



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín**

**Adriana Lily Suárez Giraldo**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias  
Medellín, Colombia  
2016



# **Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín**

**Adriana Lily Suárez Giraldo**

Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:

Físico M, Sc. Sigifredo Solano González

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias  
Medellín, Colombia  
2016



*A mi esposo Alejandro:*

*Por su amor y comprensión.*

*A mi madre:*

*Por su ayuda y amor incondicional.*

*A mis hijos:*

*Regalo preciado de Dios.*



## **Agradecimientos**

Al profesor Sigifredo Solano González, por su orientación, exigencia y acompañamiento en esta propuesta.





## Resumen

Esta es una propuesta de un proyecto de aula sustentado en la realización de situaciones experimentales guiadas, empleando elementos de fácil acceso y bajo costo, facilitando la percepción de conceptos que suelen considerarse abstractos, tales como la transferencia de energía a través del proceso denominado calor, complementadas con el análisis y la lectura conjunta, en el salón de clases, posibilitando el diálogo y la socialización. Las actividades experimentales y la evaluación son documentadas en la plataforma Moodle, La propuesta es validada en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín, con una ganancia conceptual baja, pero cercana al límite inferior de la ganancia conceptual media. Se presenta la evaluación realizada a un grupo control sin la intervención pedagógica, con el propósito de contrastar los resultados en el mismo entorno socio-económico.

**Palabras clave: Calor, Energía Interna, Temperatura, Virtual Moodle.**

## Abstract

This is a proposal for a classroom project supported by the realization of experimental situations guided, using elements of easy access and low cost, facilitating the perception of concepts that tend to be abstract, such as the transfer of energy through the process called heat, complemented with the analysis and the reading, in the classroom, enabling dialogue and socialization. Pilot activities and evaluation are documented in the Moodle platform, the proposal is validated in the tenth grade of the institution education Republic

X Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín

---

of Venezuela in the city of Medellin, with a conceptual low gain, but close to the bottom of the conceptual medium gain limit. The assessment is presented to a group control without pedagogical intervention, with the purpose of comparing the results in the same socio-economic environment.

**Key words: heat, internal energy, temperature, Virtual Moodle.**

---

# Contenido

<b><i>Agradecimientos</i></b> .....	<b><i>VII</i></b>
<b><i>Resumen</i></b> .....	<b><i>IX</i></b>
<b><i>Contenido</i></b> .....	<b><i>XI</i></b>
<b><i>Lista de figuras</i></b> .....	<b><i>XIV</i></b>
<b><i>Lista de tablas</i></b> .....	<b><i>XVI</i></b>
<b><i>Introducción</i></b> .....	<b><i>17</i></b>
<b><i>1. Aspectos Preliminares</i></b> .....	<b><i>19</i></b>
<b>1.1 Tema</b> .....	<b>19</b>
<b>1.2 Problema de Investigación</b> .....	<b>19</b>
1.2.1 Antecedentes.....	19
1.2.2 Formulación de la pregunta .....	23
1.2.3 Descripción del problema .....	23
<b>1.3 Justificación</b> .....	<b>24</b>
<b>1.4 Objetivos</b> .....	<b>25</b>
1.4.1 Objetivo General.....	25
1.4.2 Objetivos Específicos .....	25
<b>2. Marco Referencial</b> .....	<b>26</b>
<b>2.1 Marco Teórico</b> .....	<b>26</b>
2.1.1 Didáctica .....	26
2.1.2 Enseñanza.....	26
2.1.3 Aprendizaje.....	27

XII Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín

---

2.1.4	Proyecto de aula.....	27
2.1.5	Intervención Pedagógica .....	28
2.1.6	El modelo didáctico de investigación .....	28
<b>2.2</b>	<b>Marco Disciplinar .....</b>	<b>28</b>
2.2.1	Energía .....	28
2.2.2	Principio de la conservación de la energía .....	29
2.2.3	Entropía .....	30
2.2.4	Formas de Energía .....	30
2.2.1	Formas de transferencia de energía: el calor .....	33
2.2.2	La temperatura.....	33
2.2.3	El equilibrio térmico .....	33
<b>2.3</b>	<b>Marco Legal .....</b>	<b>34</b>
2.3.1	Contexto Internacional.....	34
2.3.2	Contexto Nacional .....	34
2.3.3	Contexto Institucional .....	35
<b>2.4</b>	<b>Marco Espacial.....</b>	<b>36</b>
<b>3.</b>	<b><i>Diseño metodológico.....</i></b>	<b>38</b>
3.1	<b>Tipo de Investigación: Profundización de corte monográfico .....</b>	<b>38</b>
3.2	<b>Método .....</b>	<b>38</b>
3.3	<b>Enfoque: Cualitativo de corte etnográfico .....</b>	<b>39</b>
3.4	<b>Instrumento de recolección de información.....</b>	<b>39</b>
3.5	<b>Cronograma.....</b>	<b>42</b>
<b>4.</b>	<b><i>Desarrollo y análisis de la propuesta .....</i></b>	<b>44</b>
4.1	<b>Informe de actividades de laboratorio y socialización .....</b>	<b>44</b>
4.1.1	Actividad 0. Socialización de ideas previas de los estudiantes sobre lo que es el calor y la temperatura.....	45
4.1.2	Actividad 1.1. ¿Es el tacto un instrumento confiable para medir la temperatura? .....	46

---

4.1.3	Actividad 1.2. El termómetro .....	47
4.1.4	Actividad 1.3. La temperatura es el promedio de la velocidad de las moléculas. ....	47
4.1.5	Actividad 2. El calor .....	48
4.1.6	Actividad 2.1. Socialización sobre el experimento del calor .....	48
4.1.7	Actividad 2.2. El calor, transferencia de energía del sistema de mayor temperatura al de menor temperatura. ....	49
4.1.8	Actividad 2.3. Socialización el concepto de calor, una transferencia de energía del sistema de mayor temperatura al de menor temperatura. ....	49
4.1.9	Actividad 3. Diferencia entre calor y temperatura .....	50
4.1.10	Actividad 3.1. Socialización experimentación sobre la diferencia entre los conceptos de calor y temperatura. ....	50
4.1.11	Actividad 4. La temperatura magnitud no intensiva y equilibrio térmico .....	51
4.1.12	Actividad 4.1. Socialización, la temperatura magnitud no intensiva y equilibrio térmico .	52
4.1.13	Actividad 5. La masa una variable de la que depende la cantidad de energía que se debe aportar a un sistema para que aumente su temperatura. ....	52
4.1.14	Actividad 5.1. Socialización, la masa una variable de la que depende la cantidad de energía que se debe aportar a un sistema para que aumente su temperatura. ....	53
<b>4.2</b>	<b>Ganancia normalizada de Hake .....</b>	<b>54</b>
4.2.1	Análisis de cada una de las preguntas .....	54
4.2.2	Ganancia normalizada por ítem para el grupo experimental .....	79
4.2.3	Ganancia Normalizada por concepto para los grupos experimental y de control .....	82
<b>5.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>87</b>
	<b>Referencias.....</b>	<b>91</b>

## Lista de figuras

<i>Figura 4-1 Análisis Comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 1.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 4-2 Análisis Comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 2.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 4-3 Análisis Comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 3.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 4-4 Análisis Comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 4.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 4-5 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 5.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 4-6 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 6.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 4-7 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 7.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 4-8 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 8.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 4-9 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 9.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 4-10 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 10.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 4-11 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 11.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 4-12 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 12.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 4-13 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 13.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 4-14 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 14.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 4-15 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 15.....</i>	<i>70</i>

---

<i>Figura 4-16 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 16 .....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 4-17 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 17 .....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 4-18 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 18 .....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 4-19 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 19 .....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 4-20 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 20 .....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 4-21 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 21 .....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 4-22 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 22 .....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 4-23 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 23 .....</i>	<i>78</i>

## Lista de tablas

<i>Tabla 3-1 Planificación de actividades .....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 3-2 Cronograma de actividades.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 4-1 Ganancia normalizada de Hake para el grupo experimental por ítem .....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 4-2 Ganancia normalizada de Hake para el grupo experimental en el concepto de calor.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 4-3 Ganancia normalizada de Hake para el grupo control en el concepto de calor .....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 4-4 Ganancia normalizada de Hake para el grupo experimental en el concepto de temperatura.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 4-5 Ganancia normalizada de Hake para el grupo control en el concepto de temperatura .....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 4-6 Ganancia normalizada de Hake para el grupo experimental en el concepto de energía interna....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 4-7 Ganancia normalizada de Hake para el grupo control en el concepto de energía interna .....</i>	<i>85</i>



## Introducción

Un aspecto fundamental en la enseñanza aprendizaje es el interés por aprender del educando, este se logra estimular cuando se enciende la chispa de la curiosidad. Un estudiante que se interesa por investigar el porqué de las cosas, que se cuestiona acerca del origen y las posibles soluciones a los problemas que lo rodean ha incentivado su interés por el conocimiento. Esto implica proponer la enseñanza aprendizaje desde el planteamiento de una situación que logre captar e incitar el interés del estudiante por investigar un determinado tema, hablamos entonces del modelo didáctico de investigación. Se trata de una tarea ardua, pues el docente ha de buscar no sólo un problema que cautive la atención de los estudiantes, sino que además involucre los conceptos que se quieren abordar, que propicie una serie de preguntas abiertas y cerradas, exige además proponer una estrategia que permita regular el nivel de complejidad de las preguntas que el estudiante va a enfrentar, de tal forma que el estudiante no se sienta perdido y orientado a claudicar debido al grado de dificultad que representa para él la situación. Es necesario entonces que se realice una lectura conjunta de la situación problema, para identificar las variables desconocidas y proponer vías de investigación para la resolución del problema, propuestas que han de buscarse mediante un trabajo tanto individual como grupal, posibilitando el diálogo y la socialización de resultados. Ahora bien esto está muy relacionado con dejar el miedo a equivocarse, de allí la importancia de comunicarles a los estudiantes que el conocimiento no es algo definitivo, que tiene una historia y que sigue en proceso de construcción. La pregunta acerca de qué es el calor ha sido una incógnita, investigada por muchos autores a lo largo de la historia, siendo en la actualidad un tema que sigue cautivando al estudiante, al encontrar en la experimentación un resultado que contradice sus conocimientos previos y por ende el planteamiento de sus hipótesis, generando así una serie de preguntas, que motivarán al educando a la investigación y todo lo que esto conlleva. Encontramos de esta manera propuestas de enseñanza aprendizaje que se han

centrado en este concepto, desde diferentes perspectivas, entre ellas el histórico, o el cambio conceptual, exhibiendo en sus resultados la persistencia de las ideas alternativas.

En este proyecto se propone la intervención pedagógica en la enseñanza aprendizaje del concepto calor, partiendo de la pregunta de investigación para los estudiantes ¿Qué es el calor?, donde el objetivo no es analizar las ideas previas que se tienen, sino plantear una serie de actividades experimentales, que permitan al educando refutar o comprobar sus hipótesis. De esta manera se guía a los educandos a advertir las regularidades y realizar las inferencias correspondientes para llegar al concepto científico. En esta intervención, los alumnos han adquirido como conceptos previos, entre otros, la definición de energía y sus formas, haciendo énfasis en las energías cinética, potencial e interna. Así como el principio de la conservación de la energía y el concepto de entropía. Incluye así un marco teórico en el que se tratan entre otros el concepto de proyecto de aula y de intervención pedagógica. En el referente disciplinar se presentan las acepciones de la red conceptual que involucra la enseñanza aprendizaje de la transferencia de energía a través del proceso denominado calor, el diseño e intervención que es realizada en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín y la valoración de la apropiación del concepto de calor a través de la intervención.

# 1. Aspectos Preliminares

## 1.1 Tema

La enseñanza aprendizaje del concepto de calor mediante un proyecto de aula, que involucra actividades experimentales en las que se hace referencia al concepto de energía de los campos y por ende al concepto de energía interna, actividades que son complementadas con el análisis y la socialización.

## 1.2 Problema de Investigación

### 1.2.1 Antecedentes

La enseñanza aprendizaje del concepto de calor ha sido abordada en múltiples oportunidades, desde diferentes posiciones; una de ellas es desde el marco histórico:

Pessoa de Carvalho & Castro (1992). Tratan la evolución histórica por medio de la lectura de textos, los cuales son discutidos en el aula de clase.

Lopera & Zapata (2014). Proponen además diseños de actividades experimentales y applets sobre el modelo cinético molecular. No se hace claridad sobre los conceptos de energía y energía interna.

Otra perspectiva al abordar la enseñanza del concepto de calor, es el análisis de los esquemas alternativos que presentan los estudiantes:

Erickson & Tiberghien (1989) Describen las principales ideas alternativas de los estudiantes, identificadas mediante la aplicación de diferentes métodos, tales como la entrevista y el cuestionario.

Domínguez Castiñeiras, Bueno & García-Rodeja (1998). Exponen resultados de una indagación, utilizando mapas conceptuales, del conocimiento de elementos básicos de un modelo dinámico de partículas que poseen los estudiantes y qué uso hacen de él al analizar fenómenos vinculados con la dilatación y la temperatura. Se verifica la persistencia de ideas alternativas.

García & Rodríguez (1985). Subrayan la influencia del lenguaje del docente, en la modificación de los esquemas alternativos de los estudiantes.

Guerrero (1991). Sugiere la posibilidad de que la persistencia en las ideas alternativas sea fruto de la manera como se enseñan los conceptos.

Dumrauf & Cordero (2004). Refieren los resultados de un análisis de las interacciones discursivas entre un docente y sus alumnos en una clase de física de nivel preuniversitario, sobre las ideas previas acerca de la noción de calor.

Algunos trabajos se centran en la técnica de contrastación de conceptos:

Alomá & Malaver (2007). Ofrecen un estudio descriptivo, en el que se emplean técnicas de análisis de contenido en libros de texto, concluyendo que en los textos analizados se exhiben enunciados que confunden el calor como una forma de energía o como energía que se transfiere.

---

Vázquez (1987). Analiza las concepciones espontánea y científica del calor, precisando los elementos en conflicto entre las dos concepciones, con el fin de ser considerados en el tratamiento didáctico del concepto.

Otros estudios se centran en la utilización de propuestas alternativas:

Insausti, Crespo, García & Beltrán (1995). Emplean el video para instruir, aplicando un test antes y después de la proyección, verificando que se mejora el léxico en la expresión de los conceptos aprendidos, no ocurriendo igual con el aprendizaje de los conceptos científicos el cual no se alcanza satisfactoriamente.

Martínez & Pérez (1997). Proponen alterar la secuencia de introducción tradicional de los conceptos, la cual coincide con el desarrollo histórico de estos. En los resultados se evidencia persistencia de esquemas alternativos y reducción del concepto de energía interna a las energías cinética y potencial.

Segura, D. (1991). Sugiere la introducción del conocimiento científico a través de situaciones experimentales, enfatizando en que deben generarse en interrogantes puntuales que sean adoptados por los estudiantes como propios.

Escobar, González & Gutiérrez (2008). Buscan la diferenciación de los conceptos de calor y temperatura mediante el mapa conceptual, la V de Gowin, el uso del laboratorio y la epistemología e historia del concepto. Se evidencia errores conceptuales “el calor es una forma de energía de un cuerpo con mayor temperatura a un cuerpo con menor temperatura” p.18.

Ramos, M., & De La Cruz, M. A. R. Í. A. (2011). Propone la enseñanza basada en la investigación dirigida del tema de transmisión de calor para estudiantes de bachillerato. Se encuentran errores conceptuales “El calor es una forma de energía” p. 42. Toma en cuenta sólo algunos ítems de calor y temperatura del test de Silveira y Moreira ya que

“tiene otros que corresponden a temas no considerados durante la instrumentación de la estrategia didáctica que hacemos en este trabajo”p.30. Evidenciando error en el concepto de calor, pues el otro tema que evalúa el test mencionado es el de energía interna.

Varón Garzón, E. (2012) Sugiere la enseñanza de ley cero de la termodinámica mediante la construcción de un ambiente de aprendizaje, en las conclusiones se evidencia persistencia de ideas alternativas sobre el calor y conceptos asociados.

Dima, G. N., del Rosario Follari, B., Perrotta, T., & Eugenia Carola, M. (2013). Proponen la enseñanza del concepto de calor y conceptos asociados, siguiendo las orientaciones propias del Aprendizaje activo, pero en sus resultados se registra una ganancia conceptual baja, con resultados positivos sólo en los bloques correspondientes a los ítems del bloque referido al equilibrio térmico, con ganancias cercanas a 0,3.

Algunos utilizan como estrategia clave, la introducción de un modelo cinético de las partículas:

Zamorano, Gibbs, Moro & Viau (2006). Modelan los conceptos de energía interna y temperatura a través de analogías, en un juego desarrollado entre los estudiantes y el docente. Se evidencia persistencia de ideas alternativas.

Domínguez Castiñeiras (2007) Expone en los resultados dificultad en los educandos para la apropiación de un modelo de partículas señalando la subsistencia de ideas alternativas luego de n etapas de instrucción.

Serrano Zárate, R. (2013). Implementa clases demostrativas interactivas para la enseñanza de los conceptos de calor y temperatura en el bachillerato. En el trabajo se evidencia falta de claridad en los conceptos de calor y temperatura “diferenciar entre el

---

concepto de calor y temperatura, así como establecer una relación entre un fenómeno macroscópico y microscópico afín con la energía cinética” (párr.2) Sección III.4 Descripción de las clases demostrativas interactivas. Presenta además error conceptual en la fórmula del factor de ganancia normalizada de Hake. ( párr.13) Sección III.2 Descripción de los instrumentos de evaluación.

Por último se tienen trabajos que buscan la validación de instrumentos que permitan verificar las concepciones que tienen los estudiantes sobre el calor y temas asociados: Silveira & Moreira (1996). El trabajo corroboró la poca influencia de la instrucción sobre el cambio conceptual, en el grupo objeto de investigación.

### **1.2.2 Formulación de la pregunta**

¿Cómo enseñar el concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín?

### **1.2.3 Descripción del problema**

En el área de la Física, la enseñanza del concepto de calor ha representado un problema, no sólo por la persistencia en los estudiantes de las ideas alternativas después de la instrucción Silveira & Moreira (1996), Martínez & Pérez (1997), Domínguez Castiñeiras (2007) sino por su relación con conceptos que resultan abstractos incluso a los docentes, tal es el caso del concepto de energía Solbes & Tarín (2007). Lo cual ha conllevado a proponer métodos o teorías que buscando facilitar su enseñanza y comprensión por parte de los estudiantes, reducen conceptos asociados indispensables para su aprehensión, ignorando; por citar algunos ejemplos, acepciones tales como la energía de los campos, el principio de conservación de la energía entre otros (Solbes & Tarín 2004)

De esta manera las propuestas citadas en los antecedentes exhiben en sus resultados la no incorporación de los conceptos científicos, persistiendo en algunas propuestas más que en otras, las ideas alternativas de los estudiantes. En su gran mayoría no contemplan la actividad experimental, basándose en la enseñanza de la teoría cinética molecular, en forma tradicional. Algunas de ellas presentan errores conceptuales.

Surge entonces el problema sobre qué actividades podrían plantearse para posibilitar la aprehensión del concepto calor, sin descartar los conceptos asociados, necesarios para su comprensión, lo cual se concreta en la pregunta contextualizada: ¿Cómo enseñar el concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela?

### **1.3 Justificación**

El ser humano construye conocimiento a través del análisis de experiencias, el cual surge de los interrogantes que se plantea a sí mismo. Este fenómeno se verifica por tanto también en el estudiante, quien posee unos conocimientos previos contruidos a través del análisis de sus experiencias y de interrogantes que se ha planteado a lo largo de su vida, estas ideas no son factibles de modificar sino existe un fenómeno que lo obligue a cuestionarlas, es decir a interrogarse nuevamente y buscar nuevas explicaciones, mediante un nuevo análisis de las experiencias. Ahora bien, en el área de física es necesario hablar de los medios de investigación, ya que a través de la historia, el desarrollo de ésta ciencia ha estado ligada a la observación y la experimentación, por lo que su enseñanza aprendizaje requiere la utilización de situaciones experimentales guiadas, debido a según Domínguez Castiñeiras(2007) que los estudiantes, por sí solos, no consiguen construir los conocimientos que tanto tiempo y esfuerzo requirió a los más notables científicos. Pero la realización de estas situaciones no siempre es posible, debido al grado de abstracción que presentan algunos conceptos. Surgen entonces interrogantes en el docente sobre el tipo de experiencia que permita obtener una visión más intuitiva de aquellos fenómenos que en su realización manual no aportan suficiente



---

claridad gráfica. Este es el caso de la enseñanza del concepto de calor. Esta propuesta por consiguientes se constituye en un instrumento factible de alcanzar el objetivo, la enseñanza aprendizaje del concepto de calor, al plantear al estudiante una pregunta de investigación: ¿Qué es el calor? Obligándolo a cuestionar sus conocimientos previos, mediante el análisis de experiencias que contradicen sus explicaciones y ofrecen una interpretación coherente con el enunciado científico.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar un proyecto de aula que permita intervenir la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar si los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín, poseen la concepción científica sobre los conceptos de energía interna, calor y temperatura.
- Diseñar actividades que permitan la apropiación del concepto científico del calor en los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la Ciudad de Medellín
- Intervenir la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la Ciudad de Medellín, a través de la propuesta diseñada.
- Valorar la apropiación del concepto de calor en los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la Ciudad de Medellín.

## **2. Marco Referencial**

### **2.1 Marco Teórico**

#### **2.1.1 Didáctica**

Según Díaz (2002) la didáctica analiza las bases y preceptos generales de la enseñanza y el aprendizaje. Englobando integralmente todo lo relacionado con la labor educativa; estudiando los fundamentos, prácticas y estrategias aplicables en todo acto educativo sistemático. Ocupándose de: El rol del educador: carácter del docente, atributos que favorecen la labor, eficiencia del docente, etc. La labor discente: aprendizaje (definición, clasificación, leyes, conjeturas, tesis, etc.), estrategias para aprender, elementos del fracaso escolar, evaluación, etc. Contenidos del aprendizaje: currículo escolar, prácticas y estrategias generales, etc. Herramientas didácticas: textos, recursos tecnológicos, etc.

#### **2.1.2 Enseñanza**

Estebaranz (1999) plantea que la enseñanza se considera como el acto generador de permutación en los conceptos, como el activador de un procesamiento de información en el alumno, donde la información es comprendida y adecuada, en un proceso creativo de transformación de esquemas de pensamiento y conducta, provocando en el estudiante

---

un contraste de sus conceptos previos, con las proposiciones de las disciplinas, articulando la experiencia extra e intraescolar. Donde la reconstrucción social y cultural se abre paso, enfocándose en los valores que se transfieren, examinan o esclarecen. Por tanto la enseñanza es una actividad interpersonal, dirigida hacia el aprendizaje de uno o más individuos, de aquí se infiere que es intencional, dirigida a la adquisición de algún cuerpo de disciplina y supone una interacción comunicativa donde el profesor ejerce un influjo sobre la actividad del estudiante y a la inversa, los estudiantes ejercen una influencia sobre la actividad del docente.

### **2.1.3 Aprendizaje**

Según Ausubel (1980, 2000), el aprendizaje es organización e incorporación de nuevos elementos en el sistema cognitivo. Entendiendo el sistema cognitivo como el conjunto total de representaciones de un individuo y su organización o el contenido y organización de sus ideas, en un saber específico.

Donde nuevas nociones e informaciones son susceptibles de ser adquiridas y retenidas en tanto que, conceptos, ideas o nociones relevantes e incluyentes, estén con la conveniente claridad y disponibilidad en la estructura del individuo y actúen de esta manera como, cimiento para nuevas nociones, conceptos o ideas.

### **2.1.4 Proyecto de aula**

Según González (2013), el proyecto de aula es una propuesta didáctica que se plantea partir de una situación problémica. Esto facilita poner al estudiante en contacto con una información que no posee y a la que no podría acceder por sus propios medios, mediando de esta manera para que el estudiante se interese por un cuerpo de saberes y transforme información en conocimiento. El proyecto de aula, es una acción intencionada de progresión de actividades. La realización continua o discontinua de éstas, irá preparando al estudiante como investigador, como crítico y generador de propuestas ante los problemas concretos, de su comunidad.

### **2.1.5 Intervención Pedagógica**

Touriñán (2011) define la intervención pedagógica como la acción intencional que se despliega en la labor educativa con la finalidad de desarrollar con, por y para el educando los objetivos y medios que se acreditan con fundamento en el conocimiento de la educación y del funcionamiento del sistema educativo.

El proceso de intervención pedagógica podría esquematizarse del siguiente modo: “A” (agente educador) hace “X” (lo que el conocimiento de la educación explica y justifica) para conseguir el resultado “R” (que “B” –agente educando- efectúe las conductas “Y” -explicitadas en la intervención pedagógica de “A”- y alcance el objetivo “Z” -destreza, hábito, actitud o conocimiento educativo.

Touriñán (2011) p.284.

### **2.1.6 El modelo didáctico de investigación**

En este modelo según Ortega (2007) el estudiante es considerado como un ser dinámico, con saberes previos, un individuo que puede proponer su posición ante la información a la que se está aproximando y sobre todo, que él mismo va elaborando desde el desarrollo de procesos investigativos (empleados como pretexto para buscar respuesta a preguntas o problemas planteados por el docente) y mucho más estructurados y que puede dar lugar a procesos más rigurosos y significativos para el educando.

## **2.2 Marco Disciplinar**

### **2.2.1 Energía**

Doménech et al (2003) Precisan la energía como la capacidad de un sistema en interacción para generar transformaciones o cambios. A su vez los cambios que sufre

---

un sistema, se producen por las relaciones con otros sistemas o las relaciones entre sus partes y están ligadas a modificaciones de energía en estos sistemas o zonas de los mismos. Afirman además la imposibilidad de precisar la cuantía definitiva de la energía de un sistema; sólo se pueden delimitar sus variaciones cuando se genera un proceso específico. Al respecto Arias, (2006) afirma que esta capacidad se presenta bajo características y valores numéricos diferentes, según las propiedades y las interacciones que se presenten en el sistema o con otros sistemas. Así la energía no es un concepto abstracto, pues cuando hablamos de sistema se entiende, que se trata de una estructura en la cual existen variables, masa, velocidad, altura, etcétera, que son mensurables, esto quiere decir, que es posible establecer para ellas un valor numérico en un instante determinado, de tal forma que se puede registrar y analizar sus variaciones en el transcurso del tiempo o las influencias de algún factor externo. En consecuencia la energía es una capacidad susceptible de medición.

- Sistema: Para Covaleda, Moreira & Sahelices (2009) El principio aristotélico, el todo es más que la suma de sus partes, se erige en la primera concepción de sistema, aludiendo al sistema como el todo. El sistema es un conjunto de partes interrelacionadas y en relación con otras partes que conforman el ambiente externo, vinculadas por relaciones, procesos e intercambios, sujetas tanto a las interacciones internas, como a las que se presentan con el ambiente exterior.
  
- Sistema aislado: Solbes & Tarín, (2013 p. 156) aclaran que “Se define un sistema aislado como el que no transfiere energía al entorno por medio de trabajo, calor, ondas mecánicas o electromagnéticas, o cualquier otro proceso de transferencia.”.

### **2.2.2 Principio de la conservación de la energía**

Doménech et al (2003) afirman que las variaciones que experimentan los sistemas involucran cambios de unas formas de energía a otras y/o transmisiones de energía de

unas estructuras a otras (o de unas zonas del sistema a otras), pero la energía total de un sistema aislado se conserva. Solbes & Tarín, (2013 p. 156) aclaran que “Se define un sistema aislado como el que no transfiere energía al entorno por medio de trabajo, calor, ondas mecánicas o electromagnéticas, o cualquier otro proceso de transferencia.”.

### **2.2.3 Entropía**

Como producto de las interacciones y consecuentes cambios las estructuras avanzan hacia formas menos ordenadas, lo que genera que se reduzca la viabilidad de posteriores transformaciones en los sistemas, esto se denomina degradación de la energía, su magnitud entropía, se designa con la letra S y da cuenta del nivel de desorden. De esta manera en un sistema aislado la entropía aumenta (entretanto su energía total se mantiene constante). El aumento de entropía reduce la factibilidad de transformaciones a nivel macroscópico en los sistemas aislados. Las interacciones y por ende las transformaciones proseguirán submacroscópicamente. El entendimiento de la entropía posibilita aclarar la supuesta contradicción entre conceptos como crisis energética y el principio de la conservación de la energía; pues cuando utilizamos expresiones tales como: crisis energética, consumo de energía, etc., no significa que la energía desaparezca, sino que se distribuye, diciéndolo de otra manera se homogeniza, dejando de ser eficiente (la estructura del sistema ya no admite que se desarrollen transformaciones a nivel macroscópico).

### **2.2.4 Formas de Energía**

De igual manera Doménech et al (2003) nos dicen que podemos encontrar diversas configuraciones de los sistemas y diferentes maneras como interacciona la materia, éstas son las diferentes formas de energía, dicho de otra manera los diferentes términos que acostumbramos agregar a la palabra energía nos indican el atributo o cualidades del sistema que actuarán o pueden influir en un proceso específico, o la clase de proceso

---

que intervendrá en el sistema. Así una forma de energía puede transformarse en otra. Generalmente, los cambios de energía pueden ser ocasionados, por procesos como el trabajo, el calor, el intercambio de radiación y/o de materia.

### 2.2.3.1 Energía Potencial Gravitatoria

Siguiendo esta misma línea, Doménech et al (2003) definen la energía potencial gravitatoria, como la capacidad del sistema conformado por un objeto y la tierra, para realizar transformaciones, en virtud de las interacciones que se producen entre ellos.

Ahora, continuando con el planteamiento de Arias (2006) debe agregarse que estas interacciones y desde luego las transformaciones, dependen directamente de las variables masa y altura del objeto, así como del valor de la gravedad.

$$-G \frac{Mm}{r} \quad (2-1)$$

Donde G es la constante de gravitación universal, M es la masa de la tierra, r es la distancia del cuerpo de masa m al centro de la tierra, es decir su altura. En los casos en que la variación de la gravedad es insignificante se aplica la fórmula:

$$mgh \quad (2-2)$$

### 2.2.3.2 Energía Cinética

Para Doménech et al (2003) La energía cinética manifiesta la capacidad de un sistema en el cual, un cuerpo se relaciona con otros en razón a que se desplaza con una velocidad determinada respecto a ellos. Arias (2006) nos presenta la expresión analítica;

$$\frac{1}{2}mv^2 \quad (2-3)$$

### 2.2.3.3 Energía Interna

Nussbaum (1989) Afirma que toda materia está compuesta por partículas y no es continua. Según Zamorano et al (2006). Las moléculas tienen energía cinética de traslación en virtud de su masa y velocidad; de igual manera detentan energía de vibración y rotación, debido a su movimiento. Existen también fuerzas intermoleculares que albergan energía potencial, en continuas interacciones en las que la energía interna puede considerarse como:

$$U = \sum E_{c(i)} + \sum E_{p(ij)} + \sum E_{\text{partícula (i)}} \quad (2-4)$$

$E_{c(i)}$ : Energía cinética de cada partícula

$E_{p(ii)}$ : Energía de interacción entre partículas

$E_{\text{(partícula) (i)}}$ : Energía vibracional, rotacional, electrónica, etc. de cada partícula

Zamorano et al (2006) p.396

En este sentido es interesante considerar la definición del movimiento browniano, debido a la implicación que tuvo su análisis en la construcción de este concepto. Según Stachel (2001) es un movimiento de pequeñas partículas suspendidas en líquidos en reposo, observado por primera vez en 1827 por Robert Brown en pequeñas partículas, en suspensión acuosa, procedentes del polen de la Clarkia pulchella, en el cual Einstein ilustró las fronteras de la termodinámica clásica, afirmando que su movimiento se debía al bombardeo llevado a cabo por las moléculas del fluido, sentando un argumento más para la existencia real de los átomos y moléculas.



### **2.2.1 Formas de transferencia de energía: el calor**

Domínguez Castiñeiras (2007) lo define como una transferencia de energía generada por la interacción de fuerzas a nivel molecular: Cuando sistemas de temperatura diversa entran en contacto, las colisiones entre sus moléculas desencadenan una transferencia de energía, del sistema de mayor temperatura al de menor. Es necesario entonces hablar del concepto de temperatura y equilibrio térmico.

### **2.2.2 La temperatura**

Nos dice Zamorano et al (2006), es una medida del promedio de la energía cinética de una molécula individual, es decir el promedio de la energía de traslación. Domínguez (2007) agrega que es una magnitud intensiva, es decir no depende de las variables masa o volumen, sino de la naturaleza de la sustancia. Un sistema se dilata al elevarse su temperatura, debido a que al incrementarse la energía cinética de las partículas, éstas vencen las fuerzas de cohesión separándose y aumentando el volumen, esto sucede cuando ha existido una transferencia de energía.

### **2.2.3 El equilibrio térmico**

Según Domínguez Castiñeiras (2007) se presenta cuando dos sistemas de diferente temperatura que entran en contacto alcanzan una temperatura igual, debido a una transferencia de energía del sistema de mayor temperatura al sistema de menor temperatura. Según Alomá & Malaver (2007), el enfriamiento se produce cuando el sistema realiza una transferencia de energía y el calentamiento cuando el sistema recibe la transferencia de energía.

- 34 Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín
- 

## **2.3 Marco Legal**

### **2.3.1 Contexto Internacional**

Este trabajo trata de responder a las orientaciones dadas por la UNESCO, en el documento ¿Cómo promover el interés por la cultura científica?, en el cual se presenta como uno de los aspectos indispensables tener en cuenta en la enseñanza aprendizaje, la implementación de las prácticas experimentales:

La idea de buscar en la realización de abundantes trabajos prácticos la superación de una enseñanza puramente libresco y la solución a la falta de interés por el aprendizaje de las ciencias cuenta con una larga tradición. De hecho constituye una intuición básica de la generalidad de los profesores de ciencias y de los propios alumnos, que contemplan el paso a una enseñanza eminentemente experimental como una especie de “revolución pendiente”, necesaria para lograr la familiarización de los estudiantes con la naturaleza de la actividad científica.

Gil et al (2005) p.82

### **2.3.2 Contexto Nacional**

Este proyecto de aula está sustentado en:

a. La Ley General de Educación ó ley 115 de 1994, sobre los fines de la educación, consignados en el artículo cinco, los cuales son conformes al artículo 67 de la Constitución Política de Colombia:

5. 5 La adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados, humanísticos, históricos, sociales, geográficos y estéticos, mediante la apropiación de hábitos intelectuales, adecuados para el desarrollo del saber.

5.7 El acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y demás bienes y valores de la cultura, el fomento de la investigación y el estímulo a la creación artística en sus diferentes manifestaciones.

5.9 El desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país.

Congreso de Colombia (1994) Artículo 5.

- b. Los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales: En consecuencia, ha de ser meta de la formación en ciencias –tanto sociales como naturales– desarrollar el pensamiento científico y en consecuencia fomentar la capacidad de pensar analítica y críticamente. Solamente así, podremos contar con una generación que estará en capacidad de evaluar la calidad de la información a la que accede –en términos de sus fuentes y la metodología utilizada–, que tendrá la necesidad de constatar las impresiones de los sentidos y en consecuencia no caerá fácilmente en manos del dogmatismo, que estará dispuesta a enriquecerse de miradas diferentes a la suya y a cambiar de opinión ante datos contundentes o convincentes, que contará con los elementos para identificar y buscar solución a los problemas y que estará atenta a proceder de manera rigurosa.

Ministerio de Educación Nacional. (2004) p.106

### 2.3.3 Contexto Institucional

La Institución Educativa República de Venezuela, pretende formar estudiantes con espíritu creativo, observador, investigativo, analítico y reflexivo. Con respecto al contexto disciplinar el área de Ciencias Naturales concibe las ciencias como una actividad cultural construida por el hombre, cuyo desarrollo histórico ha jugado un papel fundamental en las transformaciones de las sociedades. Los objetos de aprendizaje o competencias específicas del área de ciencias naturales y educación ambiental son: **La competencia de pensamiento científico**, posibilita a los estudiantes articular los procesos de pensamiento que se utilizan en la actividad científica escolar y los propios del estudiante, a los contenidos científicos básicos o procesos biológicos, físicos, químicos, ecológicos. Los procesos del pensamiento científico son: observar, describir, comparar, clasificar,

relacionar, conceptualizar, formular hipótesis cualitativas y cuantitativas, formular y resolver problemas, experimentar, analizar, interpretar, razonar de manera deductiva, inductiva, hipotética, argumentar y contrastar teorías y leyes. **La competencia bioética** se orienta a que el estudiante desarrolle una reflexión y acción ante los diversos desafíos que significa la ciencia, la tecnología y la cultura ante la biodiversidad involucrando la formación en valores que no se puede desligar de lo afectivo y lo cognitivo.

## 2.4 Marco Espacial

La Institución Educativa República de Venezuela, se encuentra ubicada en el barrio Belén Las Violetas en la zona sur-occidental comuna 16 del municipio de Medellín, en la calle 31C 89C – 62 sobre la vía que conduce al sector Aguas Frías del Corregimiento de Alta Vista. Con barrios aledaños como: Las Mercedes, Urbanización El Castillo Etapas 1y 2, Villa Café, Los Alpes, Vereda Aguas Frías del Corregimiento Alta Vista. La cercanía del sector a prestantes instituciones educativas son garantías de oportunidades y posibilidades de progreso para la comunidad como: La Universidad de Medellín, Instituto Salesiano Pedro Justo Berrio, Colegio las Mercedes antes Horacio Muñoz Suescum, Fundación Carla Cristina, Madres Comunitarias y Hogares del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Las obras de catequesis y apoyo de desarrollo personal y espiritual de la parroquia del sector “Nuestra Señora de la Anunciación” y del convento de las hermanas. En la institución se ha detectado una alta inasistencia, ligada a la problemática social que viven sus estudiantes, la cual se hace mayor al finalizar el año escolar, razón por la cual se utiliza también la plataforma Moodle, como medio de enseñanza no presencial, para de alguna manera subsanar esta problemática.

El grupo en el cual se realizó la intervención, es el grado décimo, en el cual se encuentran matriculados cuarenta y dos estudiantes, de los cuales el 69% son del género femenino. El grupo tiene una edad promedio de 16 años y en su gran mayoría viven cerca al colegio, pertenecientes al estrato social dos. En el contexto social el 33 % vive en una familia nuclear (comprendida por padre y madre) En el grupo no se ha detectado

---

consumo de sustancias alucinógenas, el 41% tiene definida una meta profesional, el grupo asiste en la jornada de la mañana para recibir formación académica y tres días a la semana asiste en jornada contraria a recibir formación técnica en diseño e integración de la multimedia, impartido por el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.

El grupo control es el grado undécimo el cual consta de 35 estudiantes, de los cuales el 46% son del género femenino. El grupo tiene una edad promedio de 17 años, viviendo en su gran mayoría cerca al colegio, con un estrato social dos. En el contexto social el 34% vive en una familia nuclear (comprendida por padre y madre). En el grupo no se ha detectado consumo de sustancias alucinógenas, el 77% tiene definida una meta profesional, el grupo asiste en la jornada de la mañana para recibir formación académica. Este grupo recibió la temática en forma tradicional, esto es clase magistral, donde se propuso ejemplos de la vida cotidiana.

En cuanto a infraestructura, la institución posee dos salas de sistemas, de las cuales sólo una se encuentra en condiciones aptas de funcionamiento, esta sala cuenta con un total de 25 ordenadores. También se cuenta con un salón de laboratorio, con mesas de concreto, dotadas de posetas, de las cuales sólo una está habilitada para el uso, además se debe agregar que el material de laboratorio está restringido en cuanto a diversidad de elementos, pero fue suficiente para la realización de la propuesta, pues se tiene existencia de algunos elementos tales como: vasos de precipitado, mecheros, trípodes, crisoles, erlenmeyer y rejillas de asbesto, con un promedio de 11 elementos por cada referencia

## **3. Diseño metodológico**

### **3.1 Tipo de Investigación: Profundización de corte monográfico**

Se empleó el estudio de casos sobre el desarrollo de las actividades experimentales, en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela, las cuales se abordaron en grupos de cuatro personas, dichas actividades fueron socializadas, con el fin de encontrar regularidades y llegar a la construcción de conocimiento mediante el diálogo y el establecimiento de acuerdos. En la plataforma Moodle [maescentics1.medellin.unal.edu.co/~adlsuarezqi/moodle/](https://maescentics1.medellin.unal.edu.co/~adlsuarezqi/moodle/) se encuentra evidencia de los laboratorios desarrollados.

### **3.2 Método**

Inductivo, con observación, registro, clasificación y estudio de las actividades experimentales y los informes de laboratorio, realizados por los estudiantes del grado

---

décimo de la Institución Educativa República de Venezuela. Utilizando la derivación inductiva para la profundización de los hechos.

### **3.3 Enfoque: Cualitativo de corte etnográfico**

Se describen y analizan los informes de laboratorio, así como las socializaciones de éstos.

### **3.4 Instrumento de recolección de información**

Se utilizó el test propuesto por Silveira & Moreira (1996), para verificar si un estudiante posee concepciones científicas sobre energía interna, calor y temperatura, el cual tiene como finalidad descubrir si un individuo tiene o no la concepción científica; de ocurrir que no se tenga dicha concepción, no se procura revelar cuál o cuáles son las concepciones alternativas que él posee. El test por tanto es un elemento evaluador de la enseñanza antes y después de la instrucción. El test, sin embargo se adoptó con las siguientes modificaciones:

La versión publicada presenta ítems con tres enunciados, reseñados por los números romanos I, II y III. Brindando 7 opciones de respuesta en cada ítem (véase anexo A). Esas 7 opciones posibilitan que quien conteste, seleccione un enunciado, cualquier combinación de dos enunciados o los tres al mismo tiempo.

Entre las opciones de respuesta, invariablemente se encuentra una que coincide con las ideas científicas sobre los conceptos; las otras opciones pretenden que quien contesta manifieste concepciones alternativas. La cuantificación es realizada asignando la puntuación de uno si la opción escogida fuese la que concuerda con la concepción científica y la puntuación de cero en cualquier otra opción. Los ítems 16 y 24 tienen como opción correcta dos enunciados, considerando que un número tan elevado de opciones

de respuesta, podría representar un obstáculo para el estudiante, se optó por elegir preguntas de selección múltiple con única respuesta, aplicando el mismo criterio, es decir, atribuyendo la puntuación de uno si la opción elegida fuese la que es compatible con la concepción científica, por tanto los ítems 16 y 24, fueron modificados. De igual manera se eliminaron los ítems 7 y 17 de la versión publicada por los autores, ya que según su análisis de consistencia interna presentaban cargas factoriales irrelevantes y sin significancia estadística en cualquiera de los tres factores.

Este test ha sido utilizado sin modificaciones en otros trabajos relacionados con los temas de calor y temperatura por ejemplo en Varón, E. (2012) sobre la enseñanza de la ley cero de la termodinámica, así como en Dima, G.et al (2013). Sobre la enseñanza de la energía en el nivel medio. Otros trabajos sobre la enseñanza de los conceptos del calor y la temperatura, han utilizado sólo algunos ítems, es el caso de Escobar, L. et al (2008), Medina Ramos, M. (2011). Serrano Zárate, R. (2013). Martínez, J. M., & Pérez, B. A. (1997).

El test contiene así 23 ítems. En los anexos se encuentra además del test aplicado, la clasificación de los ítems según los conceptos evaluados y las respuestas que están de acuerdo con los parámetros de la concepción científica, aspectos brindados por los autores. Véase anexo B.

Otro instrumento de recolección de información son los informes de laboratorio, los cuales están documentados en la plataforma Moodle, las guías se presentan al final como anexo C. Estas actividades de laboratorio cuentan con la misma estructura: elementos por equipo, guía de experimentación, de observación y conclusiones.

Las actividades experimentales además fueron socializadas en el salón de clases con el fin de encontrar regularidades y evidenciar posibles errores conceptuales, éstas fueron



---

documentadas en actas, redactadas por un estudiante diferente en cada sesión, a quien se denomina el o la secretario(a).

Para el análisis de los resultados de la aplicación de este trabajo, se utiliza como herramienta estadística la ganancia normalizada de Hake (1998) con la cual se puede medir en los estudiantes la ganancia conceptual alcanzada en un curso, calculada mediante el estudio de los resultados de un test de preguntas con respuestas de selección múltiple sobre los conceptos desarrollados, aplicado antes y después de la propuesta.

Según el autor la ganancia está definida de la siguiente forma:

$$g = \frac{S_f - S_i}{100 - S_i} \quad (3-1)$$

Donde  $S_f$  es el porcentaje de respuestas correctas del postest y  $S_i$  es el porcentaje de respuestas correctas del pretest, donde según el autor se presentan 3 categorías o zonas de ganancia:

Ganancia baja para resultados con rangos menores a 0.3, es decir  $g < 0.3$

Ganancia media para resultados con rangos entre  $0.7 > g \geq 0.3$

Ganancia alta para resultados con rangos iguales o mayores a 0.7, es decir  $g \geq 0.7$ .

Tanto el test como la ganancia normalizada fueron aplicados al grado décimo o grupo experimental y al grado undécimo o grupo control.

### 3.5 Cronograma

Tabla 3-1 Planificación de actividades

FASE	OBJETIVOS	ACTIVIDADES
Fase 1: Caracterización	Identificar y caracterizar la red conceptual para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor.	1.1. Revisión bibliográfica sobre el referente teórico para la enseñanza del concepto de calor 1.2. Revisión bibliográfica sobre los antecedentes en la enseñanza del concepto del calor 1.3. Revisión bibliográfica del marco legal de la propuesta sobre la enseñanza aprendizaje del concepto de calor. 1.4. Revisión bibliográfica del contexto en el cual se enmarca la enseñanza aprendizaje del concepto de calor.
Fase 2: Diseño de Actividades		2.1 Revisión bibliográfica, construcción y/o adaptación de un instrumento para evaluar la apropiación del concepto científico sobre el calor, la energía interna y la temperatura. 2.2 Diseño y construcción de actividades para la apropiación del concepto de calor y temperatura. 2.3 Montaje en el Moodle de las actividades para la apropiación del concepto de calor y temperatura.
Fase 3: Intervención pedagógica.	Intervenir la enseñanza aprendizaje del concepto de calor mediante las actividades propuestas por medio de un estudio de caso en el grado 10° de la Institución Educativa República de Venezuela.	3.1. Capacitar a los estudiantes del grado 10° de la Institución Educativa República de Venezuela, en el manejo de la plataforma Moodle. 3.2. Aplicación del instrumento para la evaluación de la apropiación del concepto calor, antes de iniciar la intervención pedagógica. 3.3. Planteamiento y desarrollo de las actividades diseñadas para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor.
Fase 4: Análisis y Valoración.	Valorar la apropiación del concepto de calor en los estudiantes del grupo 10° de la Institución Educativa República de Venezuela.	4.1. Socialización de las actividades y construcción de acuerdos sobre los conceptos abordados en ellas. 4.2. Aplicación del instrumento para la evaluación de la apropiación del concepto calor. 4.3. Análisis y valoración de la apropiación del concepto calor en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la Ciudad de Medellín. 4.4. Elaboración de informe final

Tabla 3-2 Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Actividad 1.1	X	X														
Actividad 1.2	X	X														
Actividad 1.3	X	X														
Actividad 1.4	X	X														
Actividad 2.1	X	X														
Actividad 2.2		X	X													
Actividad 2.3			X	X												
Actividad 3.1				X	X											
Actividad 3.2				X	X											
Actividad 3.3					X	X	X	X	X	X						
Actividad 4.1						X	X	X	X	X	X					
Actividad 4.2											X	X				
Actividad 4.3											X	X	X			
Actividad 4.4													X	X	X	X

Las actividades se desarrollaron en el segundo semestre del año 2015, la intervención pedagógica inició el 10 de septiembre, finalizando el 23 de octubre

## **4.Desarrollo y análisis de la propuesta**

### **4.1 Informe de actividades de laboratorio y socialización**

Esta propuesta tiene como una de sus características particulares el que busca partir del interés del estudiante por el conocimiento. Se trata de plantear la enseñanza aprendizaje desde el planteamiento de una situación problema que se ve plasmada en la pregunta ¿Qué es calor?, donde la búsqueda de respuestas se ve mediada por una serie de actividades en las cuales se orienta al estudiante en la observación de variables y regularidades, que le permitan no sólo la apropiación del concepto, sino mantener el interés por investigar, al encontrar en la experimentación un resultado que contradice sus conocimientos previos y por ende el planteamiento de sus hipótesis, posibilitando además el diálogo y la socialización de resultados.

Otro aspecto importante de esta propuesta es que en todas las actividades se utilizan elementos de fácil acceso y bajo costo.

Las actividades 1.1 ¿Es el tacto un instrumento confiable para medir la temperatura?, 1.2 El termómetro, 4.2 Temperatura magnitud no intensiva, son adaptaciones de las actividades propuestas por Domínguez Castiñeiras, J.M. (2007). De igual manera la actividad 2.1 es una adaptación de Lopera Jaramillo, G. A., & Zapata Giraldo, L. E. (2014).

---

Las otras actividades son diseños concebidos para que de una manera novedosa, sencilla y atractiva, se logre estimular el interés por conocer y apropiarse del concepto de calor y conceptos asociados.

Por último esta propuesta tiene como aporte novedoso la utilización de un elemento sencillo que históricamente ha sido utilizado para la enseñanza del concepto de convección, se trata de partículas de madera muy fina denominadas comúnmente aserrín, las cuales permiten la ilustración de las energías cinéticas y potenciales, posibilitando así la enseñanza aprendizaje del concepto de calor.

#### **4.1.1 Actividad 0. Socialización de ideas previas de los estudiantes sobre lo que es el calor y la temperatura.**

Cantidad de estudiantes 39.

El objetivo de esta actividad es incentivar en el estudiante el interés por investigar el concepto de calor al identificar las diversas ideas que se tienen al respecto. Para ello

Se les pidió a los estudiantes que respondiesen en hojas de cuaderno a las preguntas:

- a. ¿Qué es el calor?
- b. ¿Qué es la temperatura?
- c. ¿Qué diferencia existe entre los dos conceptos?

Entre las respuestas tenemos:

La temperatura es:

El grado de calor de un cuerpo que tiene al medirse, es una medición del calor o del frío, un cambio de estado o clima, es la forma como se llama al calor o al frío, es un calor, es una sensación, medición del clima, es la cantidad de calor, es una sensación que al tocar sentimos frío o caliente, es una medición, es algo que fluye por los cuerpos,

El calor es un cambio de temperatura, es una sensación, es ausencia de frío, es temperatura alta, es algo que se adquiere cuando se está en movimiento, es energía térmica, es una forma de energía, es algo que da en el cuerpo, es la sensación de una temperatura, es una reacción, reacción de cambio de temperatura.

Al finalizar la socialización de las respuestas se les hace la pregunta ¿Qué es entonces el calor? Uno de los estudiantes propone la afirmación de que es una sensación, propuesta que es aceptada por la mayoría de los estudiantes.

Como constancia se presentan algunas de las respuestas.

#### **4.1.2 Actividad 1.1. ¿Es el tacto un instrumento confiable para medir la temperatura?**

Cantidad de estudiantes 39.

Esta actividad busca estimular al estudiante por la investigación sobre los conceptos de calor y temperatura, al encontrar en la experimentación un resultado que contradice sus conocimientos previos y por ende el planteamiento de sus hipótesis.

Los estudiantes pudieron comprobar que al introducir el dedo en agua caliente y posteriormente hacerlo en agua a temperatura ambiente tenían la sensación de frío y si primero introducían el dedo en agua a temperatura menor, la sensación que experimentaban en el agua a temperatura ambiente era de “caliente”.

En la socialización se concluyó que el tacto no era un instrumento confiable para medir la temperatura. Los estudiantes expresan en voz alta: Profe, si el calor no es una sensación, entonces ¿qué es el calor? A lo cual el docente responde: es lo que vamos a investigar en los próximos laboratorios. Este diálogo permite inferir que el objetivo se ha logrado y los estudiantes están interesados por conocer el concepto de calor. Ver video 1 y video 2.

### **4.1.3 Actividad 1.2. El termómetro**

Cantidad de estudiantes 38

Esta actividad busca motivar al estudiante a utilizar y aprender a leer el termómetro.

Los estudiantes aprendieron a leer el termómetro y concluyeron que la temperatura no es una sensación. Video 3.

Algunos estudiantes manifiestan al docente su gratitud y complacencia por haber aprendido a utilizar el termómetro, preguntando si en las próximas clases se va a seguir utilizando y expresando satisfacción al escuchar que la respuesta es afirmativa, por lo cual se puede deducir que el objetivo ha sido alcanzado.

### **4.1.4 Actividad 1.3. La temperatura es el promedio de la velocidad de las moléculas.**

Cantidad de estudiantes: 39

Esta actividad busca que los estudiantes comprendan el concepto de temperatura como un promedio de las velocidades del objeto o sistema examinado. Para ello se propone la observación de la velocidad que presentan las partículas finas de madera (aserrín), al ser colocadas en recipientes con agua a diferentes temperaturas. Se pide realizar la misma observación pero con gotas de tinta.

En la socialización los estudiantes encontraron relación entre la temperatura y el promedio de las velocidades, pero se detectó falencias en el concepto de energía cinética, por lo que fue necesaria una sesión extra para tratar el concepto. En la experimentación se tuvo dificultades con la tinta, porque algunos estudiantes estaban preocupados por manchar el uniforme, razón por la cual no fue posible grabar durante la realización del laboratorio, filmándose posteriormente a uno de los grupos en el

laboratorio. Los estudiantes manifiestan curiosidad, asombro y satisfacción al observar el cambio en el promedio de las velocidades tanto de la tinta como del aserrín, en los recipientes con agua a diferentes temperaturas. Videos 4 y 5.

### **4.1.5 Actividad 2. El calor**

Cantidad de estudiantes: 39

En esta actividad se busca que el estudiante describa el concepto de calor como un proceso de transferencia de energía. Nuevamente se emplea las partículas finas de madera (aserrín) para observar como un sistema conformado por estas partículas y agua, aumentan su energía cinética y potencial, cuando se les transfiere energía.

En la experimentación los estudiantes identifican el concepto de calor como un proceso de transferencia de energía, reconociendo el aumento de la energía cinética, en el sistema que recibe energía y omitiendo la observación del aumento de la energía potencial de las moléculas, lo cual quedó documentado en el vídeo 6.

### **4.1.6 Actividad 2.1. Socialización sobre el experimento del calor**

Cantidad de estudiantes: 27

El objetivo de esta actividad es aclarar que la energía que aumenta en el proceso denominado calor es energía interna, para ello se les hace notar que las partículas finas de madera (aserrín) observadas, no sólo aumentaron su energía cinética sino además su energía potencial. También se les recordó hizo énfasis en la energía de los campos. En algunos estudiantes no queda muy claro el hecho de que la transferencia de energía se realice del sistema que tiene mayor temperatura al que tiene menor temperatura. Este aspecto se identificó con la pregunta: Cuándo se coloca hielo en agua a temperatura



---

ambiente, ¿quién transfiere energía y quién recibe energía? Obteniéndose respuestas contradictorias entre los diferentes estudiantes.

#### **4.1.7 Actividad 2.2. El calor, transferencia de energía del sistema de mayor temperatura al de menor temperatura.**

Cantidad de estudiantes: 38

En esta actividad se busca hacer claridad en el hecho de que la transferencia de energía siempre se realiza del sistema que tiene mayor temperatura al que tiene menor temperatura. En la experimentación se tuvo inconvenientes con los pitillos, porque algunos permitían que el agua saliese por el orificio en el que estaban insertados. Por esta razón fue necesario filmar con posterioridad a un grupo en el laboratorio.

Los estudiantes manifiestan quedarles claro que la transferencia de energía se da siempre del sistema que tiene mayor temperatura al que tiene menor temperatura. Véase video 7.

#### **4.1.8 Actividad 2.3. Socialización el concepto de calor, una transferencia de energía del sistema de mayor temperatura al de menor temperatura.**

Cantidad de estudiantes: 27

Con esta actividad se busca conocer los conceptos que han adquirido los estudiantes sobre calor y temperatura. Para ello se leen algunos de los informes de laboratorio y se buscan posible discrepancias en ellos, posteriormente se realizan preguntas que son discutidas, de esta manera se detectó que algunos estudiantes concluyeron que el calor podría ser un fluido, en expresiones tales como: el calor es una transferencia de energía que fluye del sistema de mayor temperatura a menor temperatura, es como un vapor.

Se discutió la idea, se les narra la historia sobre la teoría del calórico y como ésta fue debatida por Benjamin Thompson con el experimento del taladro que no hacia agujero en el metal. Se llegó al acuerdo de que el calor era transferencia de energía. También se hizo énfasis en la necesidad que los sistemas estén en interacción para que pueda existir transferencia de energía, concluyendo que siempre que dos sistemas de diferente temperatura estén en interacción se presentará una transferencia de energía denominada calor.

#### **4.1.9 Actividad 3. Diferencia entre calor y temperatura**

Cantidad de estudiantes: 29

Esta actividad busca que los estudiantes diferencien entre los conceptos de calor y temperatura, para ello los estudiantes observaron que la temperatura del vaso que contenía hielo no aumentaba aunque se le estuviese transfiriendo energía, concluyendo que la temperatura del vaso de precipitación que contenía hielo no aumentaba, porque toda la energía se invertía en “derretir el hielo”, infiriendo que un sistema podía recibir energía y aun así no aumentar su temperatura, por lo tanto no era lo mismo transferencia de energía por diferencia de temperaturas (calor) y temperatura. Véase video 8. Es importante resaltar una vez más la utilización de material de fácil acceso y bajo costo, aunque otras propuestas mencionen actividades donde los implementos son de fácil acceso, no siempre son de bajo costo, como es el caso del chocolate repostero, propuesto por Dima et al (2013).

#### **4.1.10 Actividad 3.1. Socialización experimentación sobre la diferencia entre los conceptos de calor y temperatura.**

Cantidad de estudiantes: 24

---

Esta actividad busca verificar mediante la socialización de los informes de laboratorio y el análisis de diferentes situaciones, si a los estudiantes si les quedó clara la diferencia entre calor y temperatura. Se detectó que los estudiantes no asociaron este experimento con otros casos de la vida cotidiana en los que se presenta cambio de estado, al plantearles la situación en la cual una cantidad de agua hirviendo se convierte en vapor, los estudiantes afirman que tanto la temperatura como la energía interna aumentan. Se realiza una analogía entre esta situación y el experimento realizado, concluyendo que siempre que un sistema recibe transferencia de energía esta se emplea en la separación de las moléculas, por tanto aumenta su energía interna pero no su temperatura.

#### **4.1.11 Actividad 4. La temperatura magnitud no intensiva y equilibrio térmico**

Cantidad de estudiantes: 33

En este laboratorio se emplean elementos sencillos de fácil acceso y bajo costo, recipientes plásticos que se obtienen de frascos de gaseosa, frascos plásticos y de vidrio que se puedan introducir dentro de éste. El objetivo es que los estudiantes puedan verificar que entre objetos de diferente masa y sustancia que tienen diferentes temperaturas y están en interacción se presenta un equilibrio térmico. De igual manera los estudiantes pudieron constatar, que al adicionar masas de agua con diferentes temperaturas, la temperatura de la mezcla no es equivalente a la suma de las temperaturas individuales, verificando la misma situación si ambas masas de agua tenían la misma temperatura. Los estudiantes concluyeron que la temperatura no dependía de la masa.

Los estudiantes manifiestan asombro al constatar que al introducir los frascos de plástico y de vidrio con agua a temperatura ambiente dentro de un recipiente con agua a temperatura mayor, el agua contenida en el frasco de vidrio no registra un aumento de temperatura mayor como ellos plantearon en la hipótesis. Por tanto concluyen que la temperatura tampoco dependía del material, pues en la experimentación se vio que el

agua contenida en el frasco plástico registró la misma temperatura que la contenida en el frasco de vidrio. Vídeo 9.

#### **4.1.12      Actividad 4.1. Socialización, la temperatura magnitud no intensiva y equilibrio térmico**

Cantidad de estudiantes: 25

Con esta actividad se quiere constatar si los estudiantes si comprendieron el concepto de temperatura como una magnitud no intensiva, mediante la socialización de los informes de laboratorio.

Al socializar los resultados de los diferentes equipos, los estudiantes señalaron que no sólo el agua contenida en los frascos de vidrio y plástico habían registrado la misma temperatura, sino que el agua en el que flotaban los frascos también había registrado la misma temperatura, concluyendo que había existido una transferencia de energía del sistema de mayor temperatura al de menor temperatura, de tal forma que todos habían alcanzado la misma temperatura. De esta manera se infiere que la temperatura es una magnitud no intensiva, es decir no depende de la masa ni de la sustancia y que cuando diferentes sistemas de diferente temperatura están en interacción existe transferencia de energía del sistema de mayor temperatura al de menor temperatura, hasta que todos alcanzan un equilibrio térmico.

#### **4.1.13      Actividad 5. La masa una variable de la que depende la cantidad de energía que se debe aportar a un sistema para que aumente su temperatura.**

Cantidad de estudiantes: 36

En esta actividad se busca que los estudiantes infieran que la cantidad de energía que se deba aportar a un sistema, para que este aumente su temperatura, depende de la masa del sistema. Para ello cada equipo tiene una cantidad diferente de masa de agua, pidiéndoles que transfieran energía durante siete minutos y registren las temperaturas.

En la experimentación se presentan algunos equipos en los cuales se presenta un aumento igual de temperatura a pesar de tener una cantidad diferente de masa de agua. Sin embargo los estudiantes evidencian apropiación del concepto, manifestando que la temperatura aumenta más en aquellos sistemas que tienen menor masa de agua y viceversa.

#### **4.1.14 Actividad 5.1. Socialización, la masa una variable de la que depende la cantidad de energía que se debe aportar a un sistema para que aumente su temperatura.**

Cantidad de estudiantes: 22

Esta actividad busca verificar mediante la socialización de los informes de laboratorio la apropiación del concepto de masa como una variable de la cual depende la cantidad de energía que se debe aportar a un sistema para que aumente su temperatura. Al socializar los informes e indagar por los resultados que no fueron coherentes con la concepción científica, los estudiantes manifiestan que algunos termómetros, tenían la columna de mercurio interrumpida, lo que dificultaba una correcta lectura de la temperatura, se mencionó las diferencias en la capacidad de respuesta en el momento de accionar el cronómetro y la posibilidad de que no se haya garantizado igual transferencia de energía en los diferentes sistemas debido a mínimas diferencias en la altura del mechero, grosor de la mecha, cantidad de alcohol, corrientes de aire, etc. Además muchos estudiantes tuvieron errores aritméticos. Se evidenció confusión con el concepto, la temperatura no depende de la masa, pues los estudiantes manifestaron que cuando se tenía una transferencia de energía por ejemplo en un horno, con dos objetos de diferente masa, en el objeto que tuviera mayor masa aumentaría menos la

temperatura que en el objeto que tuviese menor masa. Fue necesario retomar los conceptos de equilibrio térmico, de temperatura y calor.

## **4.2 Ganancia normalizada de Hake**

Con esta herramienta estadística, propuesta por Hake (1998), son analizadas las respuestas de 34 estudiantes del grupo experimental y 26 del grupo de control, los demás estudiantes fueron eliminados de la muestra, debido a que presentaron una alta inasistencia a las actividades experimentales y de socialización, muchas de ellas se presentaron en las últimas sesiones, en gran parte generadas por la desmotivación al conocer el resultado negativo sobre su promoción, pues la aplicación de las últimas actividades de la propuesta coincidieron con la finalización del año escolar.

### **4.2.1 Análisis de cada una de las preguntas**

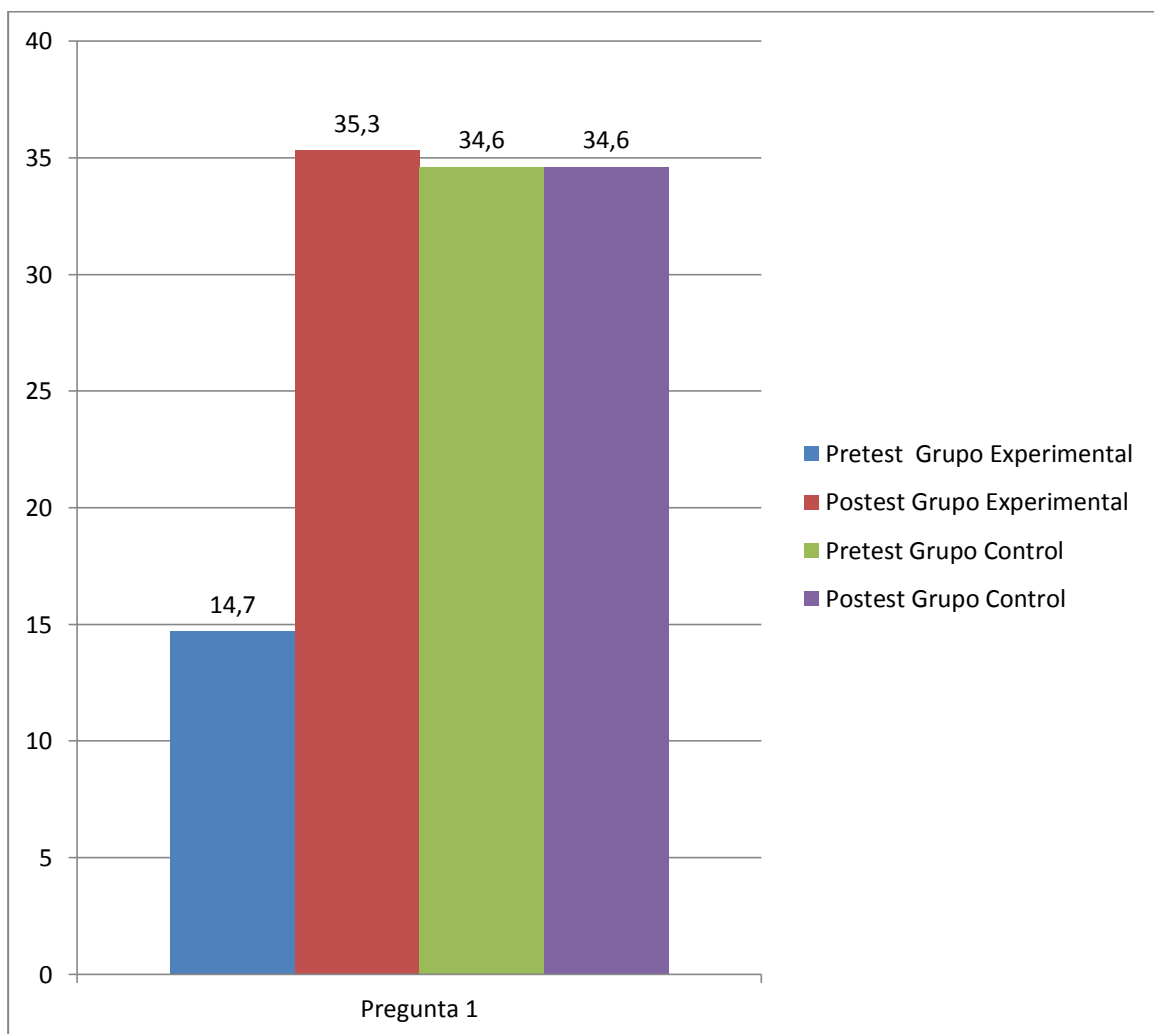
Pregunta 1. Dos esferas del mismo material pero cuyas masas son diferentes son dejadas durante mucho tiempo en un congelador. En esa situación, al retirarlas e inmediatamente ponerlas en contacto:

- A. Ninguna de las esferas posee calor debido a su baja temperatura;
- B. Fluye calor de la esfera de mayor masa hacia la de menor masa;
- C. Ninguna de las esferas puede ceder calor a la otra.

En esta pregunta los estudiantes deben tener muy claro el concepto de equilibrio térmico, y el hecho de que la temperatura es una magnitud no intensiva, es decir no depende de la masa, por ello evalúa si los estudiantes poseen o no la concepción científica sobre temperatura. La figura 4-1 ilustra que el 14,7% de los estudiantes del grupo experimental respondieron acertadamente en el pretest, en tanto que en el grupo de control el

porcentaje de estudiantes que responde acertadamente es mayor (34,6%). En el postest el porcentaje de respuestas acertadas aumenta hasta un 35,3% en el grupo experimental, con una ganancia conceptual normalizada de 0,24. Por el contrario el grupo de control, no obtuvo ganancia, lo que nos lleva a concluir que si bien la propuesta requiere adecuaciones que garanticen una mayor ganancia conceptual, por lo menos permitió una cierta apropiación del concepto en contraste con la enseñanza tradicional en la que no se presenta ninguna ganancia.

**Figura 4-1 Análisis Comparativo** entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 1.

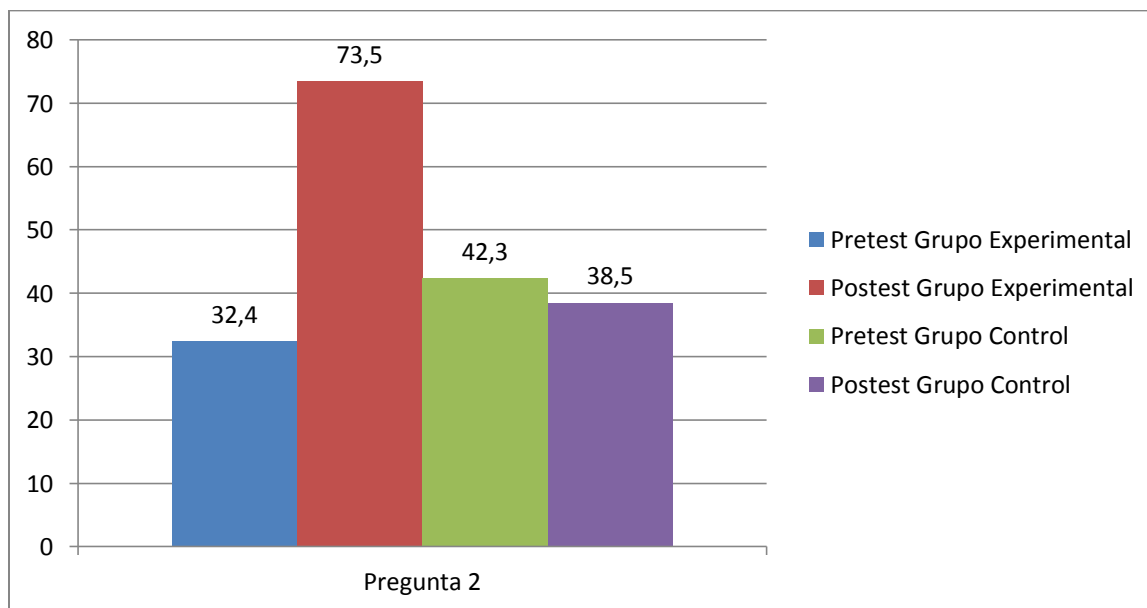


Pregunta 2. Asociamos la existencia de calor:

- A. A cualquier cuerpo, pues todo cuerpo posee calor
- B. Sólo a aquellos cuerpos que están “calientes”
- C. A situaciones en las cuales ocurre, necesariamente, transferencia de energía.

Para responder acertadamente esta pregunta los estudiantes deben tener claro el concepto de calor, por lo que evalúa la concepción científica al respecto, obteniéndose un 32,4% de respuestas acertadas en el pretest y un 73,5% en el postest, para el grupo experimental, lo que es equivalente a una ganancia conceptual de 0.61. Por el contrario en el grupo de control se tiene un 42,3% de respuestas acertadas en el pretest y un 38,5% en el postest, es decir que se presentó una pérdida. Esto nos permite concluir que las actividades planteadas son adecuadas, para facilitar la apropiación de este concepto.

**Figura 4-2 Análisis Comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 2.**



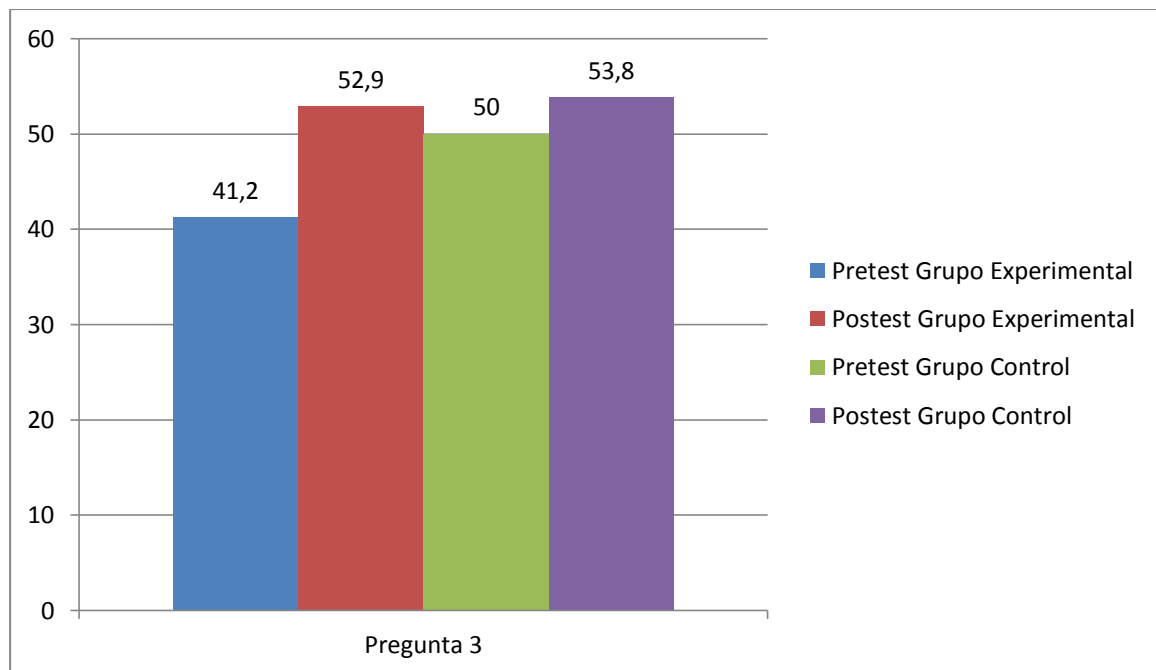


Pregunta 3. Considere dos esferas idénticas, una en un horno caliente y la otra en un congelador. Básicamente, ¿qué diferencia hay entre ellas inmediatamente después de sacarlas del horno y de la heladera respectivamente?

- A. La cantidad de calor contenida en cada una de ellas.
- B. La temperatura de cada una de ellas.
- C. Una de ellas contiene calor y la otra no.

En este ítem se busca identificar si los estudiantes poseen el concepto científico sobre el calor o lo consideran como una propiedad de los objetos. En el grupo experimental se obtiene un 41,2% de respuestas acertadas en el pretest y 52,9% en el postest, con una ganancia conceptual de 0,20. El grupo control por otra parte tiene un 50% en el pretest y un 53,8% en el postest, con una ganancia de 0,08, siendo mayor la ganancia conceptual en el grupo experimental y verificándose así que se presenta una mayor apropiación del concepto con las actividades propuestas.

**Figura 4-3 Análisis Comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 3.**

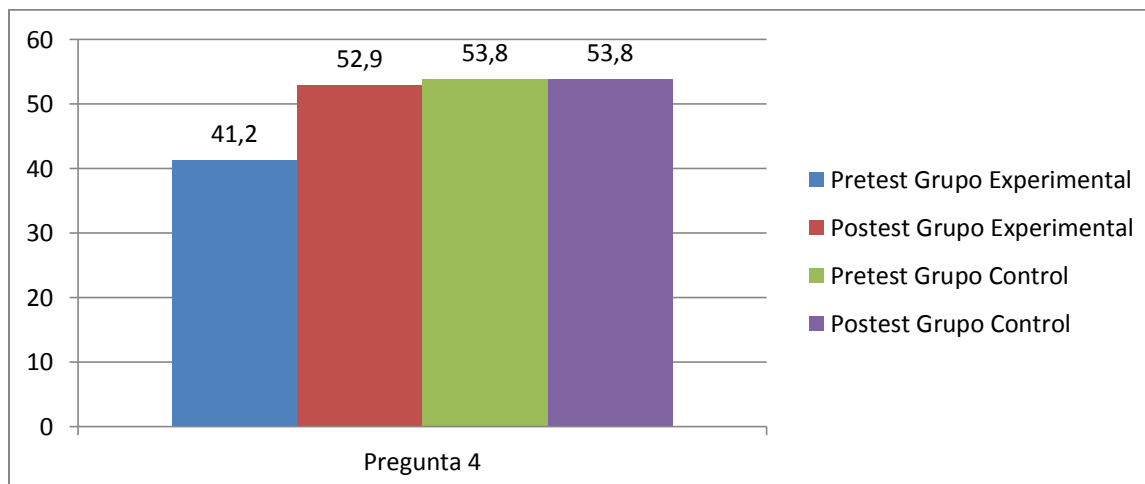


Pregunta 4. En dos vasos idénticos que contienen la misma cantidad de agua (aproximadamente  $250 \text{ cm}^3$ ) a temperatura ambiente son colocados un cubito de hielo a  $0^\circ\text{C}$  y tres cubitos de hielo a  $0^\circ\text{C}$  respectivamente (cada cubito con aproximadamente  $1 \text{ cm}^3$ ). ¿En cuál situación el agua se enfría más?

- A. En el vaso donde son colocados tres cubitos de hielo.
- B. En el vaso donde es colocado un cubito de hielo.
- C. Se enfría igualmente en los dos vasos.

Para responder acertadamente este ítem es necesario que los estudiantes comprendan el concepto de transferencia de energía, verificando así, si los estudiantes poseen el concepto científico de energía interna. En el grupo experimental se tiene un 41,2% de respuestas acertadas en el pretest y un 52,9% en el postest con una ganancia conceptual de 0,20. En el grupo de control no se presentó ganancia conceptual siendo el porcentaje de respuestas acertadas tanto en el pretest como en el postest de 53,8%. Confirmándose una vez más, que la propuesta planteada permite la apropiación del concepto, en contraste con la enseñanza tradicional en la que no se presentó ganancia. Sin embargo es necesario realizar revisiones y adecuaciones a la propuesta para aumentar la probabilidad de una ganancia conceptual mayor.

**Figura 4-4 Análisis Comparativo** entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 4.

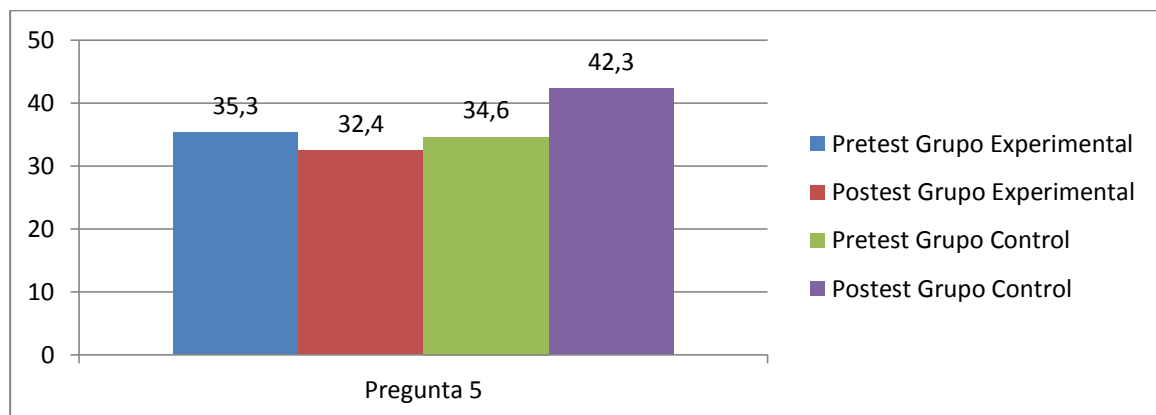


Pregunta 5. Dos esferas del mismo material pero cuyas masas son diferentes quedan durante mucho tiempo en un horno. Al retirarlas del horno, son inmediatamente puestas en contacto. En esa situación:

- A. Fluye calor de la esfera de mayor masa hacia la menor masa;
- B. Fluye calor de la esfera de menor masa hacia la mayor masa;
- C. Ninguna de las dos esferas cede calor a la otra.

Este ítem requiere al igual que la pregunta 1, que los estudiantes entiendan muy bien el concepto de equilibrio térmico, y el hecho de que la temperatura es una magnitud no intensiva, es decir no depende de la masa, por ello evalúa si los estudiantes poseen o no la concepción científica sobre temperatura. En contraste con los resultados de la pregunta uno, para el grupo experimental, se tiene una ganancia conceptual negativa (-0,05), el pretest detenta un 35% de respuestas acertadas y el postest un 32,4%. Sin embargo es necesario subrayar la observación realizada en la actividad 5.1. Socialización, la masa una variable de la que depende la cantidad de energía que se debe aportar a un sistema para que aumente su temperatura, en la que se evidenció confusión con el concepto, la temperatura no depende de la masa. Lo que podría sustentar una ganancia conceptual baja. En el grupo de control se presentó un porcentaje de 34,6% de respuestas acertadas en el pretest y de 42,3% en el postest para ganancia conceptual de 0,12.

**Figura 4-5 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 5.**

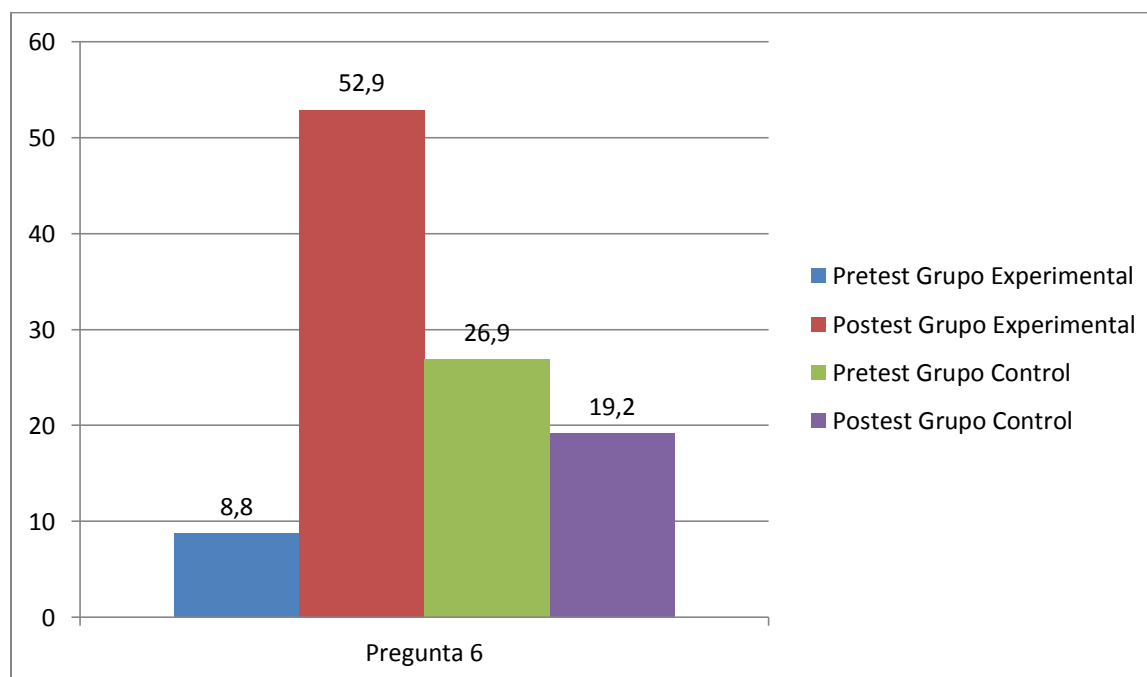


Pregunta 6. ¿Qué cambia cuando una cantidad de agua que ya está hirviendo pasa, por ebullición, a estado de vapor?

- A. Su energía interna.
- B. El calor contenido en ella.
- C. Su temperatura.

Esta pregunta indaga si el estudiante comprende lo que sucede cuando se presenta un cambio de estado, en una transferencia de energía, por ello evalúa el concepto de calor. El grupo experimental exhibe un 8,8% de respuestas acertadas en el pretest y un 52,9% en el postest, para una ganancia conceptual normalizada de 0,48. Por el contrario el grupo de control ostenta un 26,9% de respuestas acertadas en el pretest y un 19,2% en el postest para una ganancia conceptual negativa (-0,11). Se destaca no sólo que las actividades experimentales permitieron la apropiación del concepto al tener una ganancia conceptual media, sino que además se observa la pérdida conceptual con las clases magistrales.

**Figura 4-6 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 6.**

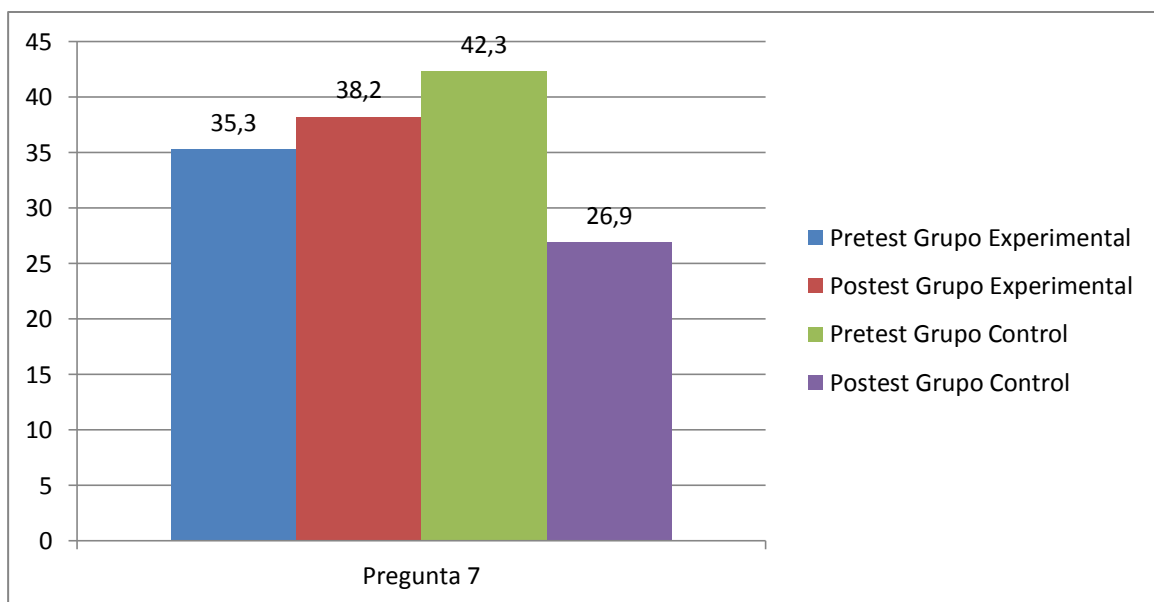


Pregunta 7. Cuando las extremidades de una barra metálica están a temperaturas diferentes:

- A. La extremidad a mayor temperatura tiene más calor que la otra;
- B. El calor fluye de la extremidad que contiene más calor hacia la que contiene menos calor;
- C. Existe transferencia de energía por el movimiento desordenado de átomos o moléculas.

En esta pregunta se constata si el estudiante tiene el concepto científico de calor o lo considera como una propiedad de los objetos o un fluido. El grupo experimental presenta un 35,3% de respuestas acertadas en el pretest y un 38,2% en el postest, aunque la ganancia conceptual es muy baja (0,05), el resultado es sustancialmente mejor al compararlo con el del grupo control, en el cual el porcentaje de respuestas acertadas en el pretest es de 42,3% y en el postest de 26,9%, para una ganancia conceptual negativa (-0,27). Es de anotar además que en la propuesta no se socializó el concepto de la transferencia de energía por conducción.

**Figura 4-7 Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 7.**

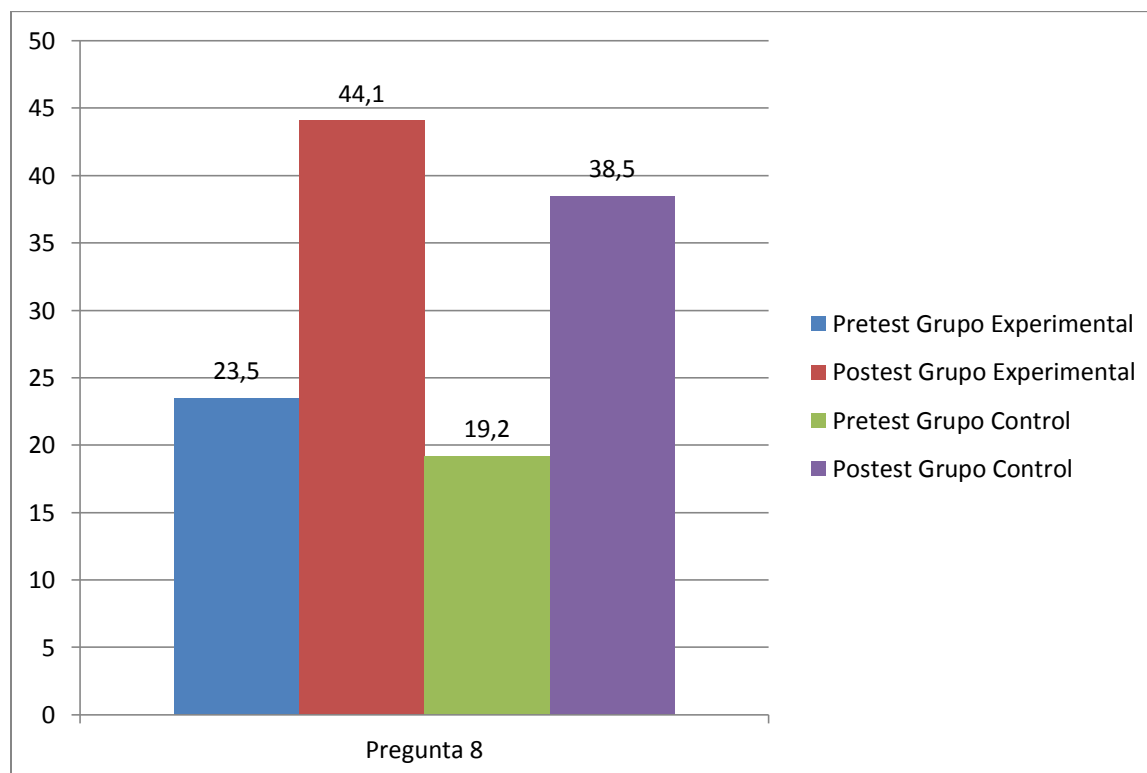


Pregunta 8. La energía interna de un cuerpo puede ser asociada con:

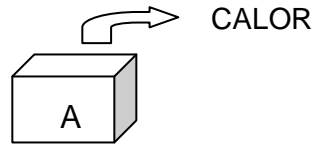
- A. Calor;
- B. Energía cinética de átomos o moléculas;
- C. Energías cinéticas y potenciales de átomos o moléculas.

Este ítem indaga no sólo la concepción científica que el estudiante posee sobre energía interna, sino que busca identificar si existe confusión entre este concepto y el de calor, por lo que es clasificado como un evaluador de este último. El porcentaje de respuestas acertadas para el pretest en el grupo control es de 19,2% y en el posttest es del 38,5% para una ganancia conceptual de 0,24. Por otra parte el grupo experimental exhibe un 23,5% de respuestas acertadas en el pretest y un 44,1% en el posttest, con una ganancia conceptual no sólo mayor sino muy cercana a una ganancia conceptual media (0,27).

**Figura 4-8** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el posttest en el grupo experimental y de control en la pregunta 8.



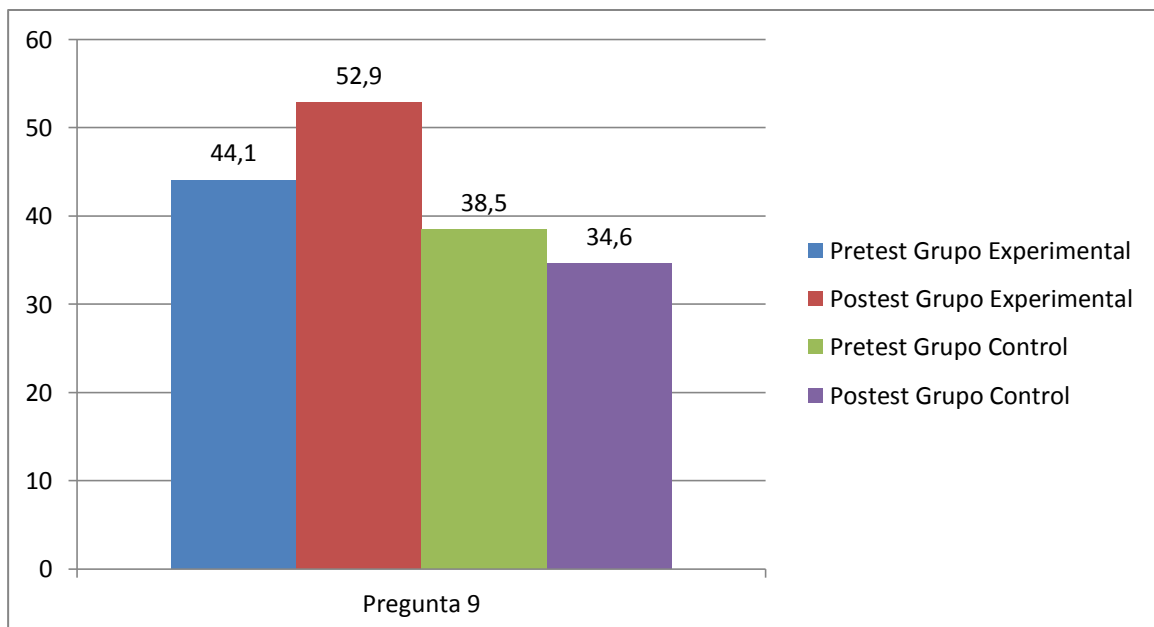
*Pregunta 9.* Si se observa la figura sin disponer de ninguna otra información, se puede decir que el cubo A posee, respecto al ambiente que lo circunda:



- A. Temperatura más elevada;
- B. Más energía;
- C. Más calor.

Como se puede observar esta pregunta determina si el estudiante reconoce el concepto de calor como una transferencia de energía, que se presenta siempre desde el sistema que tiene mayor temperatura al que tiene menor temperatura. En este caso el grupo control obtuvo un porcentaje de respuestas acertadas en el pretest de 38,5% y en el postest de 34,6% para una ganancia conceptual negativa (-0,06). Por el contrario el grupo experimental tiene un 44,1% de respuestas acertadas en el pretest y 52,9% en el postest, para una ganancia conceptual normalizada de 0,16.

**Figura 4-9** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 9.

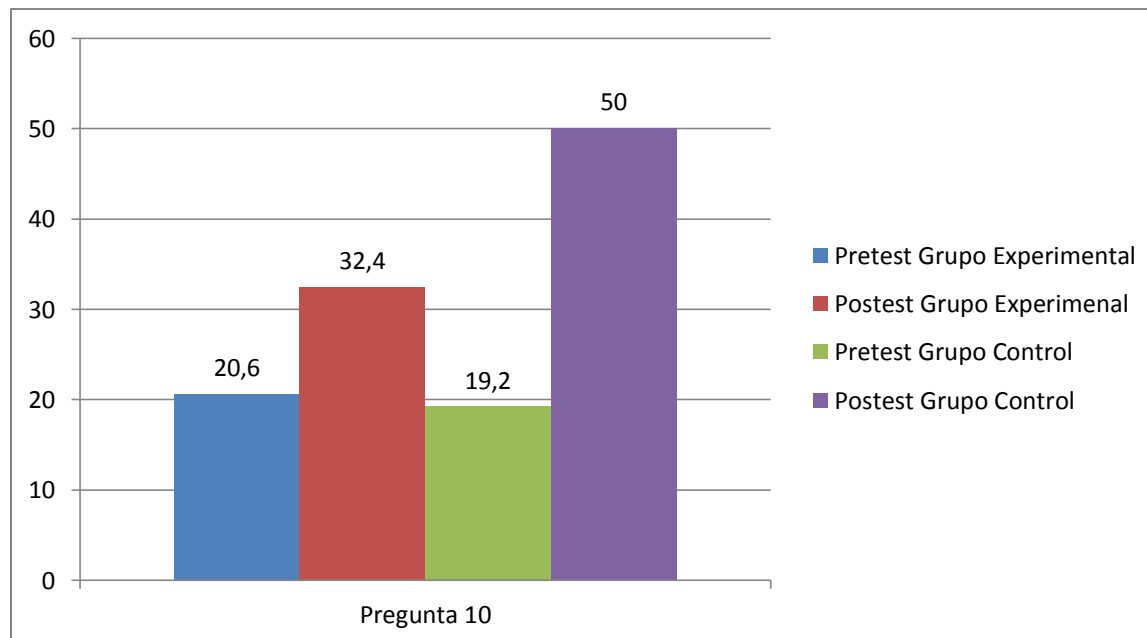


Pregunta 10. Para que se pueda hablar de calor:

- A. Es suficiente un único sistema (cuerpo);
- B. Son necesarios, por lo menos, dos sistemas;
- C. Es suficiente un único sistema, pero tiene que estar «caliente».

Esta pregunta busca determinar si el estudiante tiene claro que el proceso calor es resultado de una interacción entre sistemas, lo que a su vez requiere que se identifique el medio ambiente como un sistema en interacción. En el grupo control el porcentaje de respuestas acertadas en el pretest es de 19,2% y en el posttest es del 50% para una ganancia conceptual de 0,38. En el grupo experimental se tiene un porcentaje de respuestas acertadas en el pretest de 20,6% y en el posttest de 32,4% para una ganancia conceptual de 0,15. Sin embargo al analizar las respuestas incorrectas se obtiene que en el 70% se eligió la opción A, es suficiente un único sistema, lo que indica que el error conceptual no radica en identificar el concepto de calor como una propiedad de los objetos o sistemas, sino en no reconocer el medio ambiente como uno de los sistemas en contacto térmico.

**Figura 4-10** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el posttest en el grupo experimental y de control en la pregunta 10.



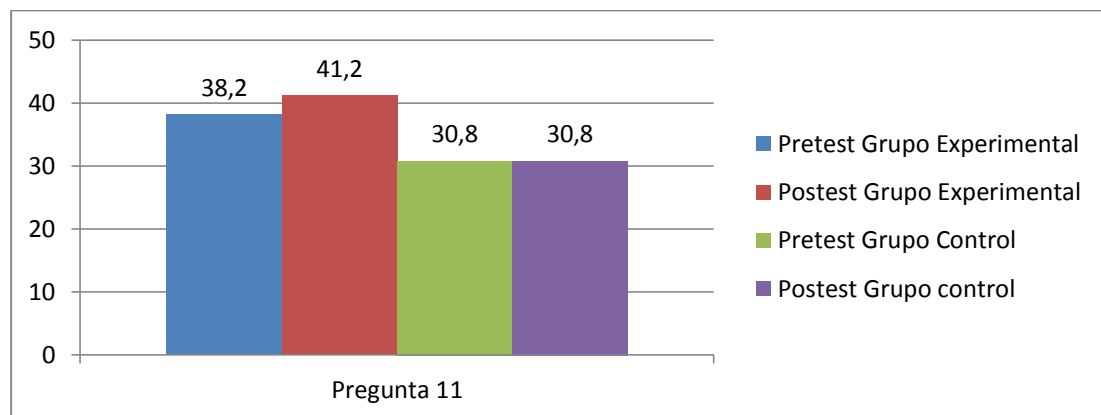


Pregunta 11. El punto de solidificación del mercurio, a la presión atmosférica, es  $-39^{\circ}\text{C}$ . ¿Qué pasa inmediatamente después de que una cierta cantidad de mercurio líquido (a  $-39^{\circ}\text{C}$ ) es colocada en nitrógeno líquido (a  $-196^{\circ}\text{C}$ )?

- A. La temperatura del nitrógeno aumenta y la del mercurio disminuye.
- B. La temperatura del mercurio disminuye pero la del nitrógeno no se altera.
- C. El mercurio comienza a solidificar y el nitrógeno entra en ebullición, sin cambio en la temperatura

Esta pregunta indaga si el estudiante comprende lo que sucede cuando se presenta un cambio de estado, en una transferencia de energía, por ello evalúa el concepto de energía interna. En el grupo control no se presentó ganancia conceptual normalizada, pues tanto en el pretest como en el postest se obtuvo un 30,8% de respuestas acertadas. Por otro lado en el grupo experimental se tiene un 38,2% de respuestas acertadas y en el postest un 41,2% para una ganancia conceptual de 0,05. Al respecto es necesario señalar la observación realizada en la actividad 3.1. Socialización experimentación sobre la diferencia entre los conceptos de calor y temperatura donde se detectó que los estudiantes no asociaron este experimento con otros casos de la vida cotidiana en los que se presenta cambio de estado. De lo cual se podría concluir que a los estudiantes no les quedó claro lo que sucede con la energía interna y la temperatura cuando se presenta un cambio de estado.

**Figura 4-11** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 11

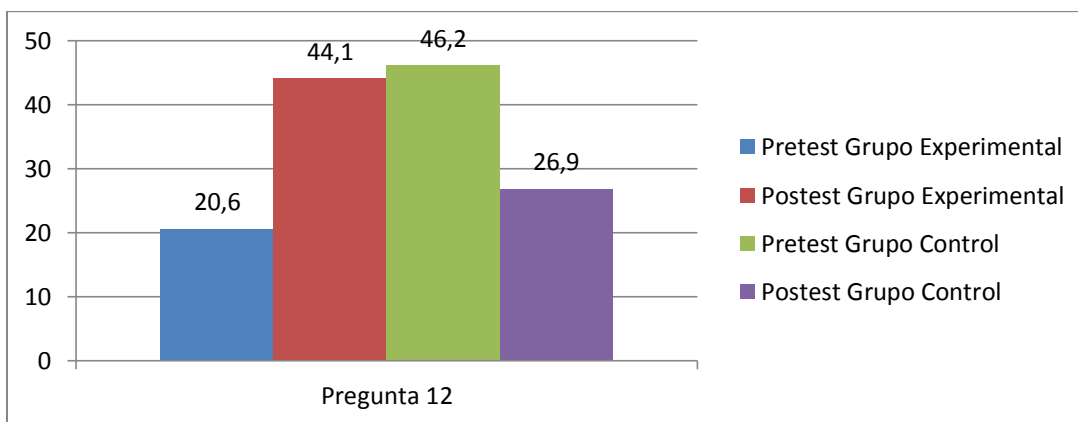


Pregunta 12. ¿Qué sucede cuando colocamos un termómetro, en un día de temperatura ambiente igual a 21 ° C, en agua a una temperatura más elevada?

- A. La temperatura y la energía interna del termómetro aumentan.
- B. La temperatura de termómetro aumenta pero su energía interna permanece constante.
- C. Ni la temperatura del termómetro ni su energía interna se modifican, sólo la columna del líquido termométrico se dilata.

Esta pregunta busca determinar si los estudiantes poseen los conocimientos científicos sobre el concepto de energía interna, por lo que requiere que el estudiante comprenda lo que sucede cuando se presenta una transferencia de energía entre sistemas con diferente temperatura. En los resultados podemos observar que en el grupo control se presentó una pérdida al obtener un 46,2% de respuestas acertadas en el pretest y un 26,9% en el postest para una ganancia conceptual normalizada de (-0,36). Por el contrario en el grupo experimental se presentó una ganancia conceptual media al registrarse un 20,6% de respuestas acertadas en el pretest y un 44,1% en el postest para una ganancia conceptual normalizada de 0,30.

**Figura 4-12** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 12

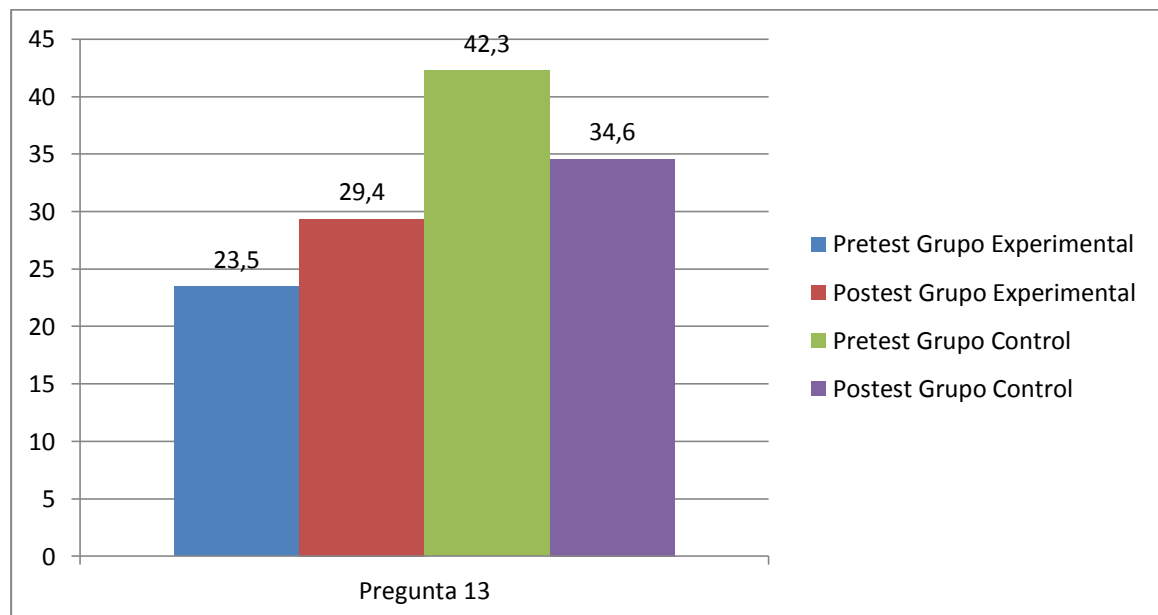


Pregunta 13. Cuando, con el mismo ebullidor, se calientan 100 ml de agua y 100 ml de alcohol, es posible constatar que el tiempo necesario para elevar 1 ° C la temperatura de 1 g de agua es mayor que el tiempo necesario para que ocurra lo mismo con 1 gr de alcohol. Esto significa que el agua acumula, en comparación con el alcohol:

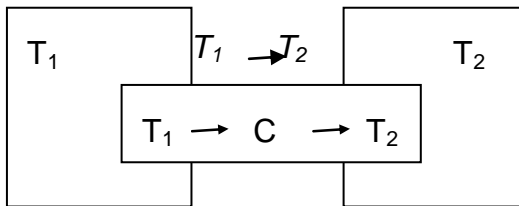
- A. La misma cantidad de energía;
- B. Más energía;
- C. Menos energía

Para responder acertadamente esta pregunta es necesario que los estudiantes identifiquen la naturaleza de la sustancia (calor específico) como una variable de la cual depende la cantidad de energía que se debe aportar a un sistema para que aumente su temperatura. Por tanto evalúa el concepto de energía interna. En el grupo experimental se registró un 23,5% de respuestas acertadas en el pretest y un 29,4% en el postest, para una ganancia conceptual de 0,08. Por otro lado en el grupo control en el pretest se tiene un 42,3% de respuestas acertadas y en el postest un 34,6% para una ganancia conceptual negativa (-0,13). Es importante resaltar que este concepto no se trató directamente en la propuesta planteada.

**Figura 4-13** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 13



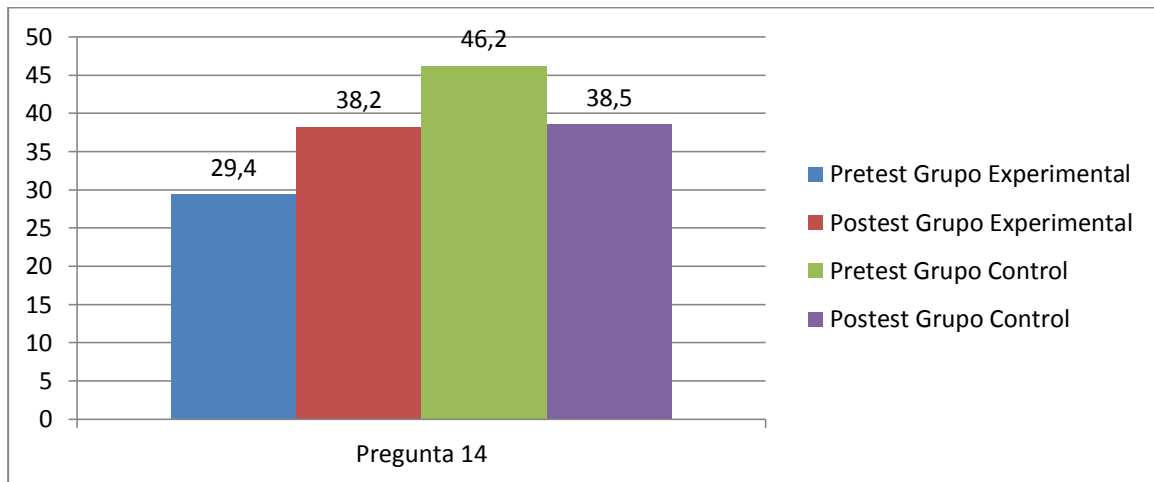
Pregunta 14. Observa la figura y considera el cuerpo C (sombreado) un conductor de calor. ¿Qué caracteriza esta situación de conducción de calor?



- A.  $T_1 = T_2$
- B.  $T_1 > T_2$
- C.  $T_1 < T_2$

Esta pregunta busca evaluar si los estudiantes comprenden que en una transferencia de energía por diferencia de temperaturas, ésta siempre se presenta del sistema que tiene mayor temperatura al que tiene menor temperatura. Evaluando así el concepto de calor. En el grupo control se registró un 46,2% de respuestas acertadas en el pretest y un 38,5% en el postest para una ganancia conceptual negativa (-0,14). En el grupo experimental por otra parte se tiene un 29,4% de respuestas acertadas en el pretest y un 38,2% en el postest, para una ganancia conceptual de 0,13. Al respecto es importante señalar que la propuesta no aborda explícitamente la transferencia de energía por conducción. Además al revisar las respuestas incorrectas se tiene que el 38% de los estudiantes eligió como opción la transferencia de energía por diferencia de temperaturas, del sistema de menor temperatura al de mayor temperatura, dejando abierta la posibilidad que muchos de los estudiantes hayan confundido los símbolos de mayor y menor que.

**Figura 4-14** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 14

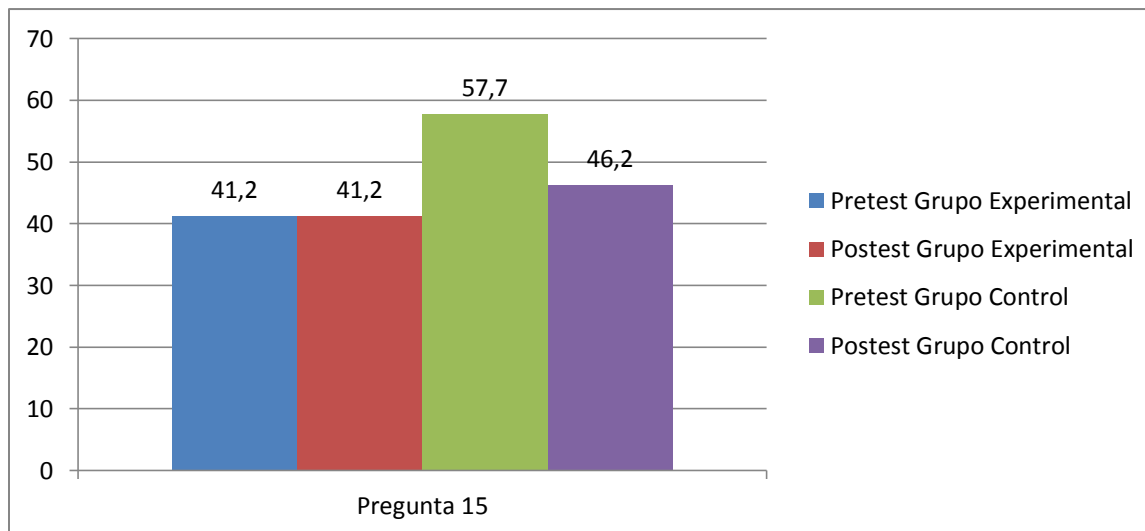


Pregunta 15. Cuando un buen conductor es colocado en contacto con otro cuerpo cuya temperatura es más alta, el conductor transfiere energía:

- A. Sin modificar su temperatura;
- B. Modificando su temperatura;
- C. Modificando su energía interna y su temperatura

Esta pregunta busca identificar si el estudiante reconoce los cambios que se presentan en un proceso de transferencia de energía por conducción. En el grupo experimental no se tiene ganancia conceptual, pues se registró tanto en el pretest como en el postest un 41,2% de respuestas acertadas. En tanto que en el grupo de control se presentó una ganancia negativa (-0,27), con un porcentaje de 57,7 en el pretest y un 46,2 en el postest. Es importante resaltar una vez más que la propuesta planteada en este trabajo no abarca el concepto de transferencia de energía por conducción.

**Figura 4-15** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 15

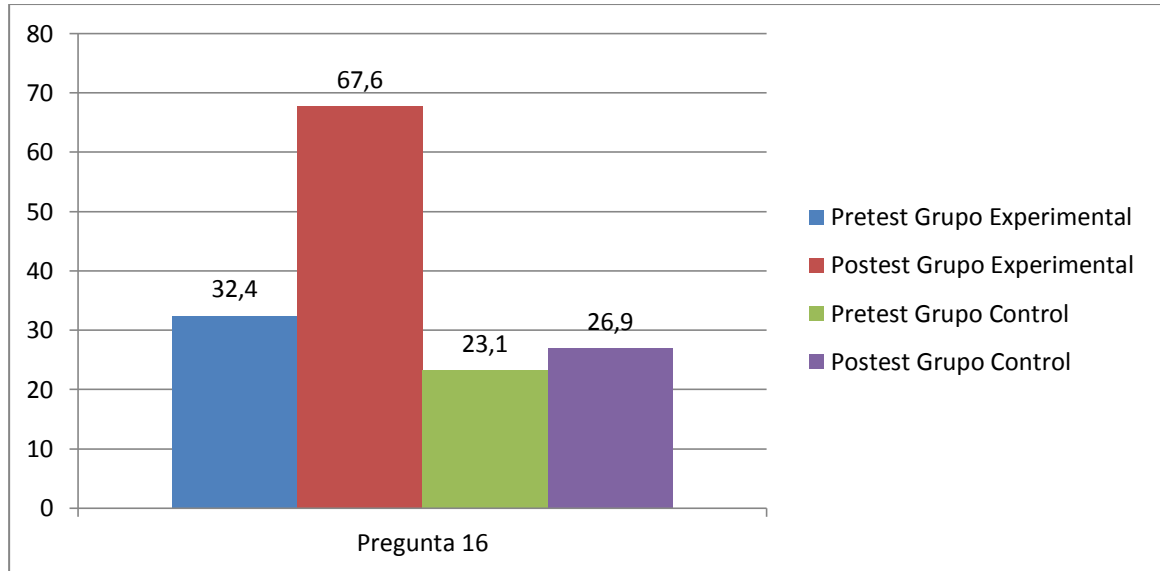


Pregunta 16. Objetos de metal y de material plástico son puestos en el interior de un congelador que se encuentra a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Después de algunos días se puede afirmar que la temperatura de los objetos de plástico es:

- A. Mayor que la temperatura de los objetos de metal;
- B. Menor que la temperatura de los objetos de metal;
- C. Igual a la temperatura de los objetos de metal.

Esta pregunta busca evaluar si los estudiantes tienen el conocimiento científico sobre equilibrio térmico, evaluando así el concepto de temperatura. En el grupo control se registra un 23,1% de respuestas acertadas en el pretest y un 26,9 en el postest, para una ganancia conceptual normalizada de 0,05. En el grupo experimental se obtuvo un 32,4% de respuestas acertadas en el pretest y un 67,6% en el postest, con una ganancia conceptual normalizada de 0,52, lo que equivale a una ganancia conceptual media.

**Figura 4-16** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 16

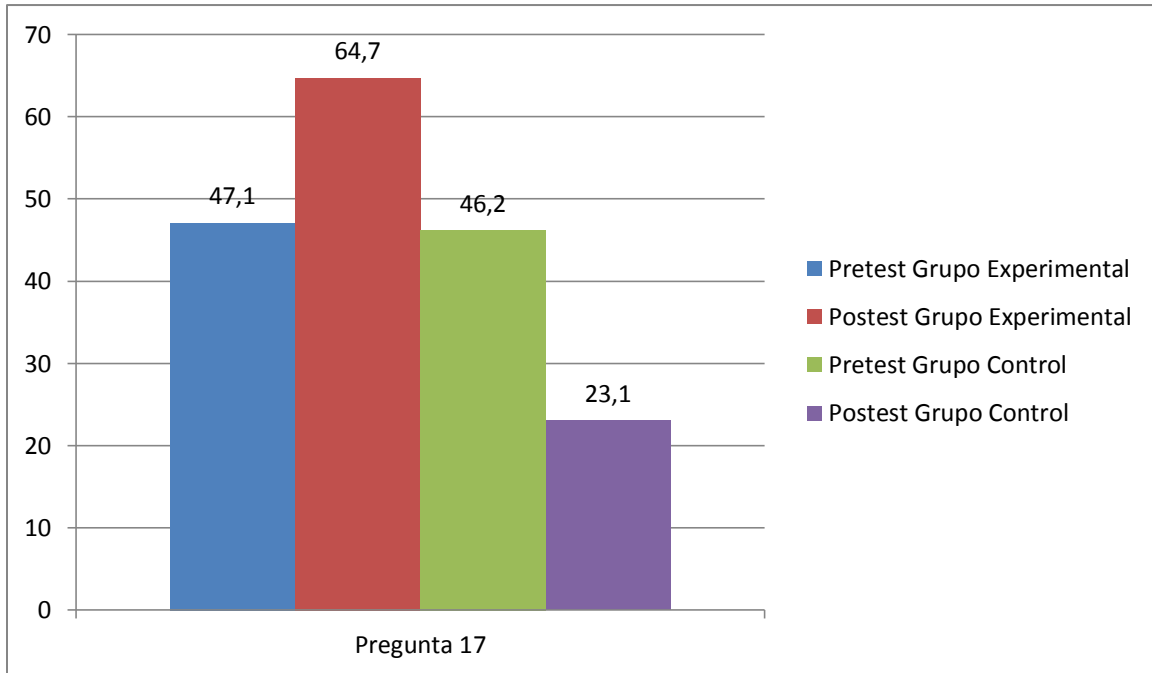


Pregunta 17. Para que se pueda admitir la existencia de calor debe haber:

- A. Una diferencia de temperaturas;
- B. Una diferencia de masas;
- C. Una diferencia de energías.

Este ítem busca indagar si el estudiante posee el conocimiento científico sobre el calor, como una transferencia de energía que se presenta entre sistemas en interacción con diferentes temperaturas. En el grupo control se registró un 46,2% de respuestas acertadas en el pretest y un 23,1% en el postest con una ganancia conceptual negativa (-0,43). Por el contrario en el grupo experimental se tiene un 47,1% de respuestas acertadas en el pretest y un 64,7% en el postest, presentándose así una ganancia conceptual media con un valor de 0,33.

**Figura 4-17** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 17



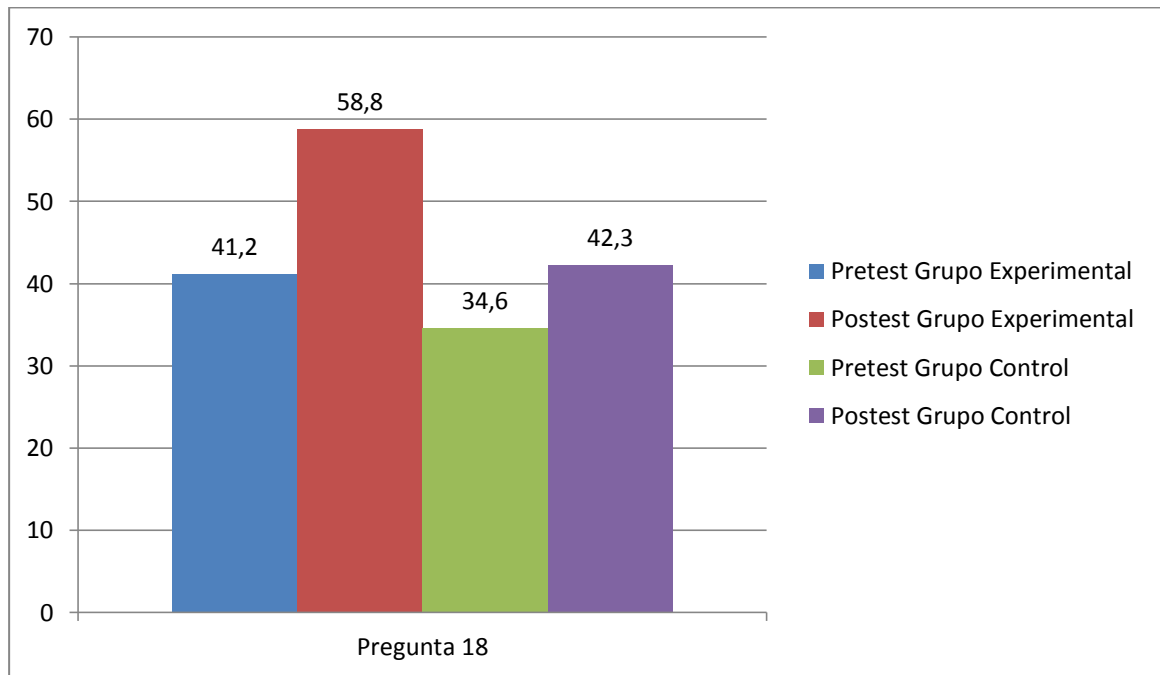
Pregunta 18. Calor es:

- A. Energía cinética de las moléculas;
- B. Energía transmitida sólo por medio de una diferencia de temperaturas;
- C. La energía contenida en un cuerpo.

Este ítem busca evaluar si el estudiante posee el conocimiento científico del concepto calor. En el grupo control se tiene un 34,6% de respuestas acertadas en el pretest y un 42,3% en el postest, para una ganancia conceptual baja de 0,12. Por otra parte en el grupo experimental se tiene un 41,2% de respuestas acertadas en el pretest y un 58,8% de respuestas acertadas en el postest, para una ganancia conceptual media de 0,30.



**Figura 4-18** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 18



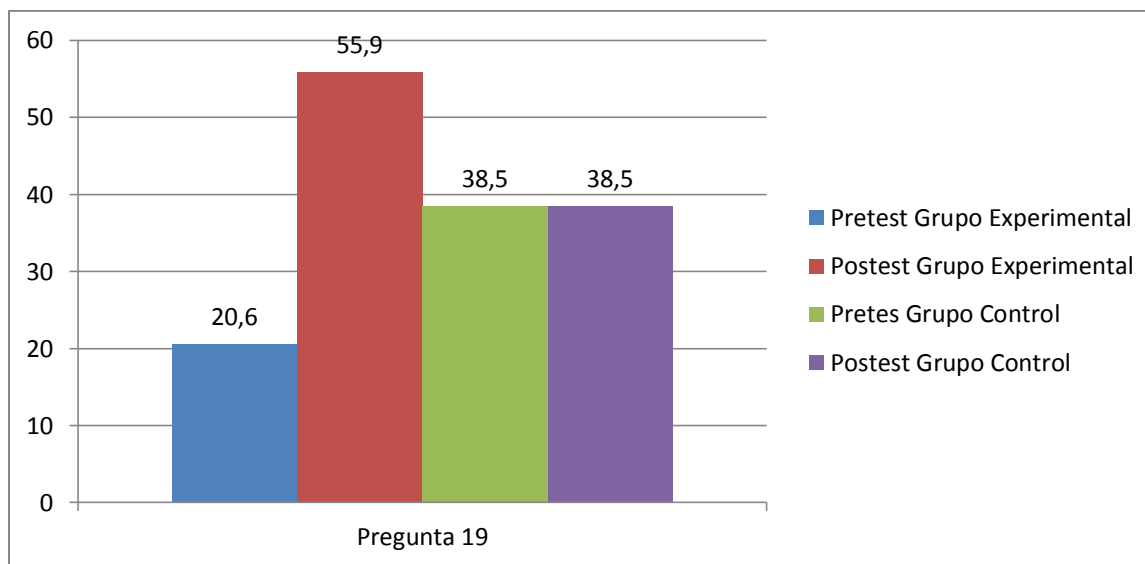
Pregunta 19. En el interior de una habitación que no haya sido calentada o refrigerada durante varios días:

- A. La temperatura de los objetos de metal es inferior a la temperatura de los objetos de madera;
- B. La temperatura de los objetos de metal, de las mantas y de los demás objetos es la misma;
- C. Ningún objeto presenta temperatura

Este ítem requiere que el estudiante tenga claro el concepto de equilibrio térmico, evaluando así el concepto de temperatura. En el grupo control no se tiene ganancia conceptual normalizada registrando tanto en el pretest como en el postest un 38,5% de respuestas acertadas. Por el contrario en el grupo experimental se registra un 20,6% de

respuestas acertadas en el pretest y un 55,9% en el posttest, obteniendo así una ganancia conceptual media de 0,44.

**Figura 4-19** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el posttest en el grupo experimental y de control en la pregunta 19



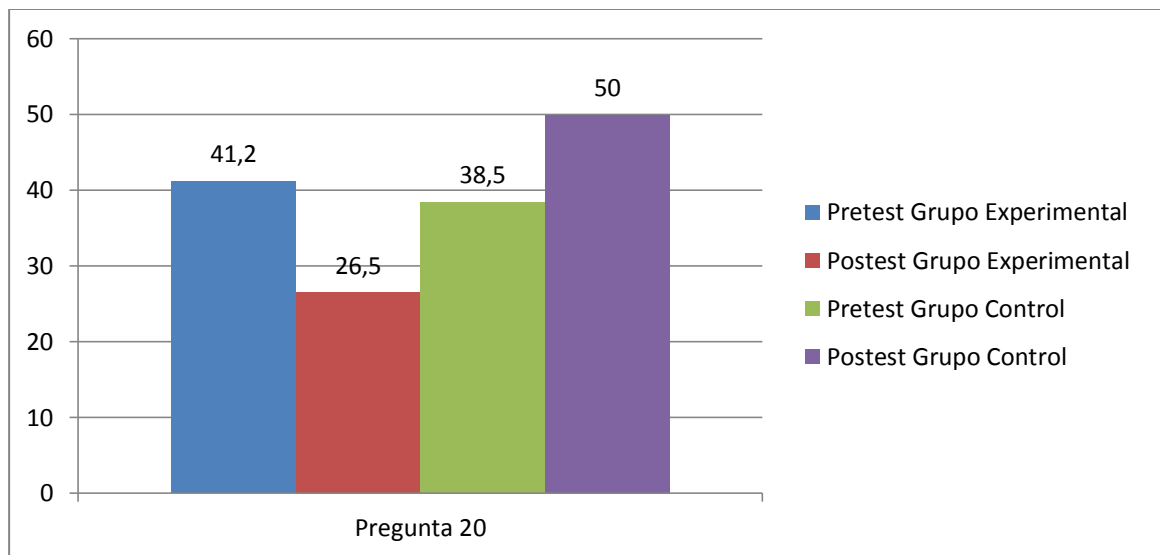
Pregunta 20. Dos cubos metálicos A y B son colocados en contacto. Si A está más “caliente” que B y Ambos están más “calientes” que el ambiente. Al cabo de un cierto tiempo la temperatura final de A y B será:

- A. Igual a la temperatura ambiente;
- B. Igual a la temperatura inicial de B;
- C. Un promedio entre las temperaturas iniciales de A y B.

Para responder acertadamente esta pregunta los estudiantes debe comprender el concepto de equilibrio térmico y asumir el medio ambiente como un sistema en interacción, en este caso se evalúa por tanto el concepto de temperatura. El grupo

control registra un porcentaje de respuestas acertadas en el pretest de 38,5% y en el posttest un 50%, para una ganancia conceptual baja de 0,19. En el grupo experimental se observa un 41,2% de respuestas acertadas en el pretest y un 26,5% en el posttest para una ganancia negativa de (-0,25). No obstante es necesario subrayar que en el 52% de las respuestas incorrectas, los estudiantes eligen entre las opciones la correspondiente al promedio entre las temperaturas de los dos cubos metálicos, obviando la interacción con el medio ambiente. De esta manera el error conceptual no radica en la acepción del concepto de equilibrio térmico, sino en no reconocer el medio ambiente como un sistema en interacción. Lo mismo se podría concluir con el grupo experimental al registrar una ganancia conceptual baja.

**Figura 4-20** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el posttest en el grupo experimental y de control en la pregunta 20

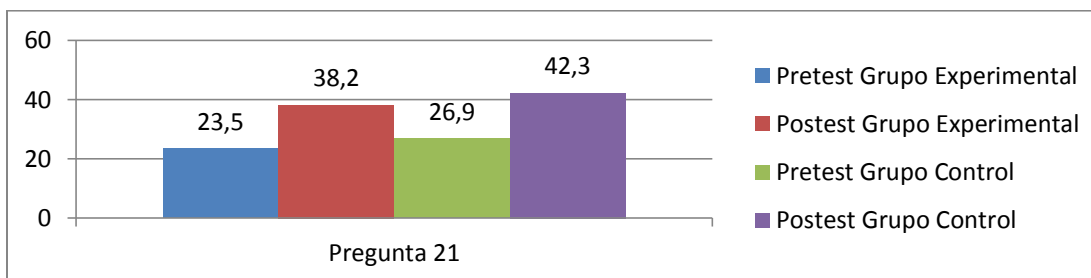


Pregunta 21. Dos pequeñas placas A y B del mismo metal y del mismo espesor son colocadas en el interior de un horno, el cual es cerrado y luego accionado. La masa de A es el doble de la masa de B ( $m_A = 2m_B$ ). Inicialmente las placas y el horno están todos a la misma temperatura. Algún tiempo después la temperatura de A será:

- A. El doble de la de B;
- B. La mitad de la de B
- C. Igual a la de B.

Responder acertadamente esta pregunta requiere comprender la temperatura como una magnitud no intensiva, por lo cual no depende de la masa, de igual manera es necesario que el estudiante reconozca el medio ambiente como un sistema en interacción, en el cual se presenta el equilibrio térmico. En este caso se evalúa por tanto el concepto de temperatura. El grupo control presenta un 26,9% de respuestas acertadas en el pretest y un 42,3% en el posttest, con una ganancia conceptual normalizada de 0,21. El grupo experimental registra en el pretest un 23,5% de respuestas acertadas y en el posttest un 38,2% para una ganancia conceptual normalizada de 0,19. Ambos grupos presentan así una ganancia conceptual baja similar, siendo mayor la del grupo control. Al respecto es necesario tener en cuenta las observaciones realizadas en la actividad %. Sin embargo es necesario subrayar la observación realizada en la actividad 5.1. Socialización, la masa una variable de la que depende la cantidad de energía que se debe aportar a un sistema para que aumente su temperatura, en la que se evidenció confusión con el concepto, la temperatura no depende de la masa. Lo que justificaría no sólo estos resultados sino la necesidad de revisar y ajustar las actividades propuestas para subsanar esta dificultad, en próximas aplicaciones.

**Figura 4-21** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el posttest en el grupo experimental y de control en la pregunta 21

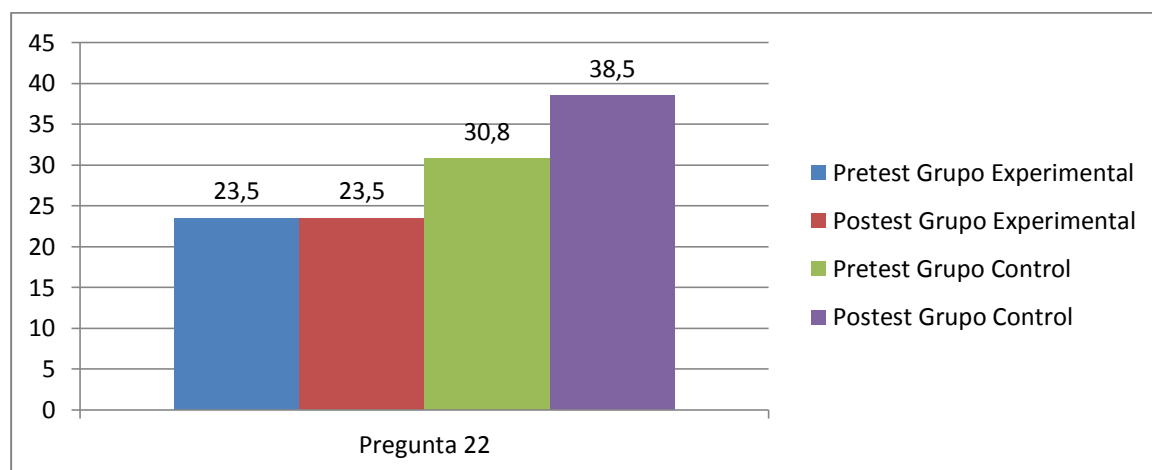


Pregunta 22. Cuando se encuentra a la presión atmosférica, el nitrógeno líquido entra en ebullición a  $-196^{\circ}\text{C}$ . Un gramo de nitrógeno líquido, a esa temperatura, comparado con un gramo de vapor de nitrógeno, también a  $-196^{\circ}\text{C}$ , posee:

- A. Más energía;
- B. Menos energía;
- C. Igual cantidad de energía

Esta pregunta al igual que la pregunta 11, indaga si el estudiante comprende lo que sucede cuando se presenta un cambio de estado, en una transferencia de energía, por ello evalúa el concepto de energía interna. En el grupo control se registró un 30.8% de respuestas acertadas en el pretest y un 38.5% en el postest para una ganancia conceptual baja de 0,11. En el grupo experimental no se presentó ganancia conceptual normalizada, con un porcentaje tanto en el pretest como en el postest de 23,5%. Es necesario hacer énfasis nuevamente en la actividad 3.1. Socialización experimentación sobre la diferencia entre los conceptos de calor y temperatura. Corroborando la conclusión, que a los estudiantes no les quedó claro lo que sucede con la energía interna y la temperatura cuando se presenta un cambio de estado, justificando así estos resultados.

**Figura 4-22** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 22

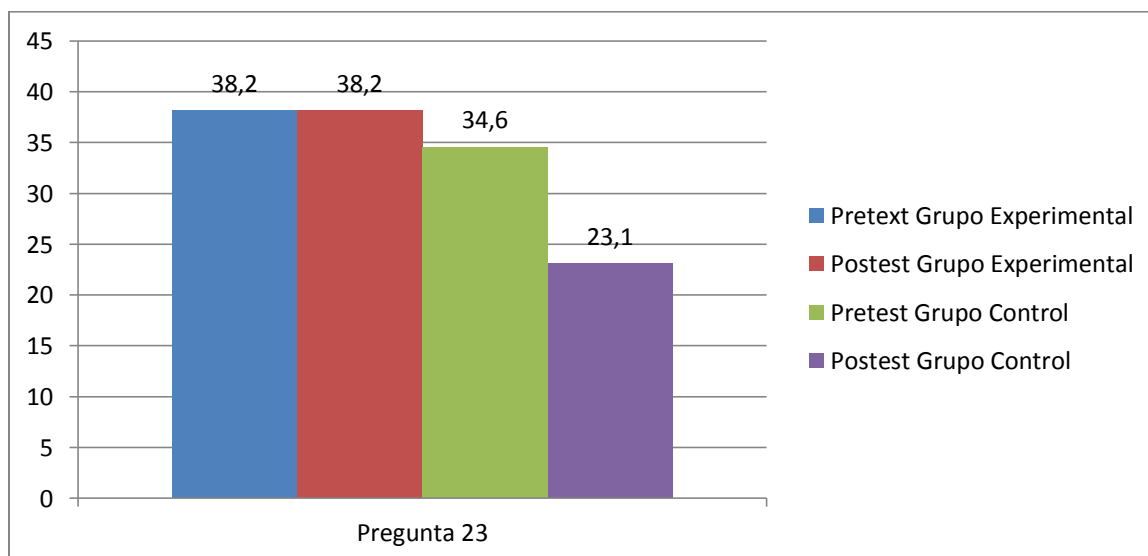


Pregunta 23. El agua (a 0 °C) que resulta de la fusión de un cubito de hielo (a 0 °C), contiene, respecto al hielo:

- A. Más energía;
- B. Menos energía;
- C. Igual cantidad de energía.

Esta pregunta al igual que las preguntas 11 y 21, indaga si el estudiante comprende lo que sucede cuando se presenta un cambio de estado, en una transferencia de energía, por ello evalúa el concepto de energía interna. En el grupo control se registró un 34,6% de respuestas acertadas en el pretest y un 23,1% en el postest para una ganancia conceptual normalizada negativa de (-0,18). En el grupo experimental no se presentó ganancia conceptual normalizada, con un porcentaje tanto en el pretest como en el postest de 38,2%. Ratificando las observaciones y sugerencias realizadas anteriormente, sobre la actividad 3.1 y una posible nueva implementación de la propuesta.

**Figura 4-23** Análisis comparativo entre el porcentaje de preguntas acertadas del pretest y el postest en el grupo experimental y de control en la pregunta 23



## 4.2.2 Ganancia normalizada por ítem para el grupo experimental

Tabla 4-1 Ganancia normalizada de Hake para el grupo experimental por ítem

Encuesta Digital	Concepto cuya apropiación se evalúa	Ideas clave	% de respuesta correcta pretest	% de respuesta correcta posttest	Ganancia conceptual
1	Temperatura	Diferencia de masas Medio ambiente como sistema	14,7	35,3	0,24
2	calor	Transferencia de energía	32,4	73,5	0,61
3	calor	El calor como propiedad	41,2	52,9	0,20
4	Energía Interna	Diferencia de masas Cambio de estado	41,2	52,9	0,20
5	Temperatura	Diferencia de masas Medio ambiente como sistema	35,3	32,4	-0,05
6	calor	Cambio de estado	8,8	52,9	0,48
7	calor	El calor como fluido	35,3	38,2	0,05
8	calor	Energía cinética y potencial	23,5	44,1	0,27
9	calor	Relación entre energía interna y temperatura	44,1	52,9	0,16
10	calor	Medio ambiente como sistema	20,6	32,4	0,15
11	Energía Interna	Cambio de estado	38,2	41,2	0,05
12	Energía Interna	Diferencia de temperaturas	20,6	44,1	0,30
13	Energía Interna	Relación entre energía interna y temperatura Calor específico	23,5	29,4	0,08
14	Calor	Diferencia de temperaturas Conducción	29,4	38,2	0,13
15	Energía Interna	Relación entre energía interna y temperatura Conducción	41,2	41,2	0,00
16	Temperatura	Diferencia de sustancia	32,4	67,6	0,52
17	calor	Diferencia de temperaturas	47,1	64,7	0,33
18	calor	Diferencia de temperaturas	41,2	58,8	0,30
19	Temperatura	Diferencia de sustancia	20,6	55,9	0,44
20	Temperatura	Medio ambiente como sistema	41,2	26,5	-0,25
21	Temperatura	Diferencia de masas Medio ambiente como sistema	23,5	38,2	0,19
22	Energía Interna	Cambio de estado	23,5	23,5	0,00
23	Energía Interna	Cambio de estado	38,2	38,2	0,00

Según la tabla 4-1 los estudiantes presentan dificultad en las preguntas en las cuales se ve involucrado un cambio de estado, es el caso de los ítems 4, 11, 22 y 23, los cuales tienen por objetivo evaluar la apropiación del concepto de energía interna, justificando así una ganancia baja en este concepto. Se observa además que en el ítem 6, se obtiene una ganancia media, donde el enunciado hace alusión a uno de los casos analizados en la actividad 3.1, correspondiente a la socialización del experimento sobre la diferencia entre calor y temperatura. Estos resultados son coherentes con las conclusiones de dicha actividad, en la cual se detectó que los estudiantes no asociaron el experimento realizado, con otros casos de la vida cotidiana en los que se presenta cambio de estado.

Los ítems 3 y 7 donde el calor se presenta en el enunciado, como una propiedad de los objetos o un fluido, exhiben una ganancia conceptual baja, es importante revisar en este sentido las observaciones realizadas en la actividad 2.3. Socialización, el concepto de calor una transferencia de energía del sistema de mayor temperatura al de menor temperatura, donde se detectó que algunos estudiantes concluyeron que el calor podría ser un fluido.

Es importante señalar que los ítems 14 y 15, cuya ganancia conceptual es baja y nula respectivamente, exponen como idea clave la conducción, tema que no fue abordado directamente en las actividades propuestas. Análogamente el ítem 13 cuya ganancia conceptual es baja, tiene como idea clave el calor específico, tema que tampoco fue abordado directamente en la propuesta.

De igual manera los ítems cuya idea clave son la relación entre energía interna y temperatura 9, 13 y 15 presentan dificultad, obteniendo una ganancia conceptual baja o nula, evidenciando confusión entre los conceptos.

Otros conceptos claves que presentan dificultad, son los que hacen referencia al análisis de transferencia de energía entre sistemas de diferente masa, tenemos así los ítems 1, 5 y 21. Al respecto es importante señalar las observaciones realizadas en la actividad 5.1, Socialización, la masa una variable de la que depende la cantidad de energía que se debe aportar a un sistema para que aumente su temperatura, en la cual se evidenció confusión con el concepto: la temperatura no depende de la masa, generando a su vez,



---

dificultad con el concepto de equilibrio térmico. De esto se puede inferir que los estudiantes presentan dificultad con el concepto de equilibrio térmico donde se expone una diferencia de masas, pero no ocurre lo mismo en aquellos ítems donde existe una diferencia de sustancia, de esta manera los ítems 16 y 19 presentan una ganancia conceptual media.

Los ítems 1, 5 y 21, además tienen como idea clave, el medio ambiente como sistema, de igual manera se observa dificultad en los ítems 10 y 20, lo que podría llevar a concluir que los estudiantes no asumen el medio ambiente como uno de los sistemas en contacto térmico. En las respuestas del ítem número 20, se tiene que el 52% de las respuestas incorrectas, elige entre las opciones la correspondiente al promedio entre las temperaturas de los dos cubos metálicos, obviando la interacción con el medio ambiente. De esta manera se podría argumentar la baja ganancia en el concepto de temperatura, pues los ítems 1, 5, 20 y 21, evalúan la apropiación de dicho concepto.

Los ítems cuya idea clave es la transferencia de energía por diferencia de temperaturas presentan una ganancia conceptual media, con excepción del ítem 14 que presenta una ganancia conceptual baja, sin embargo el 38% de las respuestas incorrectas eligió como opción la transferencia de energía por diferencia de temperaturas, del sistema de menor temperatura al de mayor temperatura. Lo que indica que en este ítem el 61% de la muestra identifica el concepto de calor como una transferencia de energía por diferencia de temperaturas, dejando abierta la posibilidad que muchos de los estudiantes hayan confundido los símbolos de mayor y menor que.

Por último el ítem 8 cuya idea clave es la energía cinética y potencial, expone una ganancia conceptual baja, evidenciando que los estudiantes relacionan el concepto de energía interna con el concepto energía cinética y potencial. De las respuestas incorrectas el 74% eligió como opción asociar la energía interna de manera exclusiva con la energía cinética, lo cual concuerda con lo observado en la actividad 2, donde en la experimentación, los estudiantes identifican el concepto de calor como un proceso de transferencia de energía, señalando el aumento de la energía cinética, en el sistema que recibe energía, pero no identifican el aumento de la energía potencial de las moléculas, como se evidencia en el vídeo.

### 4.2.3 Ganancia Normalizada por concepto para los grupos experimental y de control

En las tablas 4-2 y 4-3 se presenta la ganancia conceptual normalizada por ítem en el concepto de calor para los grupos experimental y de control, en ellas se puede apreciar que la ganancia es mayor en el grupo experimental con una ganancia de 0,27 valor que se aproxima mucho al límite inferior del rango de una ganancia media, mientras en el grupo de control no hubo ganancia conceptual.

**Tabla 4-2 Ganancia normalizada de Hake para el grupo experimental en el concepto de calor**

TEST	ÍTEM	Numeración Encuesta digital	Pre	Post	%pretest	%posttest	Ganancia
CALOR	1	2	11	25	32,4	73,5	0,61
	2	10	7	11	20,6	32,4	0,15
	3	17	16	22	47,1	64,7	0,33
	4	18	14	20	41,2	58,8	0,30
	10	3	14	18	41,2	52,9	0,20
	14	6	3	18	8,8	52,9	0,48
	15	7	12	13	35,3	38,2	0,05
	16	8	8	15	23,5	44,1	0,27
	18	9	15	18	44,1	52,9	0,16
	23	14	10	13	29,4	38,2	0,13
TOTAL	10	10	110	173	32	51	0,27

**Tabla 4-3 Ganancia normalizada de Hake para el grupo control en el concepto de calor**

TEST	ÍTEM	Numeración Encuesta digital	Pre	Post	%pretest	%postest	Ganancia
CALOR	1	2	11	10	42,3	38,5	-0,07
	2	10	5	13	19,2	50,0	0,38
	3	17	12	6	46,2	23,1	-0,43
	4	18	9	11	34,6	42,3	0,12
	10	3	13	14	50,0	53,8	0,08
	14	6	7	5	26,9	19,2	-0,11
	15	7	11	7	42,3	26,9	-0,27
	16	8	5	10	19,2	38,5	0,24
	18	9	10	9	38,5	34,6	-0,06
	23	14	12	10	46,2	38,5	-0,14
TOTAL	10	10	95	95	37	37	0,00

En las tablas 4-4 y 4-5 se presenta la ganancia conceptual normalizada por ítem en el concepto de temperatura para los grupos experimental y de control, en ellas se puede apreciar que aunque ambos grupos presentan un valor que se ubica en el rango de una ganancia conceptual baja, la ganancia es mayor en el grupo experimental, duplicándola.

**Tabla 4-4 Ganancia normalizada de Hake para el grupo experimental en el concepto de temperatura**

TEST	ÍTEM	Numeración encuesta digital	Pre	Post	%pretest	%postest	Ganancia
TEMPERATURA	5	19	7	19	20,6	55,9	0,44
	8	20	14	9	41,2	26,5	-0,25
	9	21	8	13	23,5	38,2	0,19
	12	5	12	11	35,3	32,4	-0,05
	13	1	5	12	14,7	35,3	0,24
	25	16	11	23	32,4	67,6	0,52
TOTAL	6	6	57	87	28	43	0,20

**Tabla 4-5 Ganancia normalizada de Hake para el grupo control en el concepto de temperatura**

TEST	ÍTEM	Numeración encuesta digital	Pre	Post	%pretest	%posttest	Ganancia
TEMPERATURA	5	19	10	10	38,5	38,5	0,00
	8	20	10	13	38,5	50,0	0,19
	9	21	7	11	26,9	42,3	0,21
	12	5	9	11	34,6	42,3	0,12
	13	1	9	9	34,6	34,6	0,00
	25	16	6	7	23,1	26,9	0,05
TOTAL	6	6	51	61	33	39	0,10

En las tablas 4-6 y 4 - 7 se presenta la ganancia conceptual normalizada por ítem en el concepto de energía interna para los grupos experimental y de control, en ellas se puede apreciar que mientras en el grupo experimental, se presenta una ganancia conceptual baja, en el grupo de control se presentó una pérdida.

**Tabla 4-6 Ganancia normalizada de Hake para el grupo experimental en el concepto de energía interna**

TEST	ÍTEM	Numeración en encuesta digital	Pre	Post	%pretest	%posttest	Ganancia
ENERGÍA INTERNA	6	23	13	13	38,2	38,2	0,00
	11	4	14	18	41,2	52,9	0,20
	19	22	8	8	23,5	23,5	0,00
	20	11	13	14	38,2	41,2	0,05
	21	12	7	15	20,6	44,1	0,30
	22	13	8	10	23,5	29,4	0,08
	24	15	14	14	41,2	41,2	0,00
TOTAL	7	7	77	92	32	39	0,09

Tabla 4-7 Ganancia normalizada de Hake para el grupo control en el concepto de energía interna

TEST	ÍTEM	Numeración en encuesta digital	Pre	Post	%pretest	%postest	Ganancia
ENERGÍA INTERNA	6	23	9	6	34,6	23,1	-0,18
	11	4	14	14	53,8	53,8	0,00
	19	22	8	10	30,8	38,5	0,11
	20	11	8	8	30,8	30,8	0,00
	21	12	12	7	46,2	26,9	-0,36
	22	13	11	9	42,3	34,6	-0,13
	24	15	15	12	57,7	46,2	-0,27
TOTAL	7	7	77	66	42	36	-0,10

De los resultados anteriores se infiere una ganancia conceptual total en el grupo de control de (0,0), es decir no se presentó ganancia, lo que corrobora una persistencia de ideas alternativas cuando se aplica la enseñanza tradicional o clase magistral. En el grupo experimental se observa en cambio una ganancia conceptual total de 0.20, este resultado si bien se encuentra en el rango de una ganancia conceptual baja, es justificable si observamos que las actividades de socialización, en las cuales se identificaron errores conceptuales presentaron una baja asistencia, de igual manera actividades relacionadas directamente a los conceptos con menor ganancia presentaron poca asistencia. De la muestra considerada sólo el 29% asistió a todas las actividades, los demás estudiantes presentaron como mínimo una o dos inasistencias.

Ambos grupos tanto el de control como el experimental, presentaron, sobre todo al final, una alta tasa de inasistencia debido a desmotivación por conocer el resultado negativo de su promoción. Razón por la cual aquellos estudiantes que presentaron esta situación fueron eliminados de la muestra total, quedando en el grupo control una muestra final de 26 estudiantes y en el grupo experimental 34 estudiantes. También debe tenerse en la cuenta que el grupo de control, en el momento de la aplicación del test, tenía su atención centrada en los preparativos para su graduación o en las actividades de refuerzo, elemento que pudo influir en la obtención de pérdida conceptual o ganancia conceptual baja en varios ítems

Otro factor que influyó en los resultados es la interferencia de actividades institucionales en la aplicación de las actividades, entre las que se cuenta la semana de receso del mes de octubre, la semana de la convivencia, la festividad cultural, las pruebas de periodo, la entrega de informes y por último la aplicación de las actividades de refuerzo y recuperación. Afectando no sólo el tiempo disponible para realización de las actividades, sino también influyendo en la asistencia de estudiantes que tenían permiso para no estar en clase y preparar actos culturales. Para citar un ejemplo entre la aplicación de la actividad 4 y la actividad 5 existen dos semanas de diferencia. De igual manera entre la actividad 5.1 y la aplicación del posttest se tiene una semana de diferencia. Sin embargo las primeras actividades están con intervalos cortos en su aplicación, ya que se pidió a otros docentes cedieran horas, para garantizar la realización de la intervención pedagógica.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

Los resultados del pretest indican que los conocimientos que poseen los estudiantes acerca de la concepción científica en cuanto a los conceptos de energía interna, calor y temperatura son escasos, aunque hayan recibido instrucción al respecto en cursos previos.

En el diseño de las actividades experimentales sería mejor no utilizar tinta, pues ésta se convierte en un distractor entre los estudiantes, al estar su atención centrada en no ensuciarse con ella, el experimento con el aserrín proporciona la misma observación siendo más efectivo.

Uno de los principales aportes de esta propuesta es la utilización de elementos de fácil acceso y bajo costo, que permiten apreciar de forma muy clara conceptos tales como calor y equilibrio térmico, esto es muy importante, ya que en la mayoría de los colegios no se cuenta o se tienen en una cantidad no suficiente, elementos tales como calorímetro, matraz y galvanómetros, sugeridos en otras propuestas. Varón (2012)

Otra contribución importante de este trabajo, es la implementación de una experiencia que permite explicar el concepto de calor como una transferencia de energía por diferencia de temperaturas, donde los estudiantes pueden ver ilustrado perfectamente el aumento de energía potencial y cinética en las partículas del sistema que recibe la transferencia de energía, conformado por agua y partículas finas de madera (aserrín), resultado que no pudo ser alcanzado por otras propuestas:

Así, podemos decir que el conocimiento declarativo que poseen los estudiantes sobre un modelo de partículas tiene mayores limitaciones de las que eran predecibles a la vista de los programas oficiales y a sus experiencias extraescolares. Normalmente utilizan concepciones estáticas y, desde luego, atribuyen comportamientos macroscópicos a las partículas. Domínguez & García (1998) p.473.

Un factor determinante en el hecho de que no se hayan alcanzado los resultados esperados fue la poca asistencia a las actividades de socialización, presentándose una mayor asistencia a las actividades de experimentación, lo cual pudo ser ocasionado por el hecho de que los estudiantes conocían con anticipación las fechas en las que éstas se realizaban, evidenciando una mayor motivación hacia ellas. La separación entre las sesiones experimentales y las actividades de socialización se debió a que se disponía de muy poco tiempo para las actividades experimentales, por lo que en futuras aplicaciones de la propuesta se debe garantizar que el diseño de las actividades incluya la socialización de los resultados encontrados, en la misma sesión, facilitando así el hallazgo de errores conceptuales en las observaciones.

Otro factor que incidió significativamente en la no obtención de los resultados esperados, es la alta inasistencia de los estudiantes, aspecto que se trató de subsanar con la implementación de la plataforma Moodle, sin embargo ésta, no se pudo aprovechar en una forma efectiva, debido a dificultades con el acceso a la red dentro de la institución. Además los estudiantes no buscaron utilizar la plataforma fuera de la institución, pues su inasistencia generó un rendimiento académico negativo en otras áreas, que determinó una poca motivación por la apropiación del concepto de calor a pesar de la utilización de la herramienta anteriormente mencionada.



---

La propuesta presenta mejores resultados comparativamente respecto a otros trabajos en el campo conceptual, sobre todo si consideramos que en su gran mayoría, no adoptan en su totalidad el test propuesto por Silveira & Moreira (1996), analizando sólo algunos ítems, de esta forma el trabajo de Dima et al (2013) presenta una ganancia conceptual muy baja en los ítems que evalúan el concepto de calor, obteniendo en el ítem: Asociamos la existencia del calor, a situaciones en las cuales ocurre, necesariamente, transferencia de energía una ganancia conceptual normalizada de (0,1) mientras que en esta propuesta dicho ítem presenta una ganancia conceptual de (0,61) y en el ítem calor es, energía transmitida sólo por medio de una diferencia de temperaturas Dima et al (2013) presenta una ganancia de (0,04), en tanto que en esta propuesta se tiene una ganancia conceptual media de (0,30). Igual situación se presenta en el trabajo de Martínez & Pérez (1997).

Otro trabajo que recoge sólo 11 ítems del test de Silveira & Moreira (1996), es el de Serrano (2013), quien presenta resultados muy similares a los obtenidos en esta propuesta en dichos ítems, con la diferencia que su trabajo emplea en sus estrategias de enseñanza elementos de difícil acceso como lo son las cubas hidroneumáticas y granos de polen.

Por otro lado es bien complicado realizar un análisis comparativo con propuestas que, tratando el campo conceptual no evalúan la apropiación del concepto de energía interna, es el caso de Ramos (2011), cuya propuesta emplea algunos ítems del test propuesto por Silveira & Moreira (1996), para evaluar la apropiación del concepto de calor, los resultados en dichas preguntas son muy similares a los obtenidos en esta propuesta, con excepción de los ítem 5 y 20, en los cuales ya se han analizado las posibles causales de éstos.

Comparando los resultados de trabajos similares con los del grupo experimental de esta propuesta, se infiere que el componente experimental es fundamental y se debe seguir profundizando no sólo a nivel conceptual sino a nivel de la didáctica, buscando experiencias novedosas con elementos de bajo costo que permitan abordar y mejorar la

90      Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín

---

enseñanza aprendizaje en este campo conceptual, en especial en temáticas en las cuales se ve involucrado el cambio de estado, donde tanto en esta propuesta como en otras los resultados evidencian dificultad para comprender que la transferencia de energía no implica variación en la temperatura Dima et al (2013).

---

## Referencias

Alomá, E., & Malaver, M. (2007). Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 25, pp. 387-400).

Arias, A. G. (2006). El concepto "energía" en la enseñanza de las ciencias. *Revista de la Unión Iberoamericana de Sociedades de Física*, 1.

Ausubel, D.P., Novak, J.D. & Hanesian, J. (1980). *Psicología educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.

Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Covaleda, R., Moreira, M. A., & Sahelices, M. C. C. (2009). Los conceptos de sistema y equilibrio en el proceso de enseñanza/aprendizaje de la Mecánica y Termodinámica. Posibles invariantes operatorios. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 8(2), 19.

De educación, general. (1994). Ley 115 de 1993.

Díaz, F. (2002). *Didáctica y currículo: un enfoque constructivista* (Vol. 66). Univ de Castilla La Mancha.

Dima, G. N., del Rosario Follari, B., Perrotta, T., & Eugenia Carola, M. (2013). La enseñanza de la energía en el nivel medio: una estrategia didáctica. Segunda parte. *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol, 7(4)*, 648.

Doménech, J. L. L., Pérez, D. G., Gras-Marti, A., Aranzabal, J. G., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J.,... & Valdés, P. (2003). La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 20(3)*, 285.

Domínguez Castiñeiras, J. M., Bueno, P., & García-Rodeja Fernández, E. (1998). Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 16, pp. 461-475).

Domínguez Castiñeiras, J.M. (2007). "Calor y Temperatura". En: Domínguez Castiñeiras, J.M. (editor). *Actividades para la Enseñanza en el Aula de Ciencias. Fundamentos y Planificación*. Santa Fe (Argentina): Ediciones Universidad Nacional del Litoral, pp. 119-130.

Dumrauf, A. G., & Cordero, S. (2004). ¿Qué cosa es el calor? Interacciones discursivas en una clase de Física. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 3(2)*, 123-147.

En Ciencias, E. B. D. C. (2004). *Naturales y Ciencias Sociales. Ministerio de Educación Nacional República de Colombia*.

Erickson, G.L.; Tiberghien, A. (1989). "Calor y Temperatura". En Driver, R. et al. *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. Madrid: MEC/Morata.

- 
- Escobar, L., González, Y., & Gutiérrez, C. (2008). Enseñanza de los conceptos de calor y temperatura enmarcada en la teoría del cambio conceptual. Universidad de Antioquia. Recuperado junio de 2015 en: <https://almagestoudea.files.wordpress.com/2008/07/ensenanza-de-los-conceptos-de-calor-y-temperatura.pdf>
- Estebaranz, A. (1999). Didáctica e innovación curricular. Sevilla: Serie Manuales Universitarios. Núm. 25. Universidad de Sevilla.
- García Hourcade, J. L., & Rodríguez de Ávila, C. (1985). Preconcepciones sobre el calor en 2º de BUP. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 3, pp. 188-193).
- Gil Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo Barrios, C., Valdés, P., & Vilches Peña, A. (2005). *¿ Cómo promover el interés por la cultura científica?. Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago de Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.*
- González, E. M. (2003). El proyecto de aula o acerca de la formación en investigación. *Universidad de Antioquia. Medellín.*
- Guerrero, S. J. (1991). Calor y Temperatura. Esquemas alternativos en estudiantes de preparatoria. *Revista Mexicana de Física*, 37(4), 688-696.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74.

Insausti, M. J., Crespo, M. S., García, R., & Beltrán, M. T. (1995). La utilización del vídeo para la enseñanza de conceptos básicos (calor y temperatura). In Enseñanza de las ciencias (Vol. 13, pp. 193-198).

Lopera Jaramillo, G. A., & Zapata Giraldo, L. E. (2014). A propósito del concepto de calor: una aproximación histórico epistemológica desde un análisis de la perspectiva de Robert Mayer. Universidad de Antioquia. Recuperado junio de 2015 en: <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/952/1/JE0923.pdf>

Martínez, J. M., & Pérez, B. A. (1997). Estudio de propuestas alternativas en la enseñanza de la termodinámica básica. In Enseñanza de las Ciencias (Vol. 15, pp. 287-300).

Michinel, J. L., & D'Alessandro, A. (1994). El concepto de energía en los libros de textos: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 12, pp. 369-380)

Nussbaum, J. (1989). "La constitución de la materia como conjunto de partículas en la fase gaseosa". En Driver R. et al.: *Ideas Científicas en la Infancia y la Adolescencia*: Madrid: Morata/MEC.

Ortega, F. J. R. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 3(2), 41-60.

- 
- Pessoa de Carvalho, A. M., & Castro, R. D. (1992). La historia de la ciencia como herramienta para la enseñanza de física en secundaria: un ejemplo en calor y temperatura. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 10, pp. 289-294).
- Ramos, M., & De La Cruz, M. A. R. Í. A. (2011). Una propuesta de enseñanza basada en la investigación dirigida del tema de transmisión de calor para estudiantes de bachillerato (Doctoral dissertation). Instituto Politécnico Nacional, México, D.F
- Segura, D. (1991). Una premisa para el cambio conceptual: el cambio metodológico. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 9, pp. 175-180).
- Serrano Zárate, R. (2013). Implementación de clases demostrativas interactivas para la enseñanza de calor y temperatura en el bachillerato. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F
- Silveira, F., & Moreira, M. A. (1996). Validación de un test para verificar si el alumno posee concepciones científicas sobre calor, temperatura y energía interna. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 14, pp. 075-86).
- Solbes, J., & Tarín, F. (2004). La conservación de la energía. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 22, pp. 185-194).
- Solbes, J., & Tarín, F. (2013). Generalizando el concepto de energía y su conservación. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*.
- Stachel, J. (2001). Einstein 1905: un año milagroso: cinco artículos que cambiaron la física. Editorial Crítica.

Touriñán, J. M. (2011). Intervención educativa, intervención pedagógica y educación: La mirada pedagógica. *Revista Portuguesa de Pedagogía*, 283-307.

Varón Garzón, E. (2012) Construcción de un ambiente de aprendizaje activo sobre la ley cero de la termodinámica (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).

Vázquez Díaz, J. (1987). Algunos aspectos a considerar en la didáctica del calor. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 5, pp. 235-238).

Zamorano, R. O., Gibbs, H. M., Moro, L. E., & Viau, J. E. (2006). Evaluación de un modelo didáctico analógico para el aprendizaje de energía interna y temperatura. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 392-408.



## **A. Anexo: Test de verificación de concepciones científicas sobre los conceptos de energía interna, calor y temperatura, diseñado por Silveira & Moreira (1996).**

Instrucciones: A continuación, encontrarás un test constituido por 25 preguntas de elección múltiple, con tres alternativas de respuesta identificadas por los números romanos I, II y III. Puede haber una, dos o tres respuestas correctas para cada pregunta.

Importante: No escribas nada en las hojas de preguntas. Conteste solamente esta hoja de respuestas.

Señala en el gráfico la que consideres la mejor combinación de respuestas:

- A. Sólo la alternativa I es correcta.
- B. Sólo la alternativa II es correcta.
- C. Sólo la alternativa III es correcta.
- D. Las alternativas I y II son correctas.
- E. Las alternativas I y III son correctas.
- F. Las alternativas II y III son correctas.
- G. Todas las alternativas son correctas.

98    Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín

---

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

1. Asociamos la existencia de calor:
  - I. A cualquier cuerpo, pues todo cuerpo posee calor
  - II. Sólo a aquellos cuerpos que están “calientes”
  - III. A situaciones en las cuales ocurre, necesariamente, transferencia de energía.
  
2. Para que se pueda hablar de calor:
  - D. Es suficiente un único sistema (cuerpo);
  - E. Son necesarios, por lo menos, dos sistemas;
  - F. Es suficiente un único sistema, pero tiene que estar «caliente».
  
3. Para que se pueda admitir la existencia de calor debe haber:
  - I. Una diferencia de temperaturas;
  - II. Una diferencia de masas;
  - III. Una diferencia de energías.
  
4. Calor es:
  - I. Energía cinética de las moléculas;
  - II. Energía transmitida sólo por medio de una diferencia de temperaturas;
  - III. La energía contenida en un cuerpo.

100 Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín

---

5. En el interior de una habitación que no haya sido calentada o refrigerada durante varios días:
  - I. La temperatura de los objetos de metal es inferior a la temperatura de los objetos de madera;
  - II. La temperatura de los objetos de metal, de las mantas y de los demás objetos es la misma;
  - III. Ningún objeto presenta temperatura.
  
6. El agua (a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) que resulta de la fusión de un cubito de hielo (a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), contiene, respecto al hielo:
  - I. Más energía;
  - II. Menos energía;
  - III. Igual cantidad de energía.
  
7. Una mezcla de hielo y agua, ambos a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se mantiene a esa temperatura. En esas condiciones:
  - I. Se funde todo el hielo;
  - II. Se funde parte del hielo;
  - III. No se funde el hielo. (ítem eliminado)
  
8. Dos cubos metálicos A y B son colocados en contacto. Si A está más “caliente” que B y Ambos están más “calientes” que el ambiente. Al cabo de un cierto tiempo la temperatura final de A y B será:
  - I. Igual a la temperatura ambiente;
  - II. Igual a la temperatura inicial de B;

- III. Un promedio entre las temperaturas iniciales de A y B.
9. Dos pequeñas placas A y B del mismo metal y del mismo espesor son colocadas en el interior de un horno, el cual es cerrado y luego accionado. La masa de A es el doble de la masa de B ( $m_A = 2m_B$ ). Inicialmente las placas y el horno están todos a la misma temperatura. Algún tiempo después la temperatura de A será:
- El doble de la de B;
  - La mitad de la de B
  - igual a la de B.
10. Considere dos esferas idénticas, una en un horno caliente y la otra en un congelador. Básicamente, ¿qué diferencia hay entre ellas inmediatamente después de sacarlas del horno y de la heladera respectivamente?
- La cantidad de calor contenida en cada una de ellas.
  - La temperatura de cada una de ellas.
  - Una de ellas contiene calor y la otra no.
11. En dos vasos idénticos que contienen la misma cantidad de agua (aproximadamente  $250 \text{ cm}^3$ ) a temperatura ambiente son colocados un cubito de hielo a  $0^\circ \text{C}$  y tres cubitos de hielo a  $0^\circ \text{C}$  respectivamente (cada cubito con aproximadamente  $1 \text{ cm}^3$ ). ¿En cuál situación el agua se enfría más?
- En el vaso donde son colocados tres cubitos de hielo.
  - En el vaso donde es colocado un cubito de hielo.
  - Se enfría igualmente en los dos vasos.

102 Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín

---

12. Dos esferas del mismo material pero cuyas masas son diferentes quedan durante mucho tiempo en un horno. Al retirarlas del horno, son inmediatamente puestas en contacto. En esa situación:

- I. Fluye calor de la esfera de mayor masa hacia la menor masa;
- II. Fluye calor de la esfera de menor masa hacia la mayor masa;
- III. Ninguna de las dos esferas cede calor a la otra.

13. Dos esferas del mismo material pero cuyas masas son diferentes son dejadas durante mucho tiempo en un congelador. En esa situación, al retirarlas e inmediatamente ponerlas en contacto:

- I. Ninguna de las esferas posee calor debido a su baja temperatura;
- II. Fluye calor de la esfera de mayor masa hacia la de menor masa;
- III. Ninguna de las esferas puede ceder calor a la otra.

14. ¿Qué cambia cuando una cantidad de agua que ya está hirviendo pasa, por ebullición, a estado de vapor?

- I. Su energía interna.
- II. El calor contenido en ella.
- III. Su temperatura.

15. Cuando las extremidades de una barra metálica están a temperaturas diferentes:

- I. La extremidad a mayor temperatura tiene más calor que la otra;
- II. El calor fluye de la extremidad que contiene más calor hacia la que contiene menos calor;

- III. Existe transferencia de energía por el movimiento desordenado de átomos o moléculas.

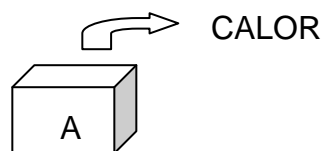
16. La energía interna de un cuerpo puede ser asociada con:

- I. Calor;
- II. Energía cinética de átomos o moléculas;
- III. Energías potenciales de átomos o moléculas.

17. Completa la siguiente frase: La elevación de temperatura que percibes cuando frotas tus manos es resultado de \_\_\_\_\_  
Consecuentemente, hay conducción de \_\_\_\_\_ hacia el interior de las manos. Resulta, en virtud de ello, un aumento de su \_\_\_\_\_

- I. trabajo, calor, energía interna;
- II. calor, energía, temperatura;
- III. trabajo, temperatura, calor. (ítem eliminado)

18. Si se observa la figura sin disponer de ninguna otra información, se puede decir que el cubo A posee, respecto al ambiente que lo circunda:



- I. Temperatura más elevada;
- II. Más energía;
- III. Más calor.

104 Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín

---

19. Cuando se encuentra a la presión atmosférica, el nitrógeno líquido entra en ebullición a  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Un gramo de nitrógeno líquido, a esa temperatura, comparado con un gramo de vapor de nitrógeno, también a  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ , posee:

- I. Más energía;
- II. Menos energía;
- III. Igual cantidad de energía

20. El punto de solidificación del mercurio, a la presión atmosférica, es  $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ . ¿Qué pasa inmediatamente después de que una cierta cantidad de mercurio líquido (a  $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) es colocada en nitrógeno líquido (a  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ )?

- I. La temperatura del nitrógeno aumenta y la del mercurio disminuye.
- II. La temperatura del mercurio disminuye pero la del nitrógeno no se altera.
- III. El mercurio comienza a solidificar y el nitrógeno entra en ebullición, sin cambio en la temperatura.

21. ¿Qué sucede cuando colocamos un termómetro, en un día de temperatura ambiente igual a  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en agua a una temperatura más elevada?

- I. La temperatura y la energía interna del termómetro aumentan.
- II. La temperatura de termómetro aumenta pero su energía interna permanece constante.
- III. Ni la temperatura del termómetro ni su energía interna se modifican, sólo la columna del líquido termométrico se dilata.

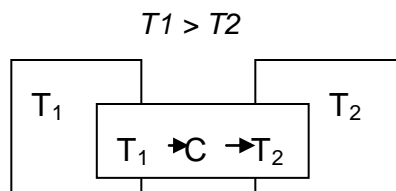
22. Cuando, con el mismo ebullidor, se calientan 100 ml de agua y 100 ml de alcohol, es posible constatar que el tiempo necesario para elevar  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  la temperatura de 1 g de



agua es mayor que el tiempo necesario para que ocurra lo mismo con 1 gr de alcohol.  
Esto significa que el agua acumula, en comparación con el alcohol:

- I. La misma cantidad de energía;
- II. Más energía;
- III. Menos energía.

23. Observa la figura y considera el cuerpo C (sombreado) un conductor de calor. ¿Qué caracteriza esta situación de conducción de calor?



- I.  $T_1 = T_2$
- II.  $T_1 > T_2$
- III.  $T_1 < T_2$

24. Cuando un buen conductor es colocado en contacto con otro cuerpo cuya temperatura es más alta, el conductor transfiere energía:

- I. Sin modificar su temperatura;
- II. Modificando su temperatura;
- III. Modificando su energía interna.

106 Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín

---

*25. Objetos de metal y de material plástico son puestos en el interior de un congelador que se encuentra a  $-20^{\circ}$  C. Después de algunos días se puede afirmar que la temperatura de los objetos de plástico es:*

- I. Mayor que la temperatura de los objetos de metal;
- II. Menor que la temperatura de los objetos de metal;
- III. Igual a la temperatura de los objetos de metal.

## B. Clasificación de los ítems del test según el concepto evaluado y respuestas acertadas.

CONCEPTO EVALUADO	ÍTEM TEST SILVEIRA & MOREIRA	ÍTEM TEST DE PROPUESTA	RESPUESTA CORRECTA TEST DE SILVEIRA & MOREIRA	RESPUESTA CORRECTA TEST DE PROPUESTA
CALOR	1	2	C	c
	2	10	B	B
	3	17	A	A
	4	18	B	B
	10	3	B	B
	14	6	A	A
	15	7	C	C
	16	8	F	C
	18	9	A	A
	23	14	B	B
TEMPERATURA	5	19	B	B
	8	20	A	A
	9	21	C	C
	12	5	C	C
	13	1	C	C
	25	16	C	C
ENERGÍA INTERNA	6	23	A	A
	11	4	A	A
	19	22	B	B
	20	11	C	C
	21	12	A	A
	22	13	B	B
	24	15	F	C

## **C. Anexo: Diseño de actividades experimentales y de socialización.**

Las actividades 1.1 ¿Es el tacto un instrumento confiable para medir la temperatura?, 1.2 El termómetro, 4.2 Temperatura magnitud no intensiva, son adaptaciones de las actividades propuestas por Domínguez Castiñeiras, J.M. (2007). De igual manera la actividad 2.1 es una adaptación de Lopera Jaramillo, G. A., & Zapata Giraldo, L. E. (2014). Todas las actividades experimentales, cuentan con la misma estructura, elementos por equipo, guía de experimentación, de observación y conclusiones. Las actividades de socialización con excepción de la actividad cero, se estructuran con la lectura de las conclusiones y observaciones de cada equipo de laboratorio.

### **ACTIVIDAD 0. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLEMA O PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

1. Discutir en equipos la respuesta a las preguntas: ¿Es la temperatura una sensación? ¿Qué es la temperatura? ¿Qué es el calor? ¿Qué diferencia existe entre ambos conceptos?
2. Redactar las hipótesis.
3. Socialización de las hipótesis.

### ACTIVIDAD 1. LA TEMPERATURA

Mediante la experiencia que se plantea a continuación, tratar de medir la temperatura del agua contenida en los recipientes A, B, C.

#### ACTIVIDAD 1.1 ¿ES EL TACTO UN INSTRUMENTO CONFIABLE PARA MEDIR LA TEMPERATURA?

- A. ELEMENTOS POR EQUIPO: 3 vasos de vidrio transparentes, erlenmeyer, trípode, agua a temperatura ambiente, hielo, mechero.
- B. EXPERIMENTACIÓN: Calentar agua en el erlenmeyer, colocar hielo en agua en temperatura ambiente con el fin de obtener agua a temperatura menor. Luego preparar el vaso A con agua caliente, el vaso B con agua fría y un tercer vaso con agua a temperatura ambiente. Introducir el dedo índice de la mano de la mano derecha en el vaso con agua caliente (Tener cuidado para no quemarse) y el dedo índice de la mano derecha en el vaso con agua “helada”. Posteriormente se introducen ambos dedos en el recipiente con agua a temperatura ambiente.
- C. OBSERVACIÓN: Al introducir los dedos en el recipiente con agua a temperatura ambiente, ¿Se nota alguna sensación diferente? Explique.
- D. CONCLUSIÓN: ¿Es realmente el tacto un criterio confiable para diferenciar elementos calientes y fríos? Explique. ¿Qué instrumento permite comprobar la temperatura del agua de una manera más confiable?

#### ACTIVIDAD 1.2. EL TERMÓMETRO

- A. ELEMENTOS POR EQUIPO: Termómetro de mercurio.
- B. EXPERIMENTACIÓN: ¿Qué instrumento te permitiría comprobar la temperatura del agua de una manera más fiable? \_\_\_\_\_ Seguro que el instrumento que has indicado es el termómetro. Tienes uno encima de la mesa. Vas a conocerlo y a aprender a utilizarlo:

110 Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín

---

Es un termómetro de mercurio en recipiente de vidrio. Es el más común.

Consiste en un depósito de vidrio o bulbo, en comunicación con una varilla del mismo material, hueca por dentro y en forma de capilar (varilla muy delgada).

El termómetro contiene mercurio, que llena el bulbo y parte del capilar.

La escala del termómetro es la escala centígrada que se establece tomando dos puntos fijos: el cero y el cien.

La diferencia entre ambas temperaturas (el cero y el cien) se divide en cien partes iguales, denominadas divisiones de la escala del termómetro. Cada división equivale a un grado centígrado o grado Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) en honor a su inventor.

¿Cómo se sujeta el termómetro?

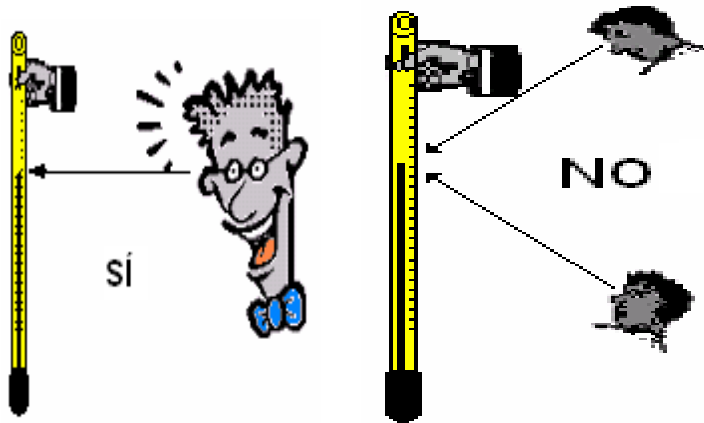
El termómetro ha de asirse por la parte superior. No se debe tocar la parte del bulbo que contiene el mercurio, (se puede distinguir fácilmente porque tiene una cinta de color plateado), pues falsearíamos la medida de la temperatura.

¿Cómo se mide la temperatura?

Tomando el termómetro por la parte superior se sacude un poco, para hacer que el mercurio baje a la parte inferior, luego la parte del bulbo con cinta color plateado se coloca en el objeto de medición, para leer la temperatura que marca el termómetro, se debe hacer coincidir en la misma horizontal, nuestros ojos con el extremo de la columna de mercurio. Figura 1.

¡Nunca debe leerse la temperatura del termómetro mirando desde arriba o desde abajo!, pues falsearíamos la lectura. Figura 2.

Verifíquelo midiendo la temperatura de un compañero.



Verifiquemos si el termómetro nos proporciona un método más fiable para diferenciar entre cuerpos calientes y fríos, midiendo la temperatura en el agua de los recipientes de la actividad anterior, empezando por medir la temperatura en el recipiente con agua a temperatura ambiente, continuando con el recipiente que contiene agua a temperatura menor y terminando con el recipiente que contiene agua a temperatura alta (agua caliente) Registre cada temperatura.

- C. OBSERVACIÓN: Después de sacudir un poco el termómetro ¿Dónde está la columna de mercurio? Al medir la temperatura del agua a temperatura ambiente ¿Qué paso con la columna de mercurio? ¿Qué sucedió con la columna de mercurio al medir la temperatura del agua con temperatura inferior a la temperatura ambiente? ¿Qué sucedió con la columna de mercurio al medir la temperatura del agua caliente?
- D. CONCLUSIÓN: ¿Se puede afirmar que el volumen del mercurio aumenta, es decir el mercurio se dilata, cuando la temperatura es mayor y por eso sube hasta un número más alto en el termómetro? ¿Qué pasa cuando la temperatura es menor?

- 112 Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín
- 

### ACTIVIDAD 1.3.

Mediante la experiencia que se plantea a continuación, trata de observar la velocidad de las moléculas en líquidos con temperaturas diferentes.

- A. ELEMENTOS POR EQUIPO: 3 vasos de vidrio transparentes, erlenmeyer, trípode, agua a temperatura ambiente, hielo, mechero, partículas pequeñas de madera (aserrín), tinta, cuchara plástica, gotero.
- B. EXPERIMENTACIÓN: Calentar agua en el erlenmeyer, colocar hielo en agua en temperatura ambiente con el fin de obtener agua a temperatura menor. Luego preparar el vaso A con agua caliente, el vaso B con agua fría y un tercer vaso con agua a temperatura ambiente. Introducir en cada vaso una cucharada de aserrín.
- C. OBSERVACIÓN:
1. ¿En cuál de los vasos se observa una velocidad mayor de las partículas de aserrín?
  2. Repita el procedimiento, introduciendo una gota de tinta en cada vaso. ¿Las observaciones realizadas se repiten?
- D. CONCLUSIÓN:
- ¿Qué tipo de energía está asociada a la velocidad de las moléculas? ¿Cómo podrías expresar la relación que existe entre la velocidad de las moléculas y la temperatura? ¿Se puede afirmar que el termómetro mide, el promedio de la velocidad de las moléculas del objeto de medición?

### ACTIVIDAD 2. EL CALOR

- A. ELEMENTOS POR EQUIPO: Vaso de precipitación, erlenmeyer, partículas pequeñas de madera (aserrín), agua a temperatura ambiente, soporte (trípode), mechero.
- B. EXPERIMENTACIÓN:



1. Verter un poco de aserrín en el vaso de precipitación, agregar el agua a temperatura ambiente, esperar unos minutos para que el aserrín vaya por completo al fondo del vaso de precipitación.
2. Colocar el vaso de precipitación en el soporte (trípode) y colocar el mechero encendido. Mover el mechero de tal forma que se encuentre en diferentes posiciones del plano del fondo del vaso, en el centro, en los extremos y de nuevo observar y describir lo que sucede.

#### C. OBSERVACIÓN:

1. ¿El sistema conformado por el vaso de precipitación, agua y aserrín posee algún tipo de energía, antes de colocarlo en el mechero encendido? (la energía potencial, cinética....) Explique.
2. ¿El sistema del mechero, posee algún tipo de energía? Explique.
3. ¿Existe una diferencia de temperatura entre el sistema del mechero encendido y el del vaso de precipitación con agua y aserrín? Explique.

#### D. CONCLUSIONES:

1. ¿Después de colocar el mechero en el vaso de precipitación, se han producido transformaciones dentro del sistema agua y aserrín? ¿Cuáles? (aumento o disminución de energía potencial, cinética....) Explique.
2. ¿Se puede decir que en el vaso de precipitación ocurrió un cambio de energía pero a nivel microscópico? Explique.
3. ¿En la interacción entre los sistemas puede decirse que un sistema cedió energía y el otro recibió una transferencia de energía? Si es así explique señalando, cuál sistema recibió energía y cuál cedió energía.
4. ¿Podría decirse entonces que el calor es una forma de transferencia de energía? Si es así, qué condiciones se deben cumplir para que se produzca. ¿Se podría dar entre dos sistemas con igual temperatura?
5. Complete con las palabras: Aumente, Disminuya, energía, temperatura

114 Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín

---

- a. El calentamiento de un sistema, significa entonces que recibió una transferencia de energía que hace que su energía interna \_\_\_\_\_
- b. El enfriamiento de un sistema, significa entonces que realizó una transferencia de energía, que hace que su energía interna \_\_\_\_\_
- c. El calor es una forma de transferencia de \_\_\_\_\_ que se produce cuando dos sistemas de diferente \_\_\_\_\_ se ponen en contacto, de tal manera que siempre se transfiere \_\_\_\_\_ del sistema de mayor \_\_\_\_\_ al de menor \_\_\_\_\_.

#### ACTIVIDAD 2.2 EL CALOR

Mediante la experiencia que se plantea a continuación trataremos de identificar las características de la transferencia de energía por medio del proceso denominado calor como un proceso que se presenta entre dos sistemas que están en interacción y que dicha transferencia siempre se da del sistema de mayor temperatura al sistema de menor temperatura.

A. ELEMENTOS POR EQUIPO: 2 Vasos desechables transparentes, comunicados por medio de un pitillo, dos vasos de vidrio, agua a temperatura ambiente, Erlenmeyer, anilina de color azul, gotas de leche, cucharas plásticas, soporte (trípode), mechero.

#### B. EXPERIMENTACIÓN:

1. Verter un vaso de agua a temperatura ambiente en el Erlenmeyer, transferirle energía, hasta aumentar su temperatura, agregarle anilina de color azul y revolver.
2. Verter en un vaso de agua a temperatura ambiente unas gotas de leche, revolviendo para que adquiriera un color blanco.
3. Verter al mismo tiempo, el contenido de los dos vasos, en los vasos unidos por el pitillo, esperar unos segundos, observar lo que sucede y

---

registrarlo \_\_\_\_\_

4. Repetir el procedimiento, pero invirtiendo los colores, esto es colocar anilina azul en el agua a temperatura ambiente y gotas de leche en el vaso de agua a temperatura mayor después de transferirle energía. Observar y registrar lo que sucede

C. OBSERVACIÓN: Complete los enunciados.

1. El agua a temperatura ambiente contiene energía \_\_\_\_\_
2. El mechero contiene energía \_\_\_\_\_
3. El agua a temperatura mayor contiene energía \_\_\_\_\_
4. En los vasos plásticos transparentes unidos con el pitillo, el agua a temperatura ambiente está en \_\_\_\_\_ con el agua a temperatura mayor por medio del \_\_\_\_\_
5. El agua a temperatura mayor contiene mayor energía \_\_\_\_\_  
Debido a que recibió una transferencia de \_\_\_\_\_, cuando se puso en \_\_\_\_\_ con el mechero.

D. CONCLUSIONES: Complete los enunciados.

1. Al verter al mismo tiempo, los dos vasos con agua a temperatura ambiente y con temperatura mayor en los vasos plásticos unidos con \_\_\_\_\_, se están poniendo en \_\_\_\_\_ dos sistemas con diferentes \_\_\_\_\_. El sistema con menor \_\_\_\_\_ es \_\_\_\_\_  
Y el sistema con mayor \_\_\_\_\_ es \_\_\_\_\_
2. En el experimento se presenta una transferencia de \_\_\_\_\_ la cual se presenta por estar en \_\_\_\_\_ dos sistemas con diferentes \_\_\_\_\_ de tal forma que la

transferencia de energía siempre se da del sistema que tiene \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ al que tiene \_\_\_\_\_

### ACTIVIDAD 3. DIFERENCIA ENTRE CALOR Y TEMPERATURA.

Mediante la experiencia que se plantea a continuación trataremos de diferenciar los conceptos de transferencia de energía y temperatura. También conoceremos los términos dilatación y equilibrio térmico.

A. ELEMENTOS POR EQUIPO: Vaso de precipitación (2), agua con partículas pequeñas de madera (aserrín) congelada, es decir hielo con partículas de madera(aserrín), partículas pequeñas de madera (aserrín), agua a temperatura ambiente, soportes(2), mechero(2), termómetro(2).

#### B. EXPERIMENTACIÓN:

1. Verter un poco de aserrín en los vasos de precipitación, agregar el agua, esperar unos minutos para que el aserrín vaya por completo al fondo del vaso de precipitación.
2. Agregar el hielo con partículas de madera (aserrín) a uno de los vasos de precipitación.
3. Transferir energía al mismo tiempo en los dos vasos de precipitación, colocando el mechero encendido.
4. Medir la temperatura.

#### C. OBSERVACIÓN:

1. ¿Aumentó la velocidad de las partículas de aserrín que se encontraban en el fondo del vaso de precipitación, con hielo? ¿Qué puede deducir sobre la temperatura, habrá aumentado? Verifique midiendo la temperatura.
2. ¿Aumentó la velocidad de las partículas de aserrín que se encontraban en el fondo del vaso de precipitación, sin hielo? ¿Qué puede deducir sobre la temperatura, habrá aumentado? Verifique midiendo la temperatura.

- 
3. ¿El sistema conformado por el vaso de precipitación con partículas de aserrín en el fondo y el hielo, está recibiendo transferencia de energía? Explique

#### D. CONCLUSIONES

1. ¿Por qué cree que la velocidad de las partículas de aserrín en el fondo del vaso de precipitación con hielo, no aumentó al colocarle el mechero encendido? ¿Qué relación existe con las fuerzas de cohesión en el hielo?
2. ¿Puede decirse que la transferencia de energía en un sistema, ocasiona que las moléculas se separen? ¿Qué sucede con el volumen? Cite ejemplos.
3. ¿Según lo observado, una vez vencidas las fuerzas de cohesión, aumenta la velocidad de las partículas? ¿Qué sucede entonces con la temperatura de un sistema cuando recibe transferencia de energía?
4. Cuando se coloca hielo en agua a temperatura ambiente ¿Se produce calor? Explique señalando quien cede energía y quien recibe energía. ¿Cuál es la temperatura que aumenta?

#### ACTIVIDAD 4. EQUILIBRIO TÉRMICO Y TEMPERATURA MAGNITUD NO INTENSIVA

Mediante la experiencia que se plantea a continuación, comprenderemos el concepto de equilibrio térmico y que la temperatura es una magnitud intensiva, es decir no depende de la masa o el volumen.

##### ACTIVIDAD 4.1

A. ELEMENTOS POR EQUIPO: Frasco de Vidrio con agua helada, Frasco plástico con agua helada, recipiente plástico de diámetro mayor con agua caliente.

##### B. EXPERIMENTACIÓN:

1. Coloque el frasco de vidrio y el frasco plástico dentro del recipiente de diámetro mayor con agua caliente, teniendo cuidado que los frascos con agua helada no derramen su contenido.

118 Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín

---

2. Deje ambos frascos durante 40 minutos mientras realiza los otros experimentos.
  3. Después de los 40 minutos tome la temperatura en los tres recipientes.
- 
- 

C. OBSERVACIÓN:

1. ¿La temperatura de los tres recipientes son iguales?
2. Explique lo que sucedió.

D. CONCLUSION:

1. ¿La temperatura depende de la cantidad de masa?
2. ¿La temperatura depende del material?

ACTIVIDAD 4.2

A. ELEMENTOS POR EQUIPO: Vaso de precipitación, dos vasos de vidrio transparente, agua a temperatura ambiente, termómetro.

B. EXPERIMENTACIÓN:

1. Colocar la misma cantidad de agua a temperatura ambiente, en cada uno de los vasos transparentes.
2. Medir la temperatura en cada uno de los vasos.
3. Verter el agua de los dos vasos en el vaso de precipitación.

4. Medir la temperatura de la mezcla de los dos vasos de agua, en el vaso de precipitación.

C. OBSERVACIÓN:

1. ¿La temperatura de los dos vasos de agua son iguales?
2. ¿La temperatura de la mezcla de los dos vasos de agua, en el vaso de precipitación, es diferente a la tomada individualmente en cada vaso de agua?

D. CONCLUSION:

1. ¿La temperatura depende de la cantidad de masa?

### ACTIVIDAD 4.3

A. ELEMENTOS POR EQUIPO: Vaso de precipitación, erlenmeyer, mechero, dos vasos de vidrio transparente, agua a temperatura ambiente, termómetro.

B. EXPERIMENTACIÓN:

1. Colocar agua a temperatura ambiente en uno de los vasos, agregar anilina roja.
2. Colocar a calentar agua y verterla en el otro vaso, agregar anilina azul.
3. Verificar que quede igual cantidad de agua en los dos vasos, es decir que la cantidad de agua a temperatura ambiente sea igual a la cantidad de agua caliente.
4. Medir la temperatura en cada vaso
5. Verter el agua de los dos vasos en el vaso de precipitación, observar lo que sucede y medir la temperatura.

C. OBSERVACIÓN:

1. Sume la temperatura del vaso de agua con temperatura ambiente, con la temperatura del vaso de agua caliente, ¿concuerta el resultado con la temperatura tomada en el vaso de precipitación con la mezcla? Justifique
2. ¿Es la temperatura de la mezcla superior a la del vaso con agua a temperatura ambiente? Explique.

120 Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín

---

#### D. CONCLUSIÓN

1. ¿Cuál de los dos vasos tenía mayor energía interna? Justifique
2. ¿El vaso con mayor temperatura transfirió energía al vaso con menor temperatura? Justifique.
3. ¿De la observación 1, se puede concluir que la temperatura depende de la masa?
4. Completa:

Cuando dos sistemas de diferente temperatura, se ponen en contacto el sistema con mayor \_\_\_\_\_ transfiere \_\_\_\_\_ al que tiene menor \_\_\_\_\_ hasta que los dos sistemas alcanzan una temperatura igual. La temperatura no depende de la \_\_\_\_\_

#### ACTIVIDAD 5

OBJETIVO: Identificar la masa como una variable de la cual depende la cantidad de energía que se debe aportar a un sistema para que aumente su temperatura.

A. ELEMENTOS POR EQUIPO: Vaso de precipitación o erlenmeyer con agua a temperatura ambiente (cada equipo tiene una cantidad diferente de masa de agua), mechero, termómetro.

#### B. HIPÓTESIS:

Si se transfiere igual cantidad de energía a dos cantidades diferentes de masa, de igual sustancia ¿El aumento de temperatura es mayor en la masa mayor, en la masa menor o aumenta igual? Redacte su hipótesis:



---

**C. EXPERIMENTACIÓN:**

1. Registrar la cantidad de agua a temperatura ambiente. \_\_\_\_\_
2. Medir la temperatura del agua a temperatura ambiente que se tiene en el vaso de precipitación y registrarla:  $t_1 =$  \_\_\_\_\_
3. Transferirle energía durante 7 minutos, contabilizarlos con cronómetro.
4. Medir la temperatura del agua que se encuentra en el vaso de precipitación después de los 7 minutos y registrarla:  $t_2 =$  \_\_\_\_\_
5. Calcular la diferencia entre las dos temperaturas:  $\Delta T = t_2 - t_1 =$  \_\_\_\_\_

**D. OBSERVACIÓN:**

Complete y responda a los siguientes enunciados:

- a. En el experimento que estamos realizando se está presentando el proceso denominado calor porque se está transfiriendo \_\_\_\_\_
- b. Energía es la \_\_\_\_\_ que posee un sistema en interrelación para generar \_\_\_\_\_ o \_\_\_\_\_
- c. El calor es un proceso de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, de un sistema de mayor \_\_\_\_\_ que está en contacto con otro sistema de menor \_\_\_\_\_. En este caso el sistema con mayor \_\_\_\_\_ es \_\_\_\_\_ y el sistema con menor \_\_\_\_\_ es: \_\_\_\_\_
- d. ¿Qué tipo de energía existe en el vaso con agua a temperatura ambiente? \_\_\_\_\_
- e. ¿Qué tipo de energía existe en el mechero? \_\_\_\_\_
- f. La energía del sistema del mechero se transforma en energía \_\_\_\_\_, en el sistema del vaso de precipitación, porque la energía no se \_\_\_\_\_ ni se \_\_\_\_\_ se \_\_\_\_\_.

122 Diseño e intervención de un proyecto de aula para la enseñanza aprendizaje del concepto de calor en el grado décimo de la Institución Educativa República de Venezuela de la ciudad de Medellín

---

- g. El sistema del mechero está cediendo \_\_\_\_\_ al sistema del vaso de precipitación, provocando que la \_\_\_\_\_ del sistema del vaso de precipitación \_\_\_\_\_
- h. La temperatura es el promedio de la \_\_\_\_\_ de las moléculas del objeto de medición.

E. CONCLUSIONES:

- a. Socializaremos los resultados obtenidos por cada equipo y los registraremos en la siguiente tabla:

M (g)	$t_1$ (° C)	$t_2$ (° C)	$\Delta T$	
				1ml $\approx$ 1 g M = masa

Complete con las palabras más o menos los siguientes enunciados:

- b. Se necesita \_\_\_\_\_ energía para aumentar la temperatura de 50g de agua que para aumentar la temperatura de 200g de agua.

- c. Se necesita \_\_\_\_\_ energía para aumentar la temperatura de 120g de agua, que para aumentar la temperatura de 80g de agua.

F. TESIS O ANTÍTESIS:

¿Se cumplió su hipótesis? Redacte su tesis o antítesis y justifique.