el agua alcanzaría una temperatura mayor a la del alcohol.

Alcohol (50) = 3'25

Agua (50) = 4'56 Norma

Actividad 3

① ¿Cuál debe ser el tiempo de exposición para que el agua y el alcohol alcancen una misma temperatura?

- 2 horas, donde el tiempo ayude a aumentar la temperatura de las sustancias

② ¿Qué es temperatura y calor en esta situación?

Temperatura: Movimiento molecular a mayor o menor velocidad

Calor: propiedad física del cuerpo que es afectada por el entorno.

Actividad 4

① ¿Los tres cubos poseen la misma temperatura o se encuentran a temperaturas diferentes?

- Diferente temperatura, ya que el derretimiento del hielo se ve más rápido entre mayor sea la temperatura

Actividad Experimental

① ¿Qué observa en el termómetro cuando se introduce en un recipiente con gran cantidad de hielo y es calentado hasta que el hielo se deshaga?

0,5 °C (Al ingresarlo al agua) } 10 minutos
80 °C Al finalizar.

Solución

1) Escogería el plástico porque brindan mayor comodidad y el plástico no es un conductor de calor bueno por tanto no se calientan tan rápido como los de acero. No, los de acero están más frías. Escogería el mismo material ya que el acero en un día caluroso se calienta más el acero.

2)

Alcohol = 50°C

Agua = 40°C

- Las sustancias tienen diferente temperatura ya que el alcohol tiene mayor capacidad de conducir calor.

- Es diferente a que el alcohol sigue teniendo mejores propiedades térmicas y si se pone al mismo tiempo que el agua su calor será mayor.

3)

Alcohol = 3 minutos

Agua = 3 minutos 30 segundos

* El calor es una fuente a la que se expone la sustancia para aumentar su temperatura.

+ Por sus propiedades térmicas

* Si va que para responder se necesita saber por qué el tiempo que se aprecia es diferente y esto se sabe según sus propiedades.

4) Los cubos se encuentran a diferentes temperaturas ya que se ve cómo se derriten los cubos, estando uno más derretido que el otro por lo tanto aumentando su temperatura con el paso del tiempo.

5)

2 minutos = 20°C

3,31 minutos = 25°C

4,51 minutos = 40°C

5 minutos = 50°C

6 minutos = 60°C

* El termómetro aumenta su temperatura, este cambio se muestra porque el termómetro está siendo expuesto a una fuente de calor mientras que en el agua no se expone a esa fuente de calor.

Grupo = Carmen Gamboa Isabella De Luca -1104
Luisa Daque

DAVIVIENDA