



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS
FUNDAMENTALES DE LA TERMODINÁMICA
DIRIGIDA A ESTUDIANTES DE GRADO
OCTAVO**

CARLOS JULIÁN PEÑA MEDINA

Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Bogotá, Colombia

2018

UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA TERMODINÁMICA DIRIGIDA A ESTUDIANTES DE GRADO OCTAVO

Carlos Julián Peña Medina

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

Director:

MsC., Carlos Joel Perilla Perilla

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2018

A mi madre: gracias por brindarme el apoyo incondicional para el desarrollo de mis estudios, y por alentarme a ser cada día mejor ser humano.

A mi hermana: gracias por aconsejarme en momentos donde hubo dificultades y ayudarme a salir adelante.

A Luisa Betancourth: por ese gran apoyo y respeto hacia mi profesión, trabajo y esfuerzo.

Agradecimientos

Al profesor Carlos Joel Perilla, por todo su acompañamiento durante el proceso de desarrollo del trabajo final. Sus asesorías, sugerencias y dedicación brindada a mi trabajo y formación profesional y pedagógica.

A los profesores del programa de la Maestría, por todas sus enseñanzas durante este proceso de aprendizaje; fueron muy valiosas y de gran ayuda en mi formación profesional.

Resumen

Este trabajo presenta una propuesta didáctica basada en la metodología de investigación-acción y usando como estrategia la Metodología de Aprendizaje Activo (MAA), encaminada a la enseñanza de algunos conceptos fundamentales de la termodinámica a estudiantes de grado octavo, mediante la realización de prácticas experimentales en el aula de clase.

La termodinámica es la ciencia de la energía, una rama de la física desde la cual se han realizado grandes y significativos aportes al estudio y desarrollo del universo. Mediante ella, se pueden explicar y entender muchos fenómenos que ocurren en nuestra cotidianidad como el funcionamiento de un sistema de aire acondicionado, por qué se derrite un hielo cuando se encuentra en el ambiente o por qué vuela un globo aerostático, entre otros. A pesar de la vasta cantidad de ejemplos que se pueden evidenciar en nuestro entorno, escasean las experiencias didácticas en las instituciones educativas con el fin de que el estudiantado pueda asimilar algunos conceptos fundamentales de esta área de la ciencia; por el contrario, el trabajo en el aula se limita a una educación tradicional dejando de lado la parte experimental y en consecuencia la indagación, la motivación y el descubrimiento que esto genera y ayuda a la formación de nuevos conceptos.

Por lo anterior, este trabajo pretende desarrollar una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos fundamentales de la termodinámica con los estudiantes de grado octavo del Colegio Cooperativo Antonio Villavicencio, quienes se encuentran entre los 12 y 13 años de edad y pertenecen a los estratos socioeconómicos 2, 3 y 4, quienes desarrollaron 4 actividades experimentales con materiales de bajo costo y fácil consecución y mostraron entusiasmo, interés, motivación, argumentación de ideas y trabajo colaborativo para la construcción de los conceptos fundamentales de la termodinámica. A parte de estas cuatro sesiones de laboratorio de Aprendizaje Activo, se realizaron cuatro clases extra con el fin de reforzar y afianzar las definiciones referidas. En virtud de lo mencionado anteriormente, esta propuesta presenta una opción que

contribuye a la construcción de los conceptos fundamentales de la termodinámica de una forma práctica y llamativa para los estudiantes.

Palabras clave: aprendizaje activo, experimento, propuesta didáctica, termodinámica, trabajo colaborativo.

Abstract

This study presents a didactic proposal, based on the action research method, and using the Active Learning Methodology (ALM) as a strategy to learn fundamental knowledge about thermodynamics, in eighth grade students, through the development of experimental practices in the classroom.

This concept is conceived as the science of energy, a genre of Physics, which emerged great and significant contributions on the study and development of the universe. Through it, we can explain and comprehend many phenomena that occur in our daily life, such as the operation of air conditioning systems, why the ice melts when it is in an environment, or why a hot - air balloon flies, among others. Despite of the vast variety of examples presented in our environment, there are few didactic experiences from academic institutions, in order that the students get able to assimilate some of this knowledge. On the contrary, classwork is limited to a traditional education, putting experimental practice aside and, consequently, the inquiry, motivation and discovery that this causes, and contributes in the creation of new concepts.

In accordance with this statement, this study aims to develop a didactic unit for learning and teaching fundamental knowledge about thermodynamics with a group of eighth grade students from Colegio Cooperativo Antonio Villavicencio, whose ages range from 12 and 13 years, and belong to the second, third and fourth socio – economical status. They created four experimental activities, making use of low – cost and easy – to – find materials. Aside from these four sessions of active learning laboratory, four extra sessions were also included to enhance and consolidate the main concepts. Along the pedagogical intervention, the pupils demonstrated enthusiasm, interest, motivation, discussion of ideas and collaborative work, pointed to the construction of knowledge on thermodynamics, in a practical and attractive way for the apprentices.

Keywords: active learning, experiment, didactic proposal, thermodynamics, collaborative work.

Contenido

	Pág.
Resumen.....	V
Lista de Figuras.....	IX
Lista de tablas.....	X
Introducción.....	1
1. Objetivos.....	5
1.1 Objetivo General	5
1.2 Objetivos Específicos	5
2. Antecedentes Pedagógicos.....	6
2.1 Metodología de Aprendizaje Activo	7
3. Aspectos Disciplinarios.....	10
3.1 Temperatura.....	11
3.2 Energía Cinética Interna (Lo que los niños llaman “Calor”).....	16
3.3 Calor Específico	17
3.4 Transferencia de Calor y Equilibrio Térmico	18
3.5 Calorimetría.....	20
3.6 Áreas de Aplicación de la Termodinámica.....	21
4. Desarrollo y análisis de la Unidad Didáctica	23
5. Desarrollo y análisis de la evaluación inicial y final	48
5.1 Desarrollo y análisis de la evaluación inicial	48
5.2 Desarrollo y análisis de la evaluación final	51

5.3	Desarrollo y análisis del cuestionario adicional.....	54
6.	Conclusiones y recomendaciones	59
6.1	Conclusiones	59
6.2	Recomendaciones	60
A.	Anexo 1: Guía del docente práctica 1.....	61
B.	Anexo 2: Guía del docente práctica 2.....	65
C.	Anexo 3: Guía del docente práctica 3.....	69
D.	Anexo 4: Guía del docente práctica 4.....	72
E.	Anexo 5: Evaluación inicial y final.....	76
F.	Anexo 6: Cuestionario extra.....	81
G.	Anexo 7: Fotos de aplicación de la propuesta.....	84
	Bibliografía.....	91

Lista de figuras

	Pág.
Figura 3.1: Descripción de cómo se ven las partículas de una parte de una llave inglesa.....	12
Figura 3.2: Descripción de cómo se ven las partículas de un extracto de agua.....	12
Figura 3.3: Descripción de cómo se ven las partículas de una pequeña parte del gas helio.....	13
Figura 3.4: Agua en estado sólido (partículas muy unidas).....	13
Figura 3.5: Agua en estado gaseoso (partículas muy separadas, su energía de enlace se disipa).....	13
Figura 3.6: Mezcla de hielo, agua y sal utilizada por Daniel Fahrenheit para sus 0 grados.....	14
Figura 3.7: Extrapolación de la gráfica de presión contra temperatura propuesta por Guillaume Amontons.....	15
Figura 3.8: A principios del siglo XIX, se consideraba al calor como un fluido invisible llamado calórico que fluía de los cuerpos más calientes a los más fríos.....	16
Figura 3.9: (a) Los sistemas A y B están en contacto térmico con el sistema C, pero no entre sí. Cuando A y B están cada uno en equilibrio térmico con C, están mutuamente en equilibrio, como puede comprobarse colocándolos en contacto entre sí como se muestra en (b).....	19
Figura 3.10: Tipos de transferencia de calor: Conducción, Convección y Radiación....	20
Figura 3.11: El diseño de muchos sistemas de ingeniería, como este sistema solar para calentar agua, tiene que ver con la termodinámica.....	22
Figura 4.1: Herramienta virtual estados de agregación de la materia Educaplus.....	39
Figura 4.2: Simulador de temperatura y movimiento de las partículas Educaplus.....	40
Figura 4.3: Transferencia de energía entre dos cuerpos por medio de calor.....	43
Figura 5.1: Distribución de datos pre-test.....	50
Figura 5.2: Distribución de datos pos-test.....	53
Figura 5.3: Distribución de datos cuestionarios sesiones extra.....	56
Figura 5.4: Comparación de los tres cuestionarios realizados a los estudiantes.....	57

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3.1: Calor específico de algunas sustancias sólidas y líquidas.....	17
Tabla 5.1: Número de respuestas correctas de cada estudiante en el pre-test.....	49
Tabla 5.2: Número de respuestas correctas de cada estudiante en el pos-test.....	52
Tabla 5.3: Número de respuestas correctas de cada estudiante en el cuestionario de las sesiones extra.....	55

Introducción

La enseñanza de las ciencias naturales en los grados de sexto a noveno, en algunos casos suele ser enfocada desde la perspectiva teórica y en otros, realizando ejercicios prácticos basados en la solución de una ecuación o situación. Específicamente en la enseñanza de la física, un gran número de estudiantes no tienen claridad en algunos de los conceptos fundamentales que se imparten en la asignatura.

Se realizó una revisión bibliográfica de los libros de texto utilizados por los docentes de bachillerato en diferentes colegios de la ciudad de Villavicencio, y se encontró que muchos de ellos carecen de un desarrollo experimental, que es de gran ayuda para comprender un concepto o una idea. Por el contrario, se evidencia que en estos existen muchas definiciones de los conceptos, como si este fuese un glosario de términos, lo cual aleja la posibilidad de generar interés, creatividad y curiosidad por parte del estudiante para la interiorización de conceptos, en este caso, términos relacionados con la termodinámica. Se encontró en esta revisión que las pocas prácticas que proponen los libros de texto van encaminadas al desarrollo de la mecánica, las ondas y el electromagnetismo, dejando de lado la termodinámica y su maravilloso campo de aplicación experimental. Esta problemática no es ajena a algunas instituciones educativas de la ciudad de Villavicencio. Es por esto que el presente trabajo se desarrolló en el Colegio Cooperativo Antonio Villavicencio de la ciudad de Villavicencio, Meta, institución de índole privada a donde acuden estudiantes entre los estratos 2 y 4, quienes por medio de una encuesta no estructurada manifestaron que para el desarrollo de algunos conceptos científicos (bien sea físicos, químicos o biológicos) muchas veces los docentes simplemente se limitan a realizar la lectura de determinado libro en donde se encuentra su definición, y posteriormente, si aplica, se imparte la ecuación con la cual se podrán desarrollar problemas para la identificación de dicho concepto. Esto para muchos estudiantes resulta algo complicado y difícil de entender. Finalmente, ellos optan por memorizar las definiciones y los procesos que se deben realizar a la hora de ejecutar un

cálculo, encontrar una variable, etc., sin encontrar una relación directa entre lo que están haciendo y el mundo real.

Es por esto que sería de gran ayuda para los estudiantes realizar prácticas de laboratorio con el fin de entender la utilidad y la aplicación de los conceptos fundamentales de la termodinámica. No se necesita tener los mejores ni últimos equipos de laboratorio, ya que, como se refiere Hodson (1994) un laboratorio es aquel espacio destinado a incrementar la capacidad de aprendizaje del estudiante donde vincule directamente lo aprendido en clase con lo que pudiese pasar en el mundo real.

Según Hodson (1994) en su artículo “Investigación y Experiencias Didácticas” se puede agrupar el trabajo de laboratorio por parte de los estudiantes en cinco categorías generales:

1. Para motivar, mediante la estimulación del interés y la diversión.
2. Para enseñar las técnicas de laboratorio.
3. Para intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos.
4. Para proporcionar una idea sobre el método científico y desarrollar la habilidad en su utilización.
5. Para desarrollar determinadas “actitudes científicas” tales como la consideración con las ideas y sugerencias de otras personas, la objetividad y la buena disposición para no emitir juicios apresurados.

Estudiar termodinámica, nos permite entender y explicar el funcionamiento de bastantes sistemas de nuestra vida cotidiana, como el funcionamiento de los motores de los carros, el funcionamiento de un sistema de aire acondicionado y el almacenamiento de líquidos a altas temperaturas en un termo entre otros.

Teniendo en cuenta lo anterior, sale a la luz la pregunta: ¿Cuál puede ser una estrategia didáctica para que los estudiantes de grado octavo del Colegio Cooperativo Antonio Villavicencio comprendan los conceptos fundamentales de la termodinámica?

En cuanto a esta problemática, existen diferentes trabajos de propuestas de enseñanza-aprendizaje que se han estructurado y desarrollado para dar solución a estos problemas de aprendizaje mencionados anteriormente, producidos en su mayoría por la secuencia de una enseñanza tradicional y de transmisión vertical de conceptos. Teniendo en cuenta que el objetivo de este trabajo es desarrollar una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos fundamentales de la termodinámica utilizando

la metodología de la investigación-acción, algunos trabajos relacionados con la presente propuesta son:

- “Enseñanza de los conceptos de calor y temperatura utilizando el experimento como herramienta de cambio conceptual”¹ que busca fortalecer los preconcepciones de los estudiantes de grado octavo, por medio del desarrollo de prácticas experimentales utilizando el aprendizaje activo colaborativo.
- “Propuesta didáctica basada en la Metodología de Aprendizaje Activo, encaminada a construir el concepto de difracción partiendo de prácticas experimentales”² que presenta una propuesta didáctica para docentes de secundaria basada en la Metodología de Aprendizaje Activo, la cual, por medio de prácticas experimentales realizadas por parte de los estudiantes de grado once, encamina a la construcción del concepto de difracción, resaltando aspectos como la motivación, trabajo colaborativo, argumentación de ideas y observaciones y la construcción del concepto de una manera significativa.
- “Propuesta didáctica para la enseñanza de los conceptos fundamentales de la termodinámica”³ que trata del desarrollo de una unidad didáctica para la enseñanza de los conceptos fundamentales de la termodinámica, que incorporó las didácticas en tendencia según los gustos de los estudiantes.
- “The development of the concepts of heat and temperature in 10-13 year-olds”⁴ que muestra cómo niños entre 10 y 13 años, entienden conceptos como calor y temperatura por medio de operaciones concretas, la cual es una de las etapas del método de Piaget, el cual fue utilizado para el desarrollo de este trabajo.

¹ Muñoz Pérez, F.Y. (2013). *Enseñanza de los conceptos de calor y temperatura utilizando el experimento como herramienta de cambio conceptual*. Universidad Nacional, Bogotá, Colombia.

² Manrique Torres, C. (2012). *Propuesta didáctica basada en la Metodología de Aprendizaje Activo, encaminada a construir el concepto de difracción partiendo de prácticas experimentales*. Universidad Nacional, Bogotá, Colombia.

³ Acosta Mesa, C.A (2015). *Propuesta didáctica para la enseñanza de los conceptos fundamentales de la termodinámica*. Universidad Nacional, Bogotá, Colombia.

⁴ Shayer, Michael & Wylam Hugh (1981). *The development of the concepts of heat and temperature in 10-13 year-olds*. Tomado de:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.3660180506>

- “Teaching about heat and temperature”⁵ el cual describe el desarrollo de actividades de aula en la cual se involucran experimentos, talleres y discusiones, con el fin de desafiar la concepción errónea de algunos conceptos clave como equilibrio térmico, transferencia de energía y la capacidad de diferenciar calor y temperatura, y lograr adquirir la suficiencia para desarrollar su comprensión.

En esta línea, en el presente trabajo se elabora y desarrolla una unidad didáctica a partir del diseño e implementación de prácticas de laboratorio con materiales cotidianos y de fácil consecución, donde se evidencian claramente los conceptos fundamentales de la termodinámica y algunas aplicaciones en la vida cotidiana, usando como estrategia la Metodología de Aprendizaje Activo.

El documento se encuentra organizado de la siguiente manera: en el primer capítulo se presentan los objetivos, tanto el general como los específicos del trabajo, delimitando los alcances y productos que se desarrollaron. El segundo capítulo hace referencia a los antecedentes pedagógicos, en donde se enmarca una visión global de la política educativa colombiana, y partiendo de ésta se muestra cómo el desarrollo de una propuesta por medio de la metodología de investigación-acción y la estrategia de la metodología del aprendizaje activo puede realizar un cambio de paradigma en la educación; en especial en la enseñanza de la física. En el tercer capítulo se resumen los referentes conceptuales que hacen parte del enfoque disciplinar de los conceptos fundamentales de la termodinámica desarrollados en las actividades de la unidad didáctica. El cuarto capítulo muestra el desarrollo y análisis de cada una de las actividades ejecutadas en la unidad didáctica mediante la estrategia de metodología de aprendizaje activo y las sesiones extra que se involucraron para afianzar los conceptos básicos de la termodinámica. El quinto capítulo hace un análisis detallado de la evaluación inicial y la evaluación final, en donde se categorizan cada una de las respuestas dadas por los estudiantes utilizando análisis de diagramas de caja y bigotes y análisis cualitativos. Por último, en el sexto capítulo se describen las conclusiones generales y las recomendaciones del trabajo como fruto de la aplicación de la propuesta y la consecuente retroalimentación por parte de los estudiantes de grado octavo.

⁵ Carlton, Kevin (2000). *Teaching about heat and temperature*. Tomado de: <https://doi.org/10.1088/0031-9120/35/2/304>

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Desarrollar una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos fundamentales de la termodinámica con los estudiantes de grado octavo del Colegio Cooperativo Antonio Villavicencio, utilizando la metodología de la investigación-acción.

1.2 Objetivos Específicos

1. Identificar los conocimientos previos de los estudiantes en lo referente a los conceptos fundamentales de la termodinámica.
2. Definir aspectos teóricos, epistemológicos y didácticos de la termodinámica que permitan al estudiante identificar este fenómeno en su vida diaria.
3. Diseñar una unidad didáctica basada en la metodología de investigación-acción encaminada a la enseñanza de los conceptos fundamentales de la termodinámica.
4. Implementar la unidad didáctica diseñada con los estudiantes de grado octavo del Colegio Cooperativo Antonio Villavicencio.
5. Validar la unidad didáctica implementada y realizar los ajustes pertinentes para lograr que el estudiante alcance un buen nivel de conocimiento.

2. Antecedentes Pedagógicos

Uno de los temas más abordados en el Ministerio de Educación Nacional (MEN) es el desarrollo de la calidad educativa en las instituciones escolares. Es por esto que el ministerio ha creado desde el 2015 el día E, planteando como meta fundamental llevar a Colombia a ser el país más educado de Latinoamérica en el año 2025. En este día, se proponen escenarios de reflexión y sensibilización anuales frente a la calidad y excelencia educativa a partir de los resultados del Índice Sintético de Calidad Educativa (ISCE), los cuales constituyen una herramienta clave para el establecimiento de metas y acciones de mejoramiento. En este día, se proponen, además, estrategias para que los docentes las implementen desde el aula de clase y logren cumplir los objetivos principales de mejoramiento. Desde la asignatura de física, y teniendo en cuenta el estándar básico de competencia en Ciencias Naturales propuesto por el MEN y que relaciona la temática de este trabajo, el cual dice: “*establezco relaciones entre energía interna de un sistema termodinámico y transferencia de energía térmica, y las expreso matemáticamente*” que corresponde al derecho básico de aprendizaje (DBA) número 7, se busca orientar la enseñanza-aprendizaje de los conceptos fundamentales de la termodinámica mediante herramientas pedagógicas, que se referenciarán más adelante.

El presente trabajo presenta una propuesta basada en la investigación-acción, que según Latorre (2003) se puede considerar como un término genérico que hace referencia a una amplia gama de estrategias realizadas para mejorar el sistema educativo y social. En esta propuesta, se busca realizar una unidad didáctica con el fin de mejorar algunos vacíos que tienen los estudiantes de grado octavo a la hora de evidenciar la utilidad en la vida cotidiana de conceptos fundamentales de la termodinámica. Latorre, destaca además algunas definiciones propuestas acerca de la Investigación-acción, que se muestran a continuación.

Para Kemmis (1984) la investigación-acción no sólo se constituye como ciencia práctica y moral, sino también como ciencia crítica. Para este autor la investigación-acción es:

[..] Una forma de indagación autorreflexiva realizada por quienes participan (profesorado, alumnado, o dirección, por ejemplo) en las situaciones sociales (incluyendo las educativas) para mejorar la racionalidad y la justicia de: a) sus propias prácticas sociales o educativas; b) su comprensión sobre los mismos; y c) las situaciones e instituciones en que estas prácticas se realizan (aulas o escuelas, por ejemplo).

Lomax (1990) define la investigación-acción como «una intervención en la práctica profesional con la intención de ocasionar una mejora». La intervención se basa en la investigación debido a que implica una indagación disciplinada.

De otro lado, la investigación-acción es un proceso en el cual se debe describir, transformar, cambiar y mejorar alguna parte esencial del sistema educativo. En esta investigación se debe planificar, actuar, observar y reflexionar sobre ciertas características del estudiante, en donde al final se escribe un reporte y se hace una evaluación de los procesos realizados después de implementar la estrategia didáctica.

La estrategia utilizada para el desarrollo de esta unidad didáctica, y, dentro del marco de la investigación-acción, fue la Metodología de Aprendizaje Activo (MAA) ya que ésta aporta herramientas muy interesantes para la enseñanza-aprendizaje de la física, la cual debe ser abordada desde una perspectiva práctica con relaciones a las situaciones de la vida real, dejando de lado la enseñanza tradicional de papel y lápiz.

2.1 Metodología de Aprendizaje Activo

El objetivo general de esta propuesta es desarrollar una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos fundamentales de la termodinámica con los estudiantes de grado octavo del Colegio Cooperativo Antonio Villavicencio, utilizando la metodología de la investigación-acción, y, como herramienta la MAA, la cual comprende un conjunto de estrategias para el aprendizaje que otorgan un papel muy relevante a los alumnos. A continuación, se presenta una breve descripción de la metodología.

En esta metodología, existe un nuevo papel para los estudiantes el cual, comprende un rol activo y con responsabilidad en las diferentes fases del proceso de aprendizaje, una planificación de su tiempo e implicarse en su proceso de aprendizaje. (Carrasco, 2011).

Los alumnos y alumnas aprenden en situaciones naturales, investigando el mundo que los rodea. Luego, interactuando con los demás aprenden a utilizar el lenguaje para dar sentido a lo que han visto y comunicar lo que saben hablando o escribiendo. Los niños aprenden cuando las metas últimas son el significado y la comprensión. Aprenden al reflexionar sobre sus experiencias y al ponerlas en común y comunicarlas a los demás de infinitas formas (Schwartz, 1998).

En la elaboración de los laboratorios de esta unidad didáctica, el estudiante de grado octavo seguirá la MAA con el fin de que se cumplan los papeles mencionados anteriormente. Además él se preocupará por indagar y predecir sucesos que se evidencian en la vida cotidiana y que tienen relación directa con los conceptos fundamentales de la termodinámica.

Para la realización de las actividades que se encuentran en el marco de esta propuesta se utilizan dos tipos de estrategias: las denominadas *Clases Interactivas Demostrativas* (CID), las cuales son las que realiza el docente de manera demostrativa y se trabajó en la primera práctica (equilibrio térmico), y la otra, los *Laboratorios de Aprendizaje Activo* (LAA), en los cuales los experimentos los realizan los mismos estudiantes. De esta última se trabajó en las otras cuatro actividades. En los dos tipos de estrategias utilizadas se trabaja con materiales de bajo costo y fácil consecución, explorando los conceptos fundamentales de la termodinámica.

Los pasos que se desarrollan en la MAA son los siguientes:

- Υ **Planteamiento del problema por parte del docente:** el docente debe plantear a sus estudiantes una situación o problema de manera clara y correcta, para que ellos no posean ningún tipo de problema a la hora de plantear sus predicciones. Dependiendo si se desea fortalecer un concepto ya visto, o, si se desea ver un nuevo concepto, el planteamiento de la situación debe ser concisa, para que el estudiante pueda indagarse sobre el problema. Así mismo, éste debe propiciar al estudiante una motivación y buena actitud durante el desarrollo de la clase.

- Υ **Predicciones individuales:** partiendo de la situación propuesta por el docente, se deben plantear al estudiante una serie de preguntas (pueden ser 2 o 3) en forma de predicciones, de tal manera que se vea en la necesidad de pensar, indagarse y asociar las preguntas con sucesos de la vida cotidiana. Cada estudiante debe escribir sus predicciones en la hoja de predicciones suministrada por parte del docente, la cual será recogida al finalizar la clase. Cabe resaltar al estudiante que estas predicciones no serán evaluadas, aunque pueden tomarse como asistencia, ya que cada hoja debe tener el nombre de cada estudiante.
- Υ **Predicciones grupales:** en grupos de 3 o 4 estudiantes, se reúnen para iniciar una discusión acerca de sus predicciones individuales. Este paso es importante, ya que cada estudiante debe defender sus predicciones y así mismo aportar en el grupo para llegar a una conclusión y dar una predicción entre el equipo.
- Υ **Registro de predicciones por grupo:** en la hoja individual de predicciones, cada estudiante registra al final, la predicción a la cual llegaron como grupo de trabajo.
- Υ **Realización de la práctica:** en las prácticas demostrativas CID, el docente realiza la demostración, evidenciándose claramente los resultados. En las prácticas activas LAA, los estudiantes realizan su práctica de laboratorio, evidenciando claramente los resultados.
- Υ **Resultados y discusión:** después de la práctica, se realiza una discusión, haciendo un paralelo entre las predicciones que habían realizado, y lo que se evidenció en el experimento. Estos resultados, los estudiantes los anotan en su hoja de respuesta, para su posterior estudio.
- Υ **Extrapolación de resultados:** se realiza una discusión entre todo el salón de situaciones físicas y cotidianas que obedezcan a lo ocurrido en el experimento. Es importante que el estudiante establezca este tipo de relación para que así mismo, le quede bien claro el concepto trabajado.

El problema que plantea el docente al inicio de la sesión debe ser claro y perfectamente planeado para que, con el posterior experimento, el resultado sea contundente y confirme o refute las predicciones sin duda alguna. (Sokoloff, 2006)

3.Aspectos Disciplinarios

Desde el origen del universo, hace aproximadamente 13800 millones de años, el universo está en constante expansión. También a partir de este momento, la energía se encuentra en persistente cambio, en constante transformación. La termodinámica es la ciencia que se refiere a la totalidad de las transformaciones de la energía y cómo ésta, ocasiona cambios en el universo.

La física estudia todas las leyes de la naturaleza y del universo, y una de ellas es el principio de conservación de la energía, donde se manifiesta que la energía no se puede crear ni destruir durante una interacción. Ella cambia de una forma a otra, pero su cantidad total permanece constante (Cengel y Boles, 2009). Así como éste, se tiene también la ley cero de la termodinámica (de la cual se hablará más adelante), principios que nos dan una visión general acerca de esta ciencia conocida como termodinámica. Estos dos conceptos mencionados anteriormente son fundamentales en el marco de esta ciencia, ya que, por ejemplo, el segundo – aunque siendo su aparición y concepción un poco tardía con respecto a las tres leyes de la termodinámica – nos brinda una base para entender más ampliamente esta ciencia.

Para lograr tener una concepción general acerca de la termodinámica, se deben conocer en particular algunos conceptos fundamentales en su desarrollo. Equilibrio térmico, temperatura, calor, calor específico y calorimetría son algunas definiciones claves que el alumnado debe identificar y relacionar claramente en situaciones cotidianas para que empiece a navegar en el fascinante mundo de la termodinámica.

Es importante que los estudiantes de grado octavo logren una interpretación clara de dichos conceptos mediante las actividades que se desarrollan en este trabajo. Por ese motivo, es bastante conveniente realizar un estudio profundo y disciplinado sobre cada uno de ellos para mejorar la comprensión de los temas por parte de los estudiantes. Comprensión que es bastante importante para los alumnos, ya que la termodinámica la

vemos en la gran mayoría de actividades que realizamos en nuestro diario vivir: encender un ventilador para sentirnos un poco más “frescos”, encender un automóvil o una motocicleta y dejar “reposar” una bebida caliente antes de consumirla, para disfrutar un poco más, son algunos ejemplos en los que se puede evidenciar esta maravillosa ciencia.

3.1 Temperatura

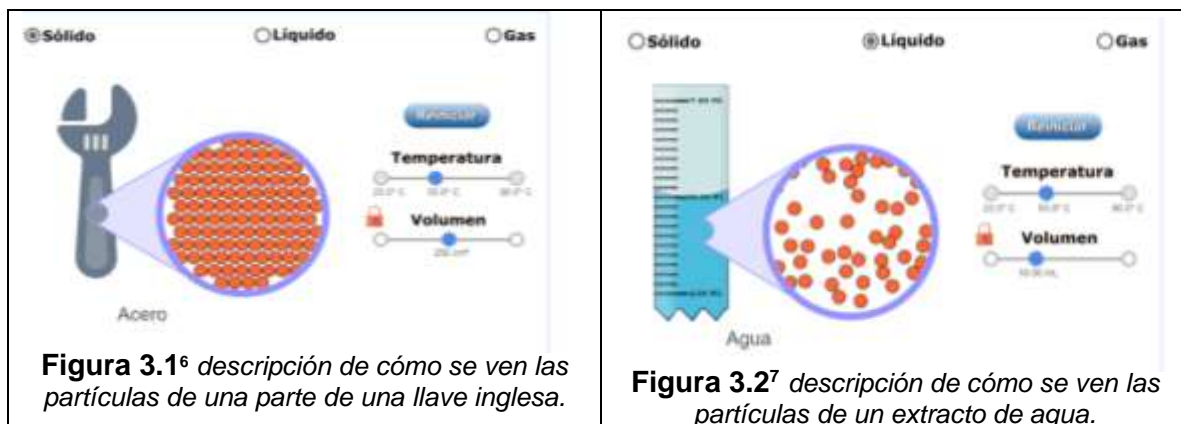
Si se toca un vaso de jugo con hielo, se tiene la sensación que el sistema está “frío”. Por otro lado, si tocamos una taza que contiene café recién preparado, se tiene la sensación que el sistema está “caliente”. Estas percepciones de calor y frío no son mediciones exactas que se puedan dar por medio del sentido del tacto. Lo que ocurre realmente es que el sistema que está “caliente” tiene una temperatura mayor al sistema que está “frío”. Pero, ¿qué es temperatura?

La temperatura está relacionada directamente con el movimiento de las partículas que componen un cuerpo, si estas, se mueven con mayor velocidad, el sistema tendrá una alta temperatura. Caso contrario, si las partículas se mueven con una velocidad más lenta, el sistema tendrá menor temperatura. Como se mencionó anteriormente, la energía siempre se encuentra en constante cambio y uno de los tipos de energía que existe en el universo es la que se encuentra relacionada con el movimiento de los cuerpos, su masa y su velocidad. Esta energía se conoce como energía cinética.

Podemos definir entonces la temperatura como la energía cinética promedio por partícula. Recordemos que el universo está compuesto por materia y la materia está compuesta por pequeñas partículas y moléculas las cuales conforman los tres estados de la materia: Sólido, Líquido y Gaseoso. Una de las características para que un cuerpo se encuentre en uno de los estados de la materia es su estructura interna y cómo se encuentran distribuidas las partículas que lo componen. En los sólidos, por ejemplo, las partículas se encuentran bastante unidas (figura 3.1) y la energía de enlace entre ellas es bastante fuerte, tanto que si aumentan su energía, su movimiento queda restringido a una vibración. En el estado líquido, la energía de enlace entre las partículas es comparable a la de su movimiento, por lo que las moléculas se enlazan y se sueltan constantemente, y el sistema como un todo mantiene un volumen fijo (figura 3.2). Finalmente, en el estado gaseoso las partículas se encuentran totalmente separadas

(figura 3.3). En este estado, el movimiento de las moléculas es mucho mayor que la atracción que puedan tener, por lo tanto su energía de enlace se pierde, haciendo que estas se muevan en cualquier dirección, llenando todo el espacio.

Sabemos que el movimiento de las moléculas no es en solo una dirección sino que este puede ser tridimensional, lo que contribuye al aumento de su energía. Esto nos indica que cada partícula tiene tres grados de libertad de traslación (se necesitan las coordenadas x , y , & z para determinar su posición). A finales del siglo XIX, el Físico austriaco Ludwig Boltzmann (1844 - 1906) realiza trabajos en mecánica estadística y relaciona la energía de cada partícula y la temperatura de un sistema por medio de un valor constante, el cual fue llamado Constante de Boltzmann (K_B), y cuyo valor es de $1,38064852 \times 10^{-23} J/K$. Para un sistema clásico en equilibrio a una temperatura T , la energía promedio por grado de libertad es de $\frac{1}{2} K_B T$. Debido a que cada partícula de un gas monoatómico (como por ejemplo el Helio) tiene tres grados de libertad como fue mencionado anteriormente, su energía promedio viene dada por: $\frac{3}{2} K_B T$.



⁶ Imagen tomada de <http://www.educaplus.org/game/estados-de-agregacion-de-la-materia>

⁷ Imagen tomada de <http://www.educaplus.org/game/estados-de-agregacion-de-la-materia>



Figura 3.3⁸ descripción de cómo se ven las partículas de una pequeña parte del gas helio.

Podemos tomar el agua (H_2O) como ejemplo para evidenciar cómo se puede transformar en cualquiera de los tres estados de la materia de acuerdo con la variación de su temperatura. Si se enfría bastante, se puede observar en estado sólido, donde sus partículas se encuentran totalmente unidas y vibran unas con otras (figura 3.4). Caso contrario, si se calienta bastante, se puede percibir que ya se encuentra en estado gaseoso (figura 3.5), donde sus partículas ya se encontrarán muy separadas debido a que su energía cinética aumentó lo suficiente para que la energía de enlace entre las partículas se desatara, y logran librarse algunas de sus partículas.

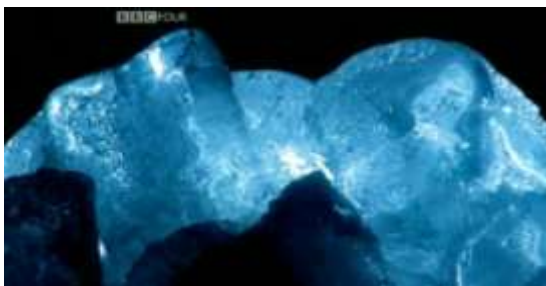


Figura 3.4⁹ agua en estado sólido (partículas muy unidas)



Figura 3.5¹⁰ agua en estado gaseoso (partículas muy separadas, su energía de enlace se disipa)

⁸ Imagen tomada de <http://www.educaplus.org/game/estados-de-agregacion-de-la-materia>

⁹ Imagen tomada de NOVA: ABSOLUTE ZERO: <https://www.youtube.com/watch?v=-DiDL0i-QPs>

¹⁰ Imagen tomada de <https://fexweb.weebly.com/estados-fiacutesicos-naturales-del-agua.html>

Para realizar una medición exacta de esta energía cinética interna que tienen los cuerpos, se tuvieron que efectuar bastantes experimentos y fallar muchas veces. Algunos científicos intentaron desarrollar termómetros de alcohol pero estos debían ser bastante largos para tener una medición medianamente precisa. No fue sino hasta mediados del siglo XVII que en Florencia los sopladores de vidrio lograron elaborar termómetros calibrados, pero todavía existía un problema: en la época, no se ponían de acuerdo para estandarizar una escala de temperatura. La primera escala de temperatura que fue acogida fue la propuesta por el Holandés Daniel Fahrenheit (1686 - 1736) quien utilizó una mezcla de hielo, agua y sal para sus 0 grados (figura 3.6), la temperatura del derretimiento del hielo en agua ocurría a los 32 grados y utilizó la temperatura del cuerpo humano (96 grados) como su punto superior. Fahrenheit logró compactar los termómetros usando mercurio en vez de alcohol, construyéndolos cada vez más pequeños, los cuales eran muy funcionales en especial para la medicina. Esto hizo que todo mundo usara sus termómetros y su escala de medida.



Figura 3.6¹¹ mezcla de hielo, agua y sal utilizada por Daniel Fahrenheit para sus 0 grados

Tiempo después, Anders Celsius (1702 - 1744), astrónomo sueco, tuvo la idea de fraccionar la escala en cien divisiones. Para Celsius, el punto de ebullición del agua era los 0 grados, mientras que el punto de congelación era de 100 grados. Su escala originalmente se encontraba invertida, y fue Carl Linnaeus (1707 - 1778) quien siendo el presidente de la Academia Sueca acabó con aquel sin sentido, invirtiendo nuevamente la escala y dejándola como hoy la conocemos: “Escala Celsius”.

¹¹ Imagen tomada de NOVA: ABSOLUTE ZERO: <https://www.youtube.com/watch?v=-DiDL0i-QPs>

En la Francia de aquella época, existió un físico experimentalista: Guillaume Amontons (1663 - 1705) quien realizaba prácticas con masas de aire calentándolas y congelándolas, con el fin de observar cómo estas se expandían y encogían. Amontons, enfrió bastante una de sus muestras y observó cómo su temperatura y su presión descendían radicalmente. A partir de allí, Guillaume se preguntó: “¿Qué podrá pasar si se siguiera enfriando?” Para responder esta pregunta, Amontons graficó la presión versus la temperatura (figura 3.7) y extrapoló esta línea recta hasta llegar a una presión 0 y temperatura 0. Esta idea fue revolucionaria en la época e hizo pensar a muchos en que existía un límite inferior de temperatura “**cero absoluto**”, y así mismo que la temperatura no tenía un límite superior y que podía seguir aumentando sin ningún impedimento. Amontons intentó realizar el cálculo para identificar ese punto cero, pero desafortunadamente no logró encontrarlo; tiempo después se identificó que este punto estaba cerca a los -273°C , valor que se acepta como un aproximado al modelo actual el cual se encuentra en los $-273,15^{\circ}\text{C}$.



Figura 3.7¹² *extrapolación de la gráfica de presión contra temperatura propuesta por Guillaume Amontons.*

La ley cero de la termodinámica nos posibilita tener una forma exacta de medir dicha energía al poner en contacto el objeto a ser medido (la taza de café caliente por ejemplo) con un termómetro, el cual se calentará, mientras que el café se enfriará un poco. Después de un tiempo las propiedades de ambos objetos se equilibran térmicamente, y así, se podrá hacer lectura de la temperatura.

¹² Imagen tomada de NOVA: ABSOLUTE ZERO: <https://www.youtube.com/watch?v=-DiDL0i-QPs>

Para la elaboración de las actividades de este trabajo se utilizó la escala de temperatura Celsius, la cual tiene el punto de fusión del agua a los 0°C y el punto de ebullición del mismo a los 100°C.

3.2 Energía Cinética Interna (Lo que los niños llaman “Calor”)

A nivel histórico, se han tenido diversas ideas e interpretaciones acerca de este concepto. En el siglo XVII algunos científicos, como Amontons, asociaban que el calor era una forma de movimiento, y que las partículas se movían cada vez más cerca cuando el cuerpo se hacía más frío. Poco después, a finales del siglo XVIII, se consideró una teoría revolucionaria, pero equivocada, conocida como: la *teoría del calórico* (figura 3.8) y cuyo máximo representante era el químico Francés Antoine Lavoisier (1743 - 1794) quien manifestaba que el calor era una sustancia incolora, inodora y sin peso que fluía a través de dos cuerpos que se encontraban en equilibrio térmico. Esta consideración se da debido a que la cantidad de calor que sale de un cuerpo es igual a la que entra en el otro para equilibrarse térmicamente. Muchas personas pusieron en tela de juicio esta teoría, pero fueron Benjamín Thompson (conde Rumford) y Sir James Joule (1818 - 1889) quienes por medio de experimentos acabaron con esta teoría del “calórico”.



Figura 3.8¹³ a principios del siglo XIX, se consideraba al calor como un fluido invisible llamado calórico que fluía de los cuerpos más calientes a los más fríos.

¹³ Imagen tomada de Cengel, Yunes. & Boles, Michael. (2009). *Termodinámica*. Séptima edición. México: McGraw - Hill. p. 61

3.3 Calor Específico

Es una propiedad física que se entiende como la cantidad de calor que se debe suministrar a un gramo de determinado material para que su temperatura se eleve en un grado Celsius. Dicho material puede encontrarse en cualquier estado (sólido, líquido y gaseoso) y su valor depende de factores como la temperatura y la masa, entre otros. Teniendo en cuenta que en este trabajo se están utilizando el grado Celsius ($^{\circ}\text{C}$) y la caloría (cal) como unidades de medida para la temperatura y cantidad de calor respectivamente, la unidad de medida trabajada para identificar el calor específico es la caloría sobre gramo por grado Celsius ($\text{cal}/\text{g } ^{\circ}\text{C}$).

Para determinar la cantidad de calor que se debe suministrar a un cuerpo para que su temperatura aumente, se deben considerar tres magnitudes físicas: la masa del cuerpo (m), el calor específico del material (c_e) y la variación de la temperatura de este (ΔT). Y la ecuación utilizada para este cálculo es (Young y Freedman, 2009, p. 583)

$$Q = mc_e\Delta T \quad (3.1)$$

Para diferentes sustancias sólidas, líquidas y gaseosas se tienen diferentes calores específicos. (Tabla 3.1). Estos valores se tienen en ($\text{cal}/\text{g } ^{\circ}\text{C}$) y ($\text{J}/\text{Kg } ^{\circ}\text{C}$)

Sustancia	$c \left[\text{cal}/\text{g } ^{\circ}\text{C} \right]$	$c \left[\text{J}/\text{Kg } ^{\circ}\text{C} \right]$
Agua	1	4180
Aluminio	0,212	886
Cobre	0,094	393
Hierro	0,115	481
Mercurio	0,033	138
Plata	0,056	234
Vidrio	0,199	832
Plomo	0,031	130
Hielo	0,550	2299

Tabla 3.1 Calor específico de algunas sustancias sólidas y líquidas.

3.4 Transferencia de Calor y Equilibrio Térmico

Para muchas personas es muy grato beberse una taza de café caliente para comenzar el día, es una experiencia muy común, y en algunos casos suele colocarse la taza de café sobre un soporte mientras este se “enfriá un poco”, es decir, mientras disminuye su temperatura. Es claro que la taza de café, al ponerse en contacto con el ambiente, disminuirá su temperatura mientras transcurre el tiempo. Es más, si se deja dicha bebida durante un largo tiempo (más de 20 minutos aproximadamente), esta alcanzará la misma temperatura del ambiente. El sistema taza de café – ambiente se encuentran en equilibrio y la interacción entre ellos ya no causará ningún cambio observable en el sistema. En este punto se dice que el sistema se encuentra en **Equilibrio Térmico**. Es decir, que el café caliente le transfirió calor al ambiente por medio de una diferencia de temperatura, y el ambiente absorbió dicho calor

Este no es el único ejemplo donde se puede evidenciar del equilibrio térmico. En la vida cotidiana se tienen miles de experiencias en las cuales se puede identificar este concepto. Otra de ellas es encontrarse en un día caluroso y tomar un vaso de jugo con hielo. En este caso, la transferencia de calor se evidencia del ambiente a la bebida y no como el ejemplo anterior.

Existe una propiedad muy importante dentro del equilibrio térmico donde se sugieren tres cuerpos, A, B y C, donde A se encuentra en contacto con C pero no con B y B se encuentra en contacto con C y no con A. Si A y B se encuentran en equilibrio térmico con C respectivamente, se dice entonces que A y B se encuentran en equilibrio térmico (figura 3.9). A esta propiedad se le conoce como la Ley Cero de la Termodinámica. *“La importancia de esta ley se reconoció sólo después de nombrarse la primera, segunda y tercera leyes de la termodinámica. Dado que es fundamental para todas ellas, el nombre “cero” pareció adecuado.”* (Young y Freedman, 2009)

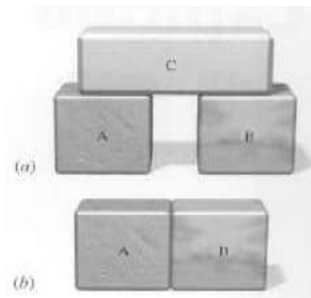


Figura 3.9¹⁴ (a) Los sistemas A y B están en contacto térmico con el sistema C, pero no entre sí. Cuando A y B están cada uno en equilibrio térmico con C, están mutuamente en equilibrio, como puede comprobarse colocándolos en contacto entre sí como se muestra en (b).

El calor es el tránsito de energía que ocurre entre dos cuerpos por medio de una diferencia de temperaturas; cuando estos alcanzan la igualdad térmica, no habrá más flujo de energía, por tanto, no habrá calor. Con base en lo anterior, se podría afirmar que cuando hay equilibrio térmico en un sistema, no existirá transferencia de energía: no existe el calor. Entonces, se puede deducir que los cuerpos no poseen calor; pueden aumentar su temperatura por medio del calor, pero no poseen esta propiedad.

La anterior definición tiene cabida en la termodinámica clásica, que trata de las estructuras macroscópicas de los cuerpos. Hablando microscópicamente, se deben considerar variables estadísticas que influyen dentro del proceso de transferencia de energía y que, en algunas ocasiones se pueden confundir con *trabajo*. Se puede definir el calor como “*la transferencia de energía en y desordenada*” (González, 2003) o bien, como lo discute Muñoz, José en sus clases de Enseñanza de la Mecánica y Física Térmica de la Universidad Nacional de Colombia el calor es el “*trabajo invisible: la energía promedio que se le da a un sistema, cambiando las posiciones o velocidades de las moléculas que no estamos mirando, es decir, realizando un trabajo que no sabemos con precisión cómo se hace, pero que podemos describir de manera probabilística*”.

Existen tres tipos de transferencia de calor: por conducción, por convección y por radiación. La conducción es la transferencia de energía por medio de contacto directo entre dos cuerpos. El cuerpo con partículas más energéticas golpea las partículas del

¹⁴ Imagen tomada de Tipler, Paul & Mosca, Gene (2003). Física para la Ciencia y Tecnología. p. 496.

cuerpo con partículas menos energéticas. La conducción suele ocurrir principalmente en los sólidos cuando hay una vibración de las partículas de los cuerpos en estudio, aunque también sucede en los líquidos o gases. Sin embargo, en estos casos ocurre cuando chocan las moléculas debido a su movimiento aleatorio. La convección es la transferencia de energía de una región a otra porque las moléculas se mueven de una región a otra. Por último, la radiación es la transferencia de energía por medio de ondas electromagnéticas. En este caso, no hay necesidad de un medio para que suceda la transferencia, y esta ocurre a la velocidad de la luz. Tampoco hay contacto entre los cuerpos. En la figura 3.10, se resumen los tres tipos de transferencia de calor:

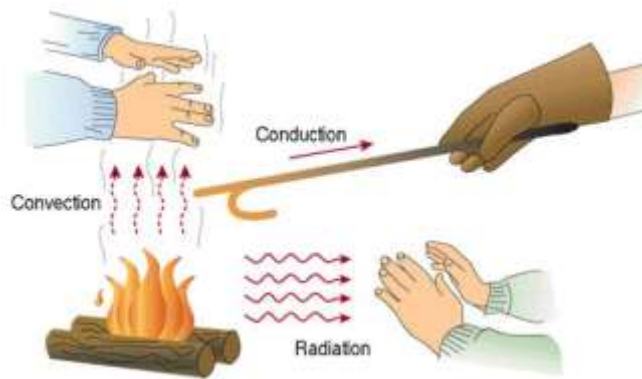


Figura 3.10¹⁵ tipos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación.

El símbolo que se utilizará en la aplicación de este trabajo para la cantidad de calor es (Q) y la unidad de medida: la caloría (cal) que es la cantidad de calor que se debe suministrar a un gramo de agua para que su temperatura aumente en un grado Celsius.

3.5 Calorimetría

Para medir la cantidad de calor que un cuerpo ha absorbido o que un cuerpo ha cedido, se debe utilizar un instrumento adecuado para dicha medición. El calorímetro es el implemento diseñado para realizar mencionado cálculo. Un instrumento que se encuentra aislado totalmente del exterior por medio de sus paredes y su tapa.

¹⁵ Imagen tomada de <https://nergiza.com/radiacion-conduccion-y-conveccion-tres-formas-de-transferencia-de-calor/>

La calorimetría es, sencillamente, la medida del calor que se transfiere entre dos cuerpos por medio de un calorímetro. Se puede realizar una experiencia sencilla para determinar la cantidad de energía que nos transfiere una muestra de alimento, poniendo el alimento justo debajo de un calorímetro con agua en su interior y temperatura conocida y quemándolo hasta que se incinere. Posteriormente, se realiza la medición de la nueva temperatura del agua contenida en el calorímetro y, por medio de la ecuación (3.1), se realiza el cálculo de la cantidad de calor que puede suministrar la muestra de alimento en nuestro organismo (Práctica 4 Laboratorio de Aprendizaje Activo).

3.6 Áreas de Aplicación de la Termodinámica

Todo lo que ocurre en el universo y a nuestro alrededor tiene que ver con el cambio, con la transformación de la energía, desde los fenómenos más majestuosos y cósmicos que ocurren en el universo, como el nacimiento o la muerte de una estrella, hasta los fenómenos más llamativos en nuestro mundo, como ver hormigas cargando hojas que en ocasiones cuadruplican su tamaño. Es por eso, que se puede decir que la termodinámica está desde el inicio del universo y estará hasta su fin y es inimaginable pensar en una ciencia que no se relacione, o en donde no se vea un vínculo estrecho con la termodinámica.

Áreas como la biología y el estudio del cuerpo humano, la química y el estudio de las composiciones de los elementos que constituyen un cuerpo y la ingeniería entre otras utilizan la energía y sus diferentes tipos de transformación para sostener sus postulados, teorías y sus leyes.

En el lugar en el que habitamos por ejemplo, podemos encontrar muchos aparatos o inclusive, momentos relacionados con la termodinámica (figura 3.11). Desde la experiencia mañanera con la taza de café caliente hasta electrodomésticos que son del uso común como la estufa, el aire acondicionado o el ventilador, la plancha y el horno microondas utilizan los principios de la termodinámica, una ciencia maravillosa a la cual estamos expuestos en nuestro día a día.



Figura 3.11¹⁶ El diseño de muchos sistemas de ingeniería, como este sistema solar para calentar agua, tiene que ver con la termodinámica.

¹⁶ Imagen tomada de Cengel Yunes & Boles Michael (2009). Termodinámica séptima edición. p. 3.

4. Desarrollo y análisis de la Unidad Didáctica

A continuación se presentan las cuatro prácticas experimentales, y las otras cuatro sesiones de afianzamiento y refuerzo desarrolladas por los estudiantes de grado octavo de la institución educativa Colegio Cooperativo Antonio Villavicencio para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos fundamentales de la termodinámica siguiendo el modelo de laboratorio de aprendizaje activo, el trabajo colaborativo, el aprendizaje significativo y la investigación-acción.

Práctica 1. UNIENDO TEMPERATURAS

OBJETIVO: Identificar el concepto de equilibrio térmico entre dos cuerpos a diferentes temperaturas.

Práctica 2. TEMPERATURA Y CALOR

OBJETIVO: Relacionar los conceptos de temperatura, calor y equilibrio térmico.

Práctica 3. EXPLOTANDO GLOBOS

OBJETIVO: Identificar experimentalmente el concepto de calor específico, viéndolo como una propiedad física de cada sustancia.

Práctica 4. ¡A MEDIR CALORÍAS!

OBJETIVO: Aproximar experimentalmente la cantidad de calorías que contiene una muestra de alimento y evidenciar cómo se puede medir dicha cantidad.

COLEGIO COOPERATIVO ANTONIO VILLAVICENCIO
ASIGNATURA PRE-FÍSICA
LABORATORIO DE APRENDIZAJE ACTIVO
UNIENDO TEMPERATURAS
Guía de Trabajo N° 1

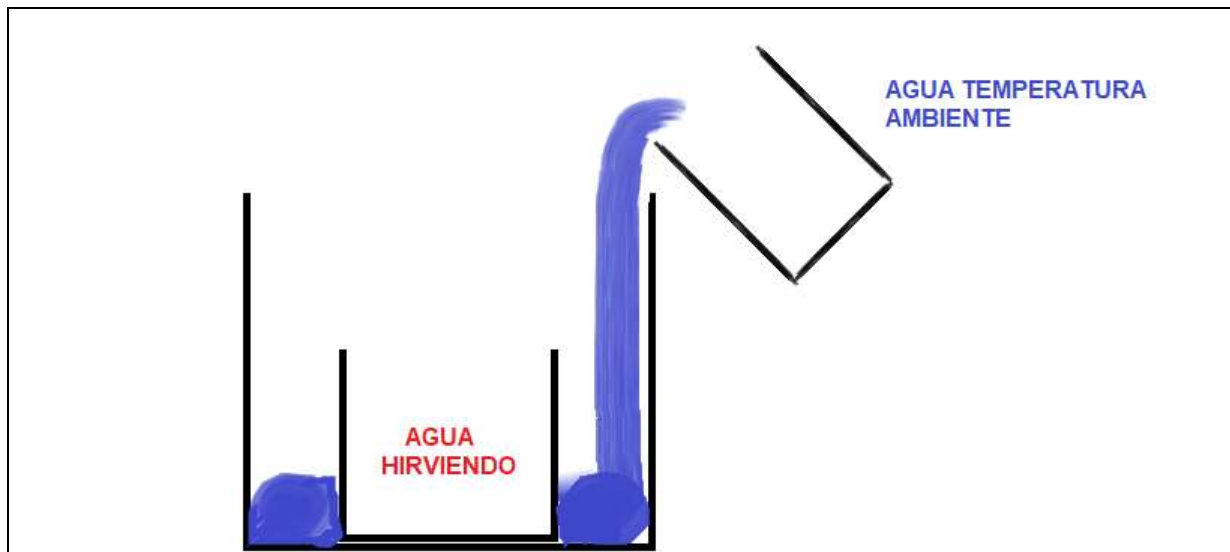


Instrucciones: esta hoja será recogida en cualquier momento por el profesor. Escriban el nombre de los integrantes del grupo para registrar la asistencia y la participación en la práctica. Tenga en cuenta que las predicciones no serán tenidas en cuenta para la evaluación. Siga las instrucciones del docente.

Nombres: _____ Grado: _____ Fecha: _____

Descripción del problema:

Un vaso de vidrio con agua hirviendo se coloca en el fondo de un recipiente de mayor capacidad. Posteriormente se vierte la misma cantidad de agua pero a temperatura ambiente de manera que el vaso con agua caliente quede inmerso en ella. El agua caliente nunca se combina con el agua a temperatura ambiente (ver figura)



Predicciones individuales:

Responde en tu cuaderno de pre-física las siguientes predicciones. Para ello tienes 5 minutos.

Predicción 1:

¿Qué crees que sucederá con el agua que inicialmente se encontraba a temperatura ambiente a medida que transcurre el tiempo?

Predicción 2:

¿Qué crees que sucederá con el agua que inicialmente se encontraba caliente a medida que transcurre el tiempo?

Predicción 3:

Al cabo de 15 minutos ¿Cuál crees que será la diferencia de temperatura entre el agua en cada uno de los recipientes?

Predicciones grupales:

Reúnete con algunos compañeros en grupos de 3 y discutan las respuestas de cada uno dadas a las predicciones planteadas, y concluyan una predicción grupal en la hoja de respuestas. (10 minutos)

Predicción 1:

Predicción 2:

Predicción 3:

Desarrollo de la práctica:**Materiales:**

- Un recipiente de vidrio de 500mL
- Un vaso pequeño de vidrio con 100mL de agua a temperatura ambiente (28°C)
- Un vaso pequeño de vidrio con 100mL de agua recién hervida (entre 80°C y 90°C)
- Dos termómetros.

Se coloca el vaso que contiene el agua recién hervida en el fondo del recipiente de 500mL y se introducirá un termómetro. Posteriormente, se verterá el agua a temperatura ambiente en el recipiente de 500mL de manera que rodee el vaso con agua a mayor temperatura. En este montaje, también se introducirá un termómetro. Finalmente, se mide la temperatura de cada sistema en intervalos de un minuto y se registran los datos en la siguiente tabla:

TIEMPO	TEMPERATURA (AGUA CONTENIDA EN EL VASO DE 100ML)	TEMPERATURA (AGUA QUE RODEA EL VASO DE 100ML)
INICIAL		
1 MINUTO		
2 MINUTOS		
3 MINUTOS		
4 MINUTOS		
5 MINUTOS		
6 MINUTOS		
7 MINUTOS		
8 MINUTOS		
9 MINUTOS		
10 MINUTOS		
11 MINUTOS		
12 MINUTOS		
13 MINUTOS		
14 MINUTOS		
15 MINUTOS		

Resultados y discusión:

En esta parte, comparen sus predicciones con lo ocurrido en la práctica. (15 minutos)

1. ¿Qué ocurrió con el agua que inicialmente se encontraba a temperatura ambiente a medida que avanzó el tiempo?

2. ¿Qué ocurrió con el agua que inicialmente se encontraba caliente a medida que avanzó el tiempo?

3. Al cabo de 15 minutos ¿Cuál fue la diferencia de temperatura entre los dos sistemas?

4. ¿Consideran que se calienta el agua fría o se enfría el agua caliente?

5. ¿Consideran que las temperaturas de ambos sistemas se igualarán? ¿Por qué?

6. Piensen en 2 ejemplos de la vida cotidiana donde se evidencie lo realizado en la práctica (realicen un dibujo donde se represente los ejemplos)

COLEGIO COOPERATIVO ANTONIO VILLAVICENCIO
ASIGNATURA PRE-FÍSICA
LABORATORIO DE APRENDIZAJE ACTIVO
TEMPERATURA Y CALOR
Guía de Trabajo N° 2

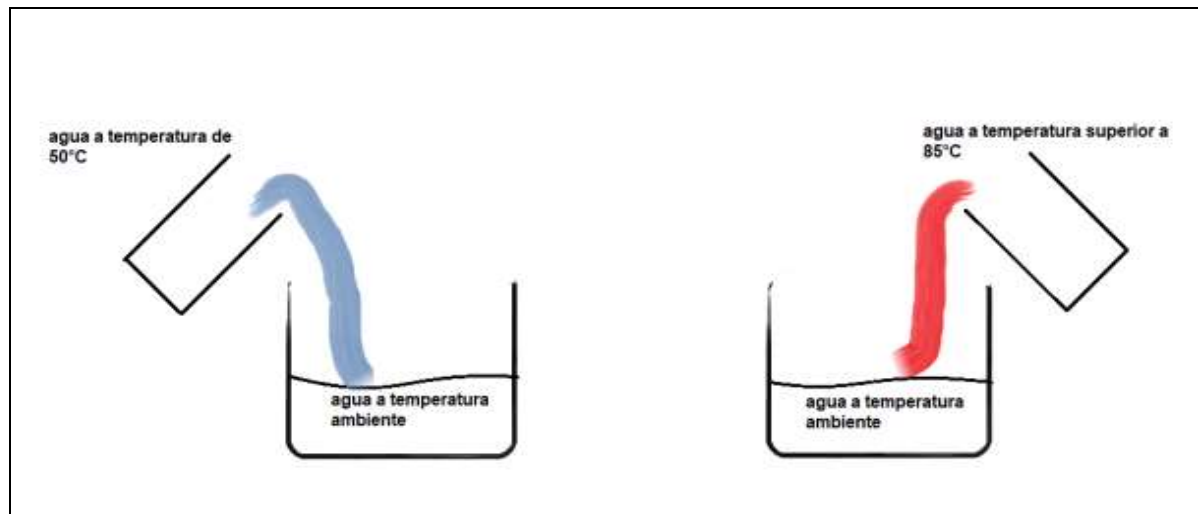


Instrucciones: esta hoja será recogida en cualquier momento por el profesor. Escriban el nombre de los integrantes del grupo para registrar la asistencia y la participación en la práctica. Tenga en cuenta que las predicciones no serán tenidas en cuenta para la evaluación. Siga las instrucciones del docente.

Nombres: _____ Grado: _____ Fecha: _____

Descripción del problema:

Se tiene en dos recipientes (A y B), igual cantidad de agua a temperatura ambiente. Luego en el recipiente A se introduce una dosis de agua igual a la inicial a una temperatura de 50°C y simultáneamente en el recipiente B se introduce la misma cantidad de agua igual a la anterior pero a una temperatura superior a los 85°C . (Ver figura)



Predicciones individuales:

Responde en tu cuaderno de pre-física las siguientes predicciones. Para ello tienes 5 minutos.

Predicción 1:

¿Qué crees que pasará con la temperatura del agua en el recipiente A?

Predicción 2:

¿Qué crees que sucederá con la temperatura del agua en el recipiente B?

Predicción 3:

Después de 5 minutos ¿Cuál crees que será la diferencia de temperatura entre el agua en el recipiente A y el agua en el recipiente B?

Predicciones grupales:

Reúnete con algunos compañeros en grupos de 3 y discutan las respuestas de cada uno dadas a las predicciones planteadas, y concluyan una predicción grupal en la hoja de respuestas. (10 minutos)

Predicción 1:

Predicción 2:

Predicción 3:

Desarrollo de la práctica

Para esta actividad será necesario que dos estudiantes realicen el experimento, mientras que el otro se encargará de llevar el registro de todo lo trabajado (información obtenida, datos, discusión y conclusiones)

Materiales:

- Dos recipientes de 500mL con 200mL de agua a temperatura ambiente (28°C)
- Un recipiente con 200mL de agua a 50°C
- Un recipiente con 200mL de agua a alta temperatura (superior a 85°C)
- Dos termómetros

Se tienen dos recipientes (A y B) de 500mL, cada uno con una cantidad de agua de 200mL a temperatura ambiente (28°C). Aparte, se tiene un vaso con 200mL de agua a temperatura de 50°C y otro con la misma cantidad de agua a una temperatura mayor de 85°C. Posteriormente, en uno de los recipientes se introduce el agua a 50°C y en el otro el agua a más de 85°C (el agua a temperatura de 50°C en el recipiente A y el agua a temperatura superior a los 85°C en el recipiente B). Finalmente, se incluye un termómetro en cada uno de los sistemas y se registra la temperatura de cada recipiente en la siguiente tabla:

TIEMPO	TEMPERATURA RECIPIENTE A	TEMPERATURA RECIPIENTE B
INICIAL		
1 MINUTO		
2 MINUTOS		
3 MINUTOS		
4 MINUTOS		
5 MINUTOS		

Resultados y discusión:

En esta parte, comparen sus predicciones con lo ocurrido en la práctica. (15 minutos)

1. ¿Qué ocurrió con la temperatura de la combinación del recipiente A?

2. ¿Qué ocurrió con la temperatura de la combinación del recipiente B?

3. Después de 5 minutos ¿Cuál fue la diferencia de temperatura entre el recipiente A y el recipiente B?

4. ¿A qué crees que se debe el cambio en la temperatura del agua en cada recipiente?

5. En cada uno de los recipientes (el A y el B) después de realizar la combinación, y al cabo de unos minutos se llega al equilibrio térmico ¿Cuál creen que es la razón por la cual en un recipiente hay mayor temperatura que en otro?

COLEGIO COOPERATIVO ANTONIO VILLAVICENCIO
ASIGNATURA PRE-FÍSICA
LABORATORIO DE APRENDIZAJE ACTIVO
EXPLOTANDO GLOBOS
Guía de Trabajo N° 3

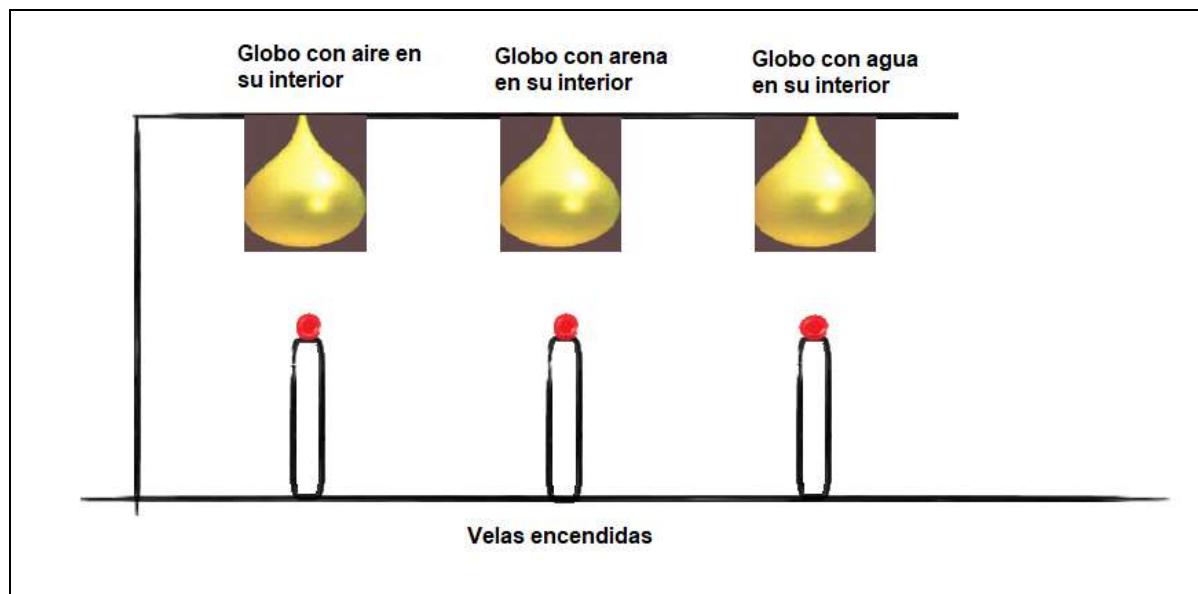


Instrucciones: esta hoja será recogida en cualquier momento por el profesor. Escriban el nombre de los integrantes del grupo para registrar la asistencia y la participación en la práctica. Tenga en cuenta que las predicciones no serán tenidas en cuenta para la evaluación. Siga las instrucciones del docente.

Nombres: _____ Grado: _____ Fecha: _____

Descripción del problema:

Se ubican tres globos en un soporte, uno seguido de otro, de tal forma que uno se encuentre con sólo aire en su interior, el otro se encuentre con arena en su interior y el último tenga agua en su interior. En la parte de abajo de cada globo se ubica una vela la cual será encendida al mismo tiempo que las demás. Ten precaución a la hora de manipular la candela. (Ver figura)



Predicciones individuales:

Responde en tu cuaderno de pre-física las siguientes predicciones. Para ello tienes 5 minutos.

Predicción 1:

¿Cuál de los tres globos crees que se reventará primero? (apóyate en un esquema para tu predicción y justifica)

Predicción 2:

¿Cuál de los tres globos crees que se reventará por último? (apóyate en un esquema para tu predicción y justifica)

Predicciones grupales:

Reúnete con algunos compañeros en grupos de 3 y discutan las respuestas de cada uno dadas a las predicciones planteadas, y concluyan una predicción grupal en la hoja de respuestas. Además, realicen un esquema que apoye la predicción grupal. (10 minutos)

Predicción 1:

Predicción 2:

Desarrollo de la práctica

Para esta actividad será necesario que dos estudiantes realicen el experimento, mientras que el otro se encargará de llevar el registro de todo lo trabajado (información obtenida, datos, discusión y conclusiones)

Materiales:

- 3 globos.
- 1 soporte.
- 3 velas.
- Agua.
- Arena.
- 1 encendedor

Se ubican los tres globos en el soporte, cada uno distribuido con su elemento en su interior. Posteriormente, se ubican las velas cada una debajo de un globo respectivo. Finalmente se encienden las velas al mismo tiempo y se esperan los resultados.

Resultados y discusión:

En esta parte, comparen sus predicciones con lo ocurrido en la práctica. (15 minutos)

1. ¿Cuál de los tres globos se reventó primero?

2. ¿Cuál de los tres globos se reventó por último?

3. ¿Por qué creen que se dieron los resultados vistos en la práctica?

4. ¿Qué relación consideran que existe entre el material que contenía cada globo y el tiempo en reventarse?

5. ¿Creen que cada material tiene una propiedad que relaciona su estructura con el aumento de su temperatura? Si la respuesta es afirmativa, ¿Cuál consideran que pueda ser esa propiedad?

COLEGIO COOPERATIVO ANTONIO VILLAVICENCIO
ASIGNATURA PRE-FÍSICA
LABORATORIO DE APRENDIZAJE ACTIVO
¡A MEDIR CALORÍAS!
Guía de Trabajo N° 4

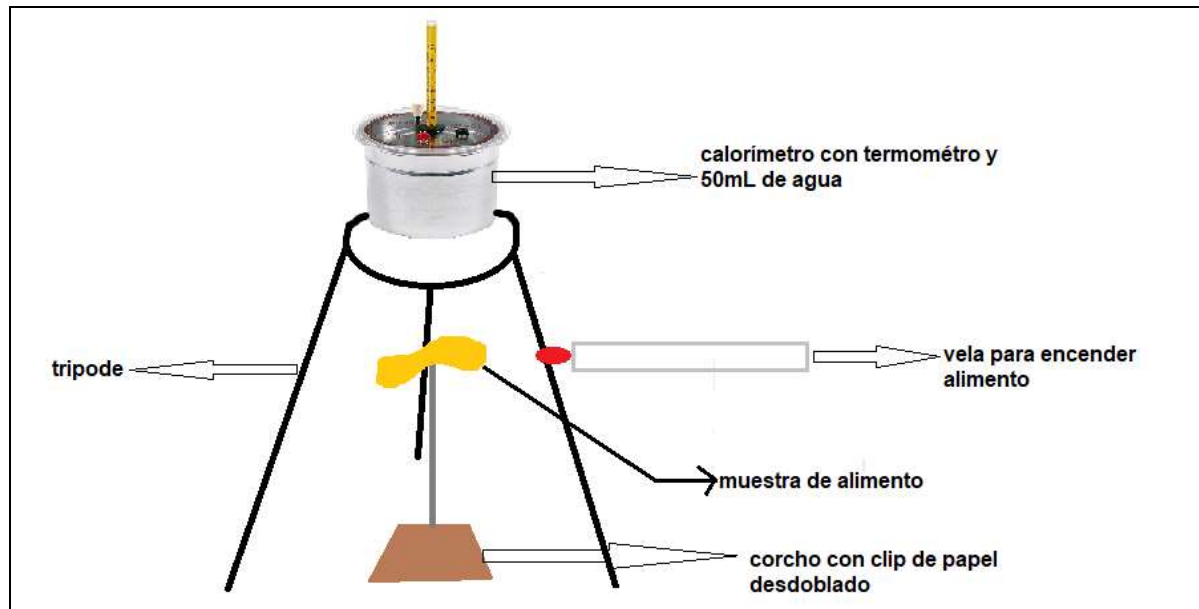


Instrucciones: esta hoja será recogida en cualquier momento por el profesor. Escriban el nombre de los integrantes del grupo para registrar la asistencia y la participación en la práctica. Tenga en cuenta que las predicciones no serán tenidas en cuenta para la evaluación. Siga las instrucciones del docente.

Nombres: _____ Grado: _____ Fecha: _____

Descripción del problema:

Se tiene un calorímetro con un termómetro en su interior, el cual se encuentra sobre un soporte y contiene 50mL de agua a temperatura ambiente. Bajo éste, hay un clip de papel, que se desdobló previamente y que se encuentra sostenido en un corcho para tener firmeza. En uno de los extremos del clip (el que no se encuentra en el corcho), se inserta una muestra de comida empaquetada (puede ser un chito, una galleta, un dorito o una papa entre otros). Posteriormente, con una vela se enciende el trozo de comida hasta que se incinere totalmente. Finalmente, se agita el calorímetro y se revisa la nueva temperatura del agua contenida en el calorímetro. (Ver figura)



Predicciones individuales:

Responde en tu cuaderno de pre-física las siguientes predicciones. Para ello tienes 5 minutos.

Predicción 1:

¿Cuál crees que pueda ser la nueva temperatura del agua contenida en el calorímetro después de que se haya consumido totalmente la muestra de comida?

Predicción 2:

¿Cuál consideras que puede ser la cantidad de calorías que tiene tu muestra de comida?

Predicciones grupales:

Reúnete con algunos compañeros en grupos de 3 y discutan las respuestas de cada uno dadas a las predicciones planteadas, y concluyan una predicción grupal en la hoja de respuestas. (10 minutos)

Predicción 1:

Predicción 2:

Desarrollo de la práctica

Para esta actividad será necesario que dos estudiantes realicen el experimento, mientras que el otro se encargará de llevar el registro de todo lo trabajado (información obtenida, datos, discusión y conclusiones)

Materiales:

- 1 calorímetro
- 1 muestra de comida
- 1 corcho
- 1 clip de papel
- 1 termómetro
- Agua
- 1 vela encendida
- 1 trípode

Vierte 50mL de agua a temperatura ambiente en el calorímetro e ingresa el termómetro. Registra la temperatura del agua contenida dentro del calorímetro. Desdobra el clip de papel dejándolo totalmente recto e inserta uno de sus extremos en el corcho, de tal forma que pueda mantenerse de pie con la punta del clip hacia arriba. Cuidadosamente, coloca el trozo de comida en el extremo del clip que no está en el corcho y posteriormente con la vela encendida, prende la muestra de comida. A continuación, pon el calorímetro sobre el trípode el cual se encuentra sobre la muestra de comida. Para finalizar, espera que la muestra de comida se queme por completo y con mucha precaución, revuelve el agua que se encuentra dentro del calorímetro y registra la nueva temperatura.

Resultados y discusión:

En esta parte, comparen sus predicciones con lo ocurrido en la práctica. (15 minutos)

1. ¿Cuál fue la nueva temperatura del agua contenida en el calorímetro después de que se haya consumido totalmente la muestra de comida?

2. ¿Cuál fue la variación de temperatura del agua contenida en el calorímetro?

3. ¿Qué realizó el alimento incinerado al agua contenida en el calorímetro?

4. Usando la ecuación: $Q = m * c_e * \Delta T$ y teniendo en cuenta que la masa de agua utilizada fue de 50g y el calor específico del agua es de $1 \frac{cal}{g^{\circ}C}$, determina la cantidad de calorías que poseía tu trozo de comida.

5. ¿Cuál es la diferencia entre el valor de las calorías determinadas experimentalmente con el que proporciona el paquete donde estaban?

A continuación se muestra la secuencia de las cuatro sesiones adicionales (actividades de aula), con el fin de incluir y revalidar los conceptos de temperatura, calor y formas de transferencia de calor.

CLASE UNO: EL CONCEPTO DE TEMPERATURA.

Para el desarrollo de la clase del concepto de temperatura, se realiza una lluvia de ideas por parte de los estudiantes donde ellos indiquen qué entienden por este concepto y qué relación o diferencia creen que tiene con el concepto de calor. Con ayuda del docente, se busca que los chicos lleguen a la idea que todo el universo está compuesto por materia y esta, a su vez, está compuesta por moléculas las cuales conforman los estados de la materia: sólido, líquido y gaseoso. Se hace un conversatorio con los alumnos, identificando las características de dichos estados, la energía de enlace existente entre las partículas de cada estado y proponiendo algunos ejemplos de los estados de la materia en la vida real. Para finalizar esta pequeña actividad se proyecta el video de estados de la materia¹⁷ el cual brinda un resumen de lo desarrollado anteriormente. (20 minutos)

Se hace uso de la herramienta virtual de Educaplus¹⁸ de los estados de agregación de la materia (figura 4.1) donde se evidencia claramente por medio de ejemplos, los estados de la materia y la composición molecular de cada uno de ellos. En esta herramienta se ejemplifica el estado sólido con una llave inglesa de acero, el estado líquido con agua y el estado gaseoso con un globo el cual contiene helio en su interior. (15 minutos)



Figura 4.1¹⁹ herramienta virtual estados de agregación de la materia educaplus.

¹⁷ https://www.youtube.com/watch?v=8H_F1GVIC2M

¹⁸ <http://www.educaplus.org/game/estados-de-agregacion-de-la-materia>

¹⁹ Imagen tomada de <http://www.educaplus.org/game/estados-de-agregacion-de-la-materia>

Después de manipular y practicar con la herramienta de agregación de estados de la materia, se proyecta el video del mundo de Beackman²⁰, con el fin de mostrar el concepto de termodinámica y de temperatura. Luego, se hace una explicación magistral teniendo en cuenta algunas ideas del video y algunas otras que ya están percibiendo los estudiantes. Se busca que los alumnos relacionen la temperatura con el movimiento de las partículas que constituyen un cuerpo, y así llevarlos a la concepción que existe una energía que está ligada con el movimiento y la velocidad de las cosas: la *energía cinética*.

Finalmente, se concluye que: **“La temperatura es una medida de la energía cinética promedio de las partículas que constituyen un cuerpo”**. (30 minutos)

Luego se procede a realizar una simulación virtual de educaplus de temperatura y movimiento de las partículas. Un juego en el cual los estudiantes pueden practicar variando la temperatura de algunos elementos y observando con detalle cómo el movimiento de las partículas que lo componen va creciendo gradualmente. En este momento, el alumno relaciona claramente la temperatura con el movimiento de las partículas. Además de esto, en este simulador se puede observar una gráfica donde se evidencia cómo la velocidad de las partículas aumenta o disminuye dependiendo de la manipulación de la temperatura (figura 4.2). (20 minutos)



Figura 4.2²¹ simulador de temperatura y movimiento de las partículas educaplus.

²⁰ https://www.youtube.com/watch?v=e1i-p_p543E.

²¹ Imagen tomada de <http://www.educaplus.org/game/temperatura-y-movimiento-de-las-particulas>

En seguida de la actividad de la simulación, se introducen canicas dentro de vasos de precipitado de plástico, con el fin de que los estudiantes por grupos realicen la interpretación de lo visto en clase con el modelo que se propone, siendo las canicas las partículas que constituyen un cuerpo. Así, los alumnos asocian a que si las bolitas se encuentran unidas, el sistema se encontrará en estado sólido y sus “partículas” se mueven en forma de vibración, manteniendo la energía de enlace intacta aumentando su temperatura. Si las canicas se mueven más rápido y se empiezan a separar y a unir constantemente, el sistema se encontrará en estado líquido (su energía de enlace se ha debilitado un poco y sus “partículas” se liberan poco a poco). Por último, cuando el movimiento es muy fuerte y rápido, las canicas se separan bastante y algunas de ellas hasta saldrán del vaso precipitado. En este caso, se encuentran en estado gaseoso y su temperatura es alta (la energía de enlace entre las partículas es nula). (10 minutos)

Para finalizar esta sesión: ¡JUGUEMOS A SER LOS ESTADOS DE LA MATERIA! Se lleva a los estudiantes al polideportivo del colegio, donde se les indica que realicen 4 grupos de a 7 personas y cuando el profesor indique el estado de la materia, los alumnos deben realizar la interpretación haciendo cuenta que son ellos las partículas que constituyen un cuerpo. (15 minutos)

CLASE DOS: ESCALAS DE TEMPERATURA, EL TERMÓMETRO, EL CERO ABSOLUTO Y PRÁCTICA DEMOSTRATIVA DE TEMPERATURA Y CALOR.

Para iniciar esta clase, se realiza un conversatorio recordando lo visto en la sesión anterior, con la finalidad de refrescar estos conceptos constantemente y así mismo interiorizarlos. (5 minutos)

Posteriormente, se proyecta un extracto del video de *NOVA: ABSOLUTE ZERO* con subtítulos en español²² (recortado y editado desde el 17:14min hasta 21:25min) donde se hace referencia a la importancia de los científicos Daniel Fahrenheit, Anders Celsius, Carl Linnaeus y Guillaume Amontons y su estrecha relación con las escalas de la temperatura, el termómetro y el concepto del cero absoluto. Luego del video se hace una explicación magistral acerca de la importancia de estos científicos en la historia de la

²² <https://www.youtube.com/watch?v=-DiDL0i-QPs>

termodinámica y en la invención del termómetro como instrumento para medir la temperatura de los cuerpos. (20 minutos)

A continuación, se reúnen por grupos y se les hace entrega de un termómetro, una plancha calentadora y un beaker que contenga agua con el fin de que manipulen esta herramienta y midan el ascenso de la temperatura del agua mientras se encuentra encendida la plancha, y el descenso de la misma, cuando se retira el beaker de la plancha. (25 minutos)

Después de esta pequeña experiencia, se les recuerda a los alumnos la última parte del video que mostraba a Guillaume Amontons realizando algunos experimentos calentando y enfriando masas de aire y graficando la presión contra la temperatura y cuando éste, extrapola la línea recta, dándose cuenta que puede existir un punto donde haya cero presión y cero temperatura. ¿Será que es posible que exista dicho punto? Y si existe, ¿Qué ocurre con las partículas en este punto? Son las preguntas que se les hace a los chicos para iniciar un pequeño conversatorio y terminar con la proyección de un pequeño video de los caballeros del zodiaco donde ilustran qué es el cero absoluto²³. Luego de esta proyección se determina que la temperatura en la cual el movimiento de las partículas que constituyen un cuerpo es nulo, es de -273°C , o también considerado el punto cero para la escala de temperatura Kelvin, concluyendo que las tres escalas de la temperatura más conocidas a nivel histórico y hasta la actualidad son: la escala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), la escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$) y la escala Kelvin (K). (25 minutos).

Para finalizar esta sesión, se procede a realizar una práctica demostrativa en donde el docente mostrará cómo se dispersan unas gotas de colorante en agua caliente (con temperatura superior a los 90°C) y en agua fría (con temperatura inferior a los 10°C). Para esta experiencia se utilizan dos recipientes con 200ml de agua uno con el agua caliente (la cual se conseguirá teniéndola sobre una plancha calentadora), y el otro con agua fría (la cual se conseguirá conteniendo unos cubos de hielo) y unas gotas de colorante artificial que serán incorporadas en cada uno de los recipientes. Además de esto, cada sistema tendrá inmerso un termómetro con el cual podemos medir la temperatura de cada uno. La idea de esta experiencia es que el estudiante evidencie

²³ <https://www.youtube.com/watch?v=Mk4UmcUntE4>

claramente cómo es el movimiento de las gotas de colorante en cada uno de los sistemas y observe cuál es el comportamiento de esta en ambos. (30 minutos)

CLASE TRES: ¿QUÉ ES CALOR? Y TIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR: CONDUCCIÓN, CONVECCIÓN Y RADIACIÓN.

Iniciando esta sesión, se conversa con los estudiantes acerca de los temas vistos en la clase anterior: escalas de temperatura (recordando la importancia de los científicos vistos) y cero absoluto, con el fin de enriquecer estos conceptos. (5 minutos)

Posteriormente, se realiza una explicación magistral del concepto de calor, entendiéndolo como el tránsito de energía que ocurre entre dos cuerpos, por medio de una diferencia de temperaturas. Cómo el cuerpo que posee mayor temperatura, transfiere energía al cuerpo de menor temperatura, se explican algunos ejemplos de la vida cotidiana y se procede a realizar la práctica con el simulador virtual de los cambios de fase de algunas moléculas por medio de la transferencia de calor (figura 4. 3). En esta práctica los estudiantes juegan con la aplicación observando el proceso de transferencia de energía por medio del calor. (30 minutos)

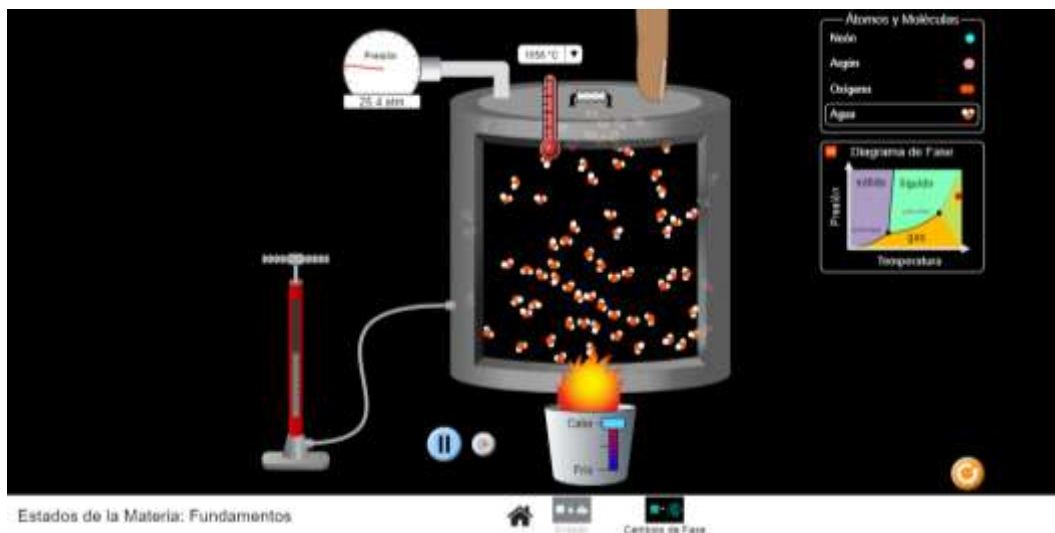


Figura 4.3²⁴ *transferencia de energía entre dos cuerpos por medio de calor.*

²⁴ Imagen tomada de https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_es.html

Al finalizar la práctica con el simulador, se proyectan dos cortos videos: el primero es un extracto de *NOVA: ABSOLUTE ZERO* con subtítulos en español (recortado y editado desde el 22:39min hasta 25:52min), que trata acerca de un científico: Antoine Lavoisier quien vivió en el siglo XVIII y creía que el calor era una sustancia incolora, inodora y sin peso; llamando a su teoría, la *teoría del calórico*. El segundo video nos habla acerca de la diferencia entre calor y temperatura²⁵. Seguido de los videos, se hace una retroalimentación de estos por medio de una charla en donde algunos estudiantes realizarán sus aportes. (20 minutos)

Luego de esta práctica demostrativa, se realiza una explicación magistral acerca de los tipos de transferencia de calor: por conducción, convección y radiación. Para finalizar, se llega a la conclusión de que en la conducción el movimiento de las moléculas en una zona del material aumenta debido a que estas son chocadas por moléculas externas que se mueven más rápido. Por ejemplo, cuando estamos realizando un asado con carbón en un río, utilizamos herramientas bastante largas a la hora de manipular el carbón ya encendido, ya que si estas fueran cortas, la transferencia de calor sería mucho más rápida y nos arriesgamos a sufrir una quemadura. La convección hace referencia a que el movimiento de las moléculas en una zona del material aumenta porque entran a esa zona moléculas que se mueven más rápido; en este tipo de transferencia de calor hay transferencia de masa y entre más rápido sea el movimiento, mayor será la transferencia de calor por convección. Por ejemplo, los globos aerostáticos se mantienen elevados debido al flujo del aire caliente. Por último, la radiación es la transferencia de energía por medio de ondas electromagnéticas; un ejemplo claro es cómo calentamos nuestros alimentos en un horno microondas el cual funciona por medio de ondas electromagnéticas. Posterior a esta explicación, se proyecta el video explicativo sobre los tipos de transferencia de calor²⁶, y se realiza una charla para finalizar. (35 minutos)

Para finalizar esta sesión, se hace una pequeña práctica demostrativa, pasando al frente a algunos estudiantes a realizar las experiencias que se proponen en el último video visto. (15 minutos)

²⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=8R8fgvd6nTA>

²⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=8LWmFqJ5Hpl>

CLASE CUATRO: CUESTIONARIO Y SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS

En esta última sesión, se realiza un cuestionario a modo de evaluación final con los estudiantes, con el fin de medir qué tanto aprendieron al involucrar estas sesiones extras dentro de la unidad didáctica. Se realizará un diagrama de cajas y bigotes con el objetivo de comparar los resultados obtenidos en esta última evaluación, con la evaluación inicial. El cuestionario consta de 6 preguntas las cuales son:

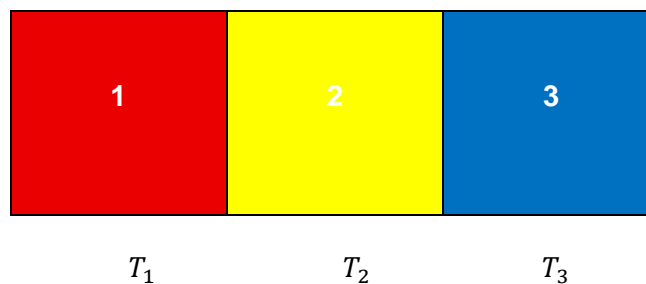


EVALUACIÓN COLEGIO COOPERATIVO ANTONIO VILLAVICENCIO "La ciencia es la estética de la inteligencia" (Gastón Bachelard) Departamento de Ciencias Naturales

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

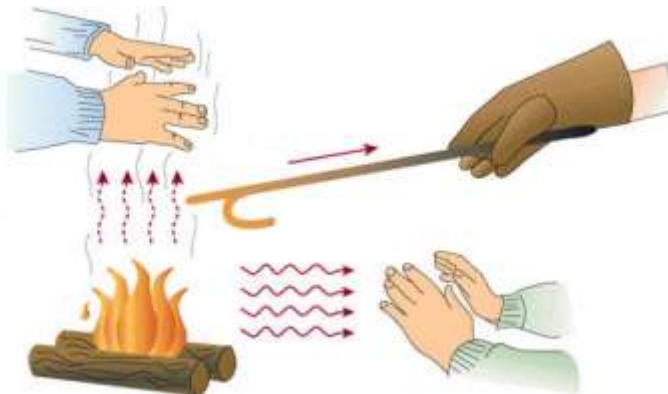
Apreciado estudiante: esta prueba se realiza con el objetivo de identificar el aprendizaje de algunos conceptos de la termodinámica obtenidos en el desarrollo de las últimas tres sesiones de clase. Con esta, se busca conocer algunas ideas previas acerca del tema. **Esta prueba no tiene nota**, en todo caso se espera que responda con sinceridad. Muchas gracias y éxitos.

1. Se tienen tres cuerpos idénticos, los cuales se encuentran en contacto y en condiciones ideales (aislados del medio ambiente) a temperaturas T_1, T_2 y T_3 , tales que $T_1 > T_2 > T_3$

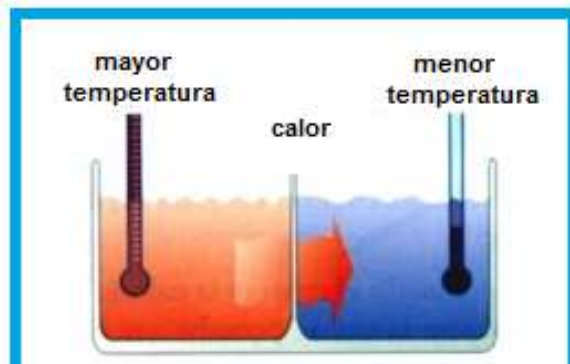


De la anterior situación se puede concluir que inicialmente:

- A. La temperatura de los tres cuerpos es igual.
 - B. 1 le cede calor a 2 y 3 absorbe calor de 2.
 - C. 1 cede calor a 2 y 3 le cede calor a 2.
 - D. 2 absorbe calor de 1 y de 3.
2. El calor es un proceso de transferencia de energía entre dos cuerpos por medio de una diferencia de temperaturas. Los tres tipos de transferencia de calor son:



- Conducción, Radiación y Transmisión.
 - Conducción, Convección y Radiación
 - Convección, Emisión y Radiación
 - Convección, Emisión y Transmisión
3. Un grupo de estudiantes están experimentando con 2 vasos de agua en la misma cantidad pero a diferentes temperaturas, y ponen en contacto la de mayor temperatura con la de menor temperatura (ver gráfico), después de un tiempo considerable, ellos podrían concluir que:



- Sus temperaturas no cambian.
 - La de mayor temperatura inicial tendrá menor temperatura y viceversa.
 - Las dos temperaturas se equilibran y son la misma.
 - No se puede definir qué sucede con las temperaturas en el transcurso del tiempo.
4. En la historia del calor y el frío se han encontrado bastantes ideas y teorías, las cuales fueron revolucionarias y muy creativas en su tiempo. Una de ellas, manifestaba que existía una sustancia inodora, incolora y sin masa, la cual se transfería de un cuerpo de mayor temperatura, a uno de menor temperatura. Esta teoría fue propuesta por Antoine Lavoisier y se conocía como:

5. Desarrollo y análisis de la evaluación inicial y final

5.1 Desarrollo y análisis de la evaluación inicial

A continuación se dará a conocer las estrategias utilizadas para la recolección de datos a través de diferentes mecanismos.

Se realizó una prueba diagnóstica a los estudiantes de grado Octavo de la Institución Educativa Colegio Cooperativo Antonio Villavicencio, la cual estaba constituida por 6 preguntas de selección múltiple y 2 de respuesta abierta que cuestionaban acerca del tema de los conceptos básicos fundamentales de la termodinámica (Anexo E)

Posteriormente, se elaboró una categorización de las respuestas dadas por los estudiantes para así mismo detectar las dificultades que ellos poseían en algunos conceptos de la termodinámica. Por medio de un diagrama de cajas y bigotes, se hizo la caracterización de las respuestas a las preguntas de selección múltiple, para las últimas dos preguntas se realizó una categorización cualitativa. A continuación el análisis realizado.

Los resultados fueron los siguientes:

Estudiante	Total preguntas acertadas (selección múltiple)
1	1
2	2
3	0
4	2
5	2

6	5
7	1
8	4
9	2
10	1
11	2
12	2
13	2
14	2
15	2
16	2
17	2
18	2
19	5
20	2
21	3
22	2
23	0
24	4
25	3
26	3

Tabla 5.1 *Número de respuestas correctas por cada estudiante en el pre-test.*

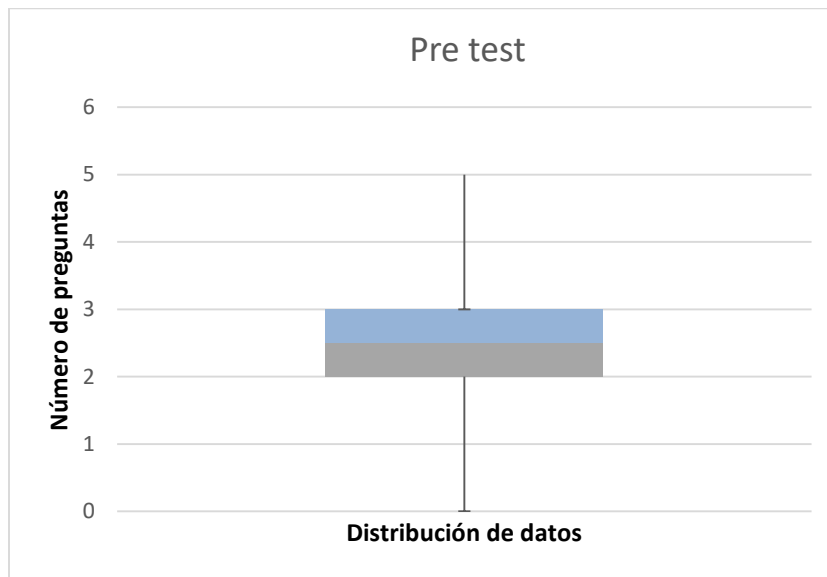


Figura 5.1 *Distribución de datos pre-test.*

Al realizar el pre test, se observa que el mínimo fue de 0, esto hace referencia a que hubo algunos estudiantes que no tuvieron respuestas correctas. La mediana fue de 2.5, esto indica el valor de la variable que ocupa el lugar central en el conjunto de datos (en este caso las respuestas correctas) y el máximo fue de 5, que muestra la cantidad máxima de respuestas correctas.

Se realizó un análisis cuantitativo de las primeras 6 preguntas que son de selección múltiple y son en las cuales se puede realizar este tipo de análisis, en las dos últimas, se realiza una descripción cualitativa de las respuestas de los estudiantes.

Pregunta 1: en esta pregunta, 22 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, lo que indica que la gran mayoría de ellos tienen claro el concepto de temperatura.

Pregunta 2: en esta pregunta, 8 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, lo que indica que existen falencias a la hora de tratarse del concepto de calor específico de algunas sustancias.

Pregunta 3: en esta pregunta 11 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, lo que indica que hay algunas falencias con el concepto de equilibrio térmico.

Pregunta 4: en esta pregunta 19 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, lo que indica que tienen clara la diferencia y relación entre los conceptos de calor y temperatura.

Pregunta 5: en esta pregunta, tan solo 3 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, lo que indica que hay que trabajar fuertemente con el concepto de capacidad calorífica reforzándolo con la parte experimental.

Pregunta 6: en esta pregunta, tan solo 2 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, y al tratarse de calor específico, como la pregunta 2, cabe resaltar que se debe hacer un seguimiento más fuerte para reforzar este concepto.

Pregunta 7: en esta pregunta, la mayoría de estudiantes se refirieron a la función de un termo como aquel que sirve para conservar la temperatura de algún líquido, lo que afianza su buen razonamiento del concepto de temperatura.

Pregunta 8: en esta pregunta, los estudiantes asocian la absorción de calor con la densidad de los objetos puesto que la gran mayoría manifiesta que la gasolina absorbe mayor cantidad de calor y lo relacionan así, adjudicando esto a que la gasolina tiene mayor densidad que el agua.

5.2 Desarrollo y análisis de la evaluación final

Como se evidencia en el capítulo anterior, se desarrollaron una serie de actividades que involucraban laboratorios de aprendizaje activo y sesiones extra con diferentes dinámicas para que los estudiantes de grado octavo superarán ciertas dificultades en cuanto a la interiorización de algunos conceptos fundamentales de la termodinámica.

Para realizar la evaluación final, se contó con la misma prueba diagnóstica, para así mismo hacer una comparación de cómo iniciaron los estudiantes, y cómo finalizaron el proceso realizado durante el desarrollo de la unidad. A continuación se muestran los resultados de la evaluación final (pos test).

Después de realizar el pos-test, se hizo una revisión de las respuestas de los estudiantes para hacer la respectiva categorización y su análisis.

Los resultados fueron los siguientes:

Estudiante	Total preguntas acertadas (selección múltiple)
1	4
2	5
3	3
4	5
5	4
6	6
7	5
8	6
9	4
10	5
11	6
12	4
13	4
14	4
15	4
16	5
17	3
18	4
19	6
20	4
21	5
22	6
23	4
24	6
25	5
26	4

Tabla 5.2 Número de respuestas correctas de cada estudiante en el pos-test.

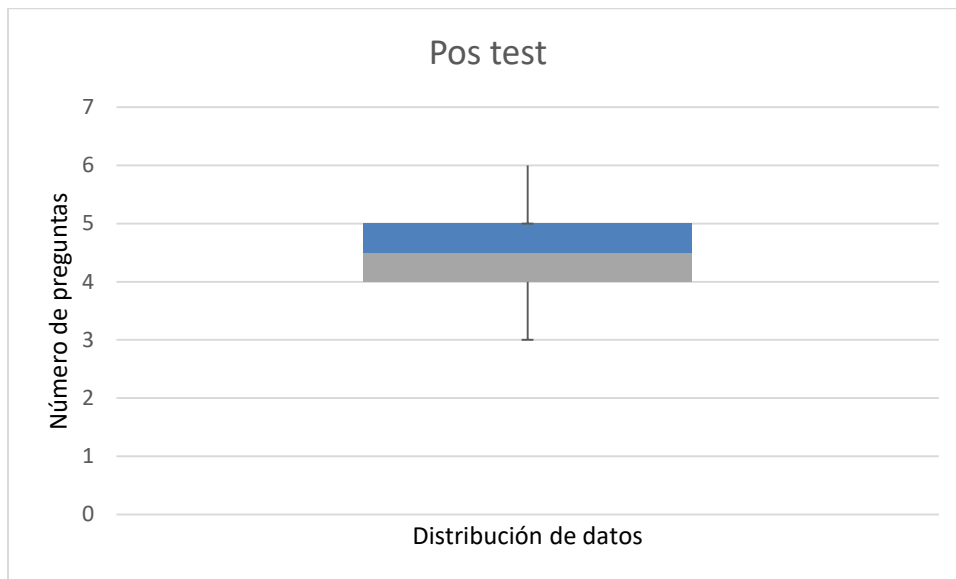


Figura 5.2 *Distribución de datos pos-test.*

Al realizar el pos test, se observa que el mínimo fue de 3, esto hace referencia a que la mínima cantidad de respuestas correctas por parte de los estudiantes fue la mencionada. La mediana fue de 4.5, esto indica el valor de la variable que ocupa el lugar central en el conjunto de datos (en este caso las respuestas correctas) y el máximo fue de 6, que muestra la cantidad máxima de respuestas correctas.

Se realizó un análisis cuantitativo de las primeras 6 preguntas que son de selección múltiple y son en las cuales se puede realizar este tipo de análisis, en las dos últimas, se realiza una descripción cualitativa de las respuestas de los estudiantes.

Pregunta 1: en esta pregunta, 26 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, se evidencia un aumento de 4 en la cifra de estudiantes con respuestas correctas con relación al pre test, allí queda claro que el concepto de Temperatura queda interiorizado en los estudiantes.

Pregunta 2: en esta pregunta, 20 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, un gran aumento en relación al pre test, lo que indica que la práctica realizada para abordar el tema de Calor Específico de algunas sustancias fue de gran ayuda para los chicos y pudieron la gran mayoría entender su concepto.

Pregunta 3: en esta pregunta 20 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, se observa que los chicos estuvieron atentos a las explicaciones y prácticas de laboratorio, en especial a la de Equilibrio Térmico. Esto hace que ellos entiendan de manera más clara el concepto.

Pregunta 4: en esta pregunta 23 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, se evidencia que la gran mayoría sigue teniendo en claro las relaciones y diferencias entre los conceptos de calor y temperatura.

Pregunta 5: en esta pregunta 16 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, aquí se nota que algunos chicos estuvieron atentos a la práctica realizada de capacidad calorífica, esto se debe a que en relación al pre test, muchos de ellos fortalecieron esta debilidad en dicho concepto.

Pregunta 6: en esta pregunta 16 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, y al tratarse de calor específico, como la pregunta 2, cabe resaltar que hubo un aumento en la cantidad de estudiantes que fortalecieron algunas dificultades sobre este concepto.

Pregunta 7: en respuesta a esta pregunta, la gran mayoría de estudiantes se refirieron al termo como aquel elemento que sirve para conservar la temperatura del líquido que contiene en su interior, lo cual indica que tienen claro el concepto de temperatura.

Pregunta 8: después de realizar ciertas experiencias en donde se evidenciaba el calor específico de algunas sustancias como el agua y la arena, los estudiantes diferenciaron la densidad con el calor específico, identificando que esta última es la cantidad de calor que se debe suministrar a una sustancia para que un gramo de la misma, aumente su temperatura en 1°C .

5.3 Desarrollo y análisis del cuestionario adicional

Al involucrarse algunas sesiones extra dentro de la unidad didáctica, se realiza también un cuestionario con el fin de identificar cuánto aprendieron los estudiantes, estas preguntas se pueden encontrar en el capítulo 4 en la clase 4 de las sesiones extra de este documento.

A continuación se muestran los resultados del cuestionario adicional.

Estudiante	Total preguntas acertadas (selección múltiple)
1	5
2	6
3	6
4	6
5	5
6	6
7	6
8	5
9	5
10	6
11	5
12	6
13	6
14	4
15	3
16	5
17	5
18	6
19	6
20	6
21	6
22	5
23	5
24	5
25	5
26	6

Tabla 5.3 *Número de respuestas correctas de cada estudiante en el cuestionario de las sesiones extra.*

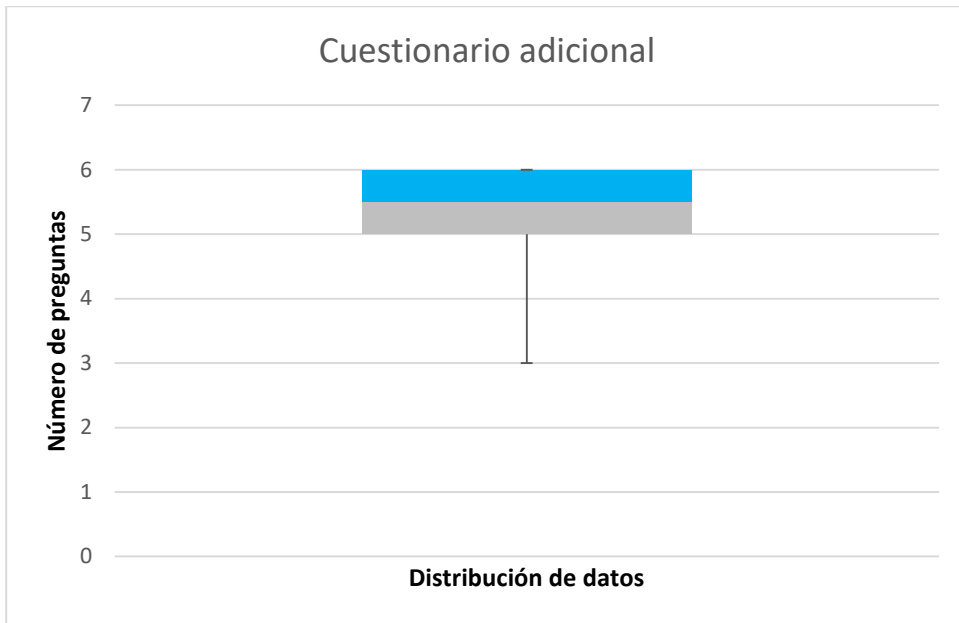


Figura 5.3 *Distribución de datos cuestionario sesiones extra.*

Al realizar el cuestionario adicional, se observa que el mínimo fue de 3, esto hace referencia a que la mínima cantidad de respuestas correctas por parte de los estudiantes fue la mencionada. La mediana fue de 5.5, esto indica el valor de la variable que ocupa el lugar central en el conjunto de datos (en este caso las respuestas correctas) y el máximo fue de 6, que muestra la cantidad máxima de respuestas correctas. A continuación se muestra un análisis de las 6 preguntas de selección múltiple, teniendo en cuenta que las sesiones adicionales se realizaron con el fin de incluir y revalidar los conceptos de temperatura, calor y formas de transferencia de calor.

Pregunta 1: en esta pregunta, 26 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, lo que indica que el concepto de transferencia de energía quedó muy claro en ellos.

Pregunta 2: en esta pregunta, 23 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, lo cual quiere decir que la gran mayoría de alumnos estuvieron atentos a estas sesiones adicionales, en especial, a la hora de abordar el tema de transferencia de calor por conducción, convección y radiación.

Pregunta 3: en esta pregunta 24 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, se observa que los jóvenes tuvieron una gran evolución en cuanto al tema de equilibrio térmico, ya que éste, tuvo una parte práctica y además fue acompañado de dinámicas complementarias.

Pregunta 4: en esta pregunta 23 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, se evidencia que las actividades propuestas como por ejemplo los videos proyectados en clase, llamaron la atención del estudiante. En particular, para esta pregunta, es evidente que al alumnado también le interesa la parte histórica de la termodinámica.

Pregunta 5: en esta pregunta 21 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, aquí se nota que la parte histórica, fue de gran importancia para los estudiantes, en especial la historia del termómetro y los científicos que hicieron parte de ella.

Pregunta 6: en esta pregunta 23 de 26 estudiantes respondieron de manera correcta, quedando en la gran mayoría de ellos claro el concepto del cero absoluto. Algunos alumnos comentaban que fue de gran agrado relacionar la parte histórica del calor y la temperatura y complementar con un video lúdico como lo fue la explicación del cero absoluto por medio de un capítulo de los Caballeros del Zodiaco.

A continuación se hará una comparación de los resultados de los tres cuestionarios elaborados durante el desarrollo de esta unidad didáctica (Pre test, Pos test y cuestionario adicional), y se analizará el proceso que tuvieron los estudiantes durante el trabajo ejecutado.

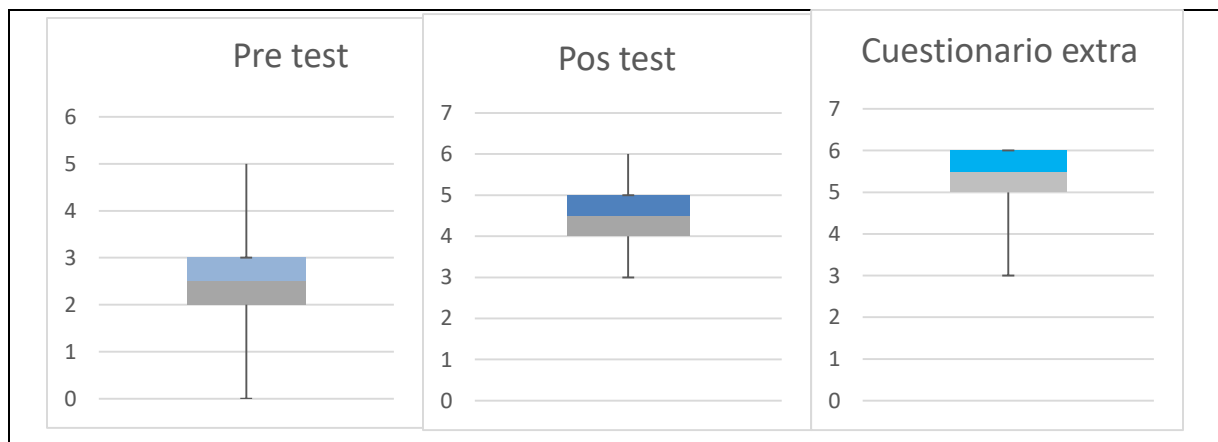


Figura 5.4 Comparación de los tres cuestionarios realizados a los estudiantes

Como se puede evidenciar en la figura anterior, los resultados obtenidos por parte de los estudiantes fueron avanzando gradualmente a medida que se implementaban las actividades de la unidad didáctica. Fue muy importante la realización de las dinámicas extra, ya que con estas, los alumnos se familiarizaron con los conceptos y los interiorizaron de una manera más agradable. Como se observa en los resultados del cuestionario extra, muy pocos escolares erraron a la hora de contestar las preguntas, lo que evidencia que poco a poco, clase a clase, ellos fueron evolucionando a la hora de asimilar los conceptos fundamentales de la termodinámica.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

El llegar al aula con un espacio para la experimentación en donde el estudiante tiene la oportunidad de predecir, observar, cuestionar, razonar y concluir, ayuda a que éste tenga la posibilidad de construir conceptos de situaciones que se presentan en nuestro entorno, en este caso, los conceptos fundamentales de la termodinámica. La implementación de esta unidad didáctica presentó un reto para la intuición del estudiante de grado octavo debido a que éste pudo observar algunos fenómenos que ocurren en la vida diaria y que no concebía claramente su definición conceptual.

El hecho de llevar a cabo prácticas de laboratorio con materiales cotidianos de bajo costo y de fácil consecución ayudó a que el estudiante pudiera relacionar las experiencias con las situaciones de nuestro entorno. Además, se consiguió que el estudiante interiorizara los conceptos por medio de la Metodología de Aprendizaje Activo donde él tenía la oportunidad de cuestionarse ciertas situaciones y después evidenciar claramente lo que ocurría tras realizar la práctica.

Implementar las actividades de aula adicionales, ayudó claramente a que los estudiantes fortalecieran los conceptos teóricos en los que tenían dificultades los cuales fueron evidenciados en la prueba diagnóstica. Cada una de las dinámicas adicionales influyó bastante en la integración de los conceptos y en su posterior profundización

Al analizar la prueba final (pos-test), y el cuestionario extra, se evidencia que los estudiantes de grado octavo de la institución educativa Colegio Cooperativo Antonio Villavicencio alcanzaron de manera general a comprender claramente los conceptos

fundamentales de la termodinámica, lo que nos permite identificar que la propuesta es una buena opción para la enseñanza-aprendizaje de este tipo de conceptos.

Se pudo evidenciar que hubo un cambio de paradigma de la educación tradicionalista, donde la transmisión del conocimiento es vertical, a un tipo de enseñanza donde el estudiante se involucra en las situaciones y hace parte de ellas, es muy interesante, ya que la relación maestro-alumno se fortalece y permite que el estudiante tenga más interés en aprender. El desarrollo de estas prácticas experimentales y de la proyección de dinámicas lúdicas, propicia que los estudiantes sean partícipes del proceso de aprendizaje, permitiéndole demostrar más capacidades a la hora de adquirir el conocimiento.

6.2 Recomendaciones

Gracias a la generalidad y flexibilidad de las actividades, esta propuesta puede aplicarse con estudiantes de grado octavo de cualquier institución educativa, teniendo en cuenta que según los estándares curriculares propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) estos temas relacionados con la termodinámica deben ser estudiados en este nivel de formación.

Es importante que, a medida que se desarrollen las actividades de Aprendizaje Activo, se complemente de manera paralela con clases lúdicas como las propuestas en las sesiones extra. Si se trabaja de manera correspondiente, es muy probable que el alumnado tenga un mejor nivel de conocimiento y que pueda captar las ideas de forma más clara y agradable.

A. Anexo: Guía del docente práctica 1.

COLEGIO COOPERATIVO ANTONIO VILLAVICENCIO
 ASIGNATURA PRE-FÍSICA
 LABORATORIO DE APRENDIZAJE ACTIVO
 EQUILIBRIO TÉRMICO
 GUÍA DEL DOCENTE



Esta actividad es una clase interactiva demostrativa (CID), en la cual el docente realiza una descripción de la experiencia para que los estudiantes generen y discutan una serie de predicciones planteadas. Posteriormente el maestro realiza la demostración de la práctica de manera clara para que finalmente se socialicen los resultados y se genere una discusión en busca de la construcción de los conceptos de temperatura y equilibrio térmico.

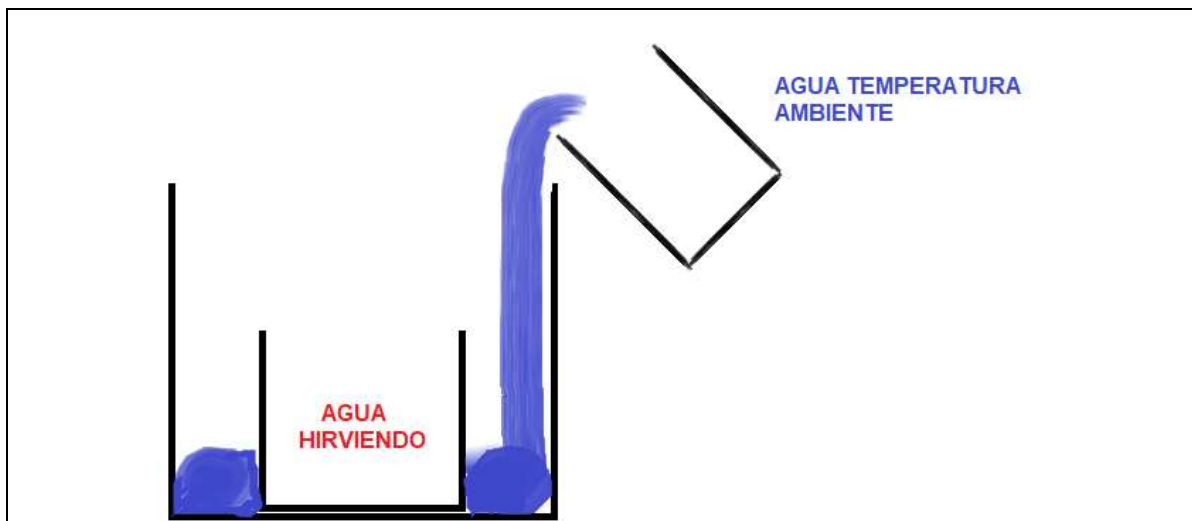
Objetivo: Identificar el concepto de equilibrio térmico entre dos cuerpos a diferentes temperaturas.

Dirigido a: Estudiantes de grado octavo

Realizado por: Carlos Julián Peña

Descripción del problema:

Un vaso de vidrio con agua hirviendo se coloca en el fondo de un recipiente de mayor capacidad. Posteriormente se vierte la misma cantidad de agua pero a temperatura ambiente de manera que el vaso con agua caliente quede inmerso en ella. El agua caliente nunca se combina con el agua a temperatura ambiente. (Ver figura)



Predicciones individuales:

Para esta parte, se les solicita a los estudiantes que de manera individual, respondan las siguientes predicciones en el cuaderno de pre-física o en su cuaderno de notas. Para esta actividad se propone 5 minutos.

Predicción 1:

¿Qué crees que sucederá con el agua que inicialmente se encontraba a temperatura ambiente a medida que transcurre el tiempo?

Predicción 2:

¿Qué crees que sucederá con el agua que inicialmente se encontraba caliente a medida que transcurre el tiempo?

Predicción 3:

Al cabo de 15 minutos ¿Cuál crees que será la diferencia de temperatura entre el agua en cada uno de los recipientes?

Predicciones grupales:

Se les solicita a los estudiantes que se reúnan en grupos de tres (3) personas para determinar una conclusión grupal para cada una de las predicciones la cual registrarán en su hoja de respuestas. (10 minutos)

Precaución: Durante el desarrollo de la práctica, utilizar guantes industriales en el momento de manipular el agua a temperatura entre 80°C y 90°C.

Desarrollo de la práctica:

Materiales:

- Un recipiente de vidrio de 500mL
- Un vaso pequeño de vidrio con 100mL de agua a temperatura ambiente (28°C)
- Un vaso pequeño de vidrio con 100mL de agua recién hervida (entre 80°C y 90°C)
- Dos termómetros.

Se coloca el vaso que contiene el agua recién hervida en el fondo del recipiente de 500mL y se introducirá un termómetro. Posteriormente, se verterá el agua a temperatura ambiente en el recipiente de 500mL de manera que rodee el vaso con agua a mayor temperatura. En este montaje, también se introducirá un termómetro. Finalmente, se

mide la temperatura de cada sistema en intervalos de un minuto y se registran los datos en la siguiente tabla:

TIEMPO	TEMPERATURA (AGUA CONTENIDA EN EL VASO DE 100ML)	TEMPERATURA (AGUA QUE RODEA EL VASO DE 100ML)
INICIAL		
1 MINUTO		
2 MINUTOS		
3 MINUTOS		
4 MINUTOS		
5 MINUTOS		
6 MINUTOS		
7 MINUTOS		
8 MINUTOS		
9 MINUTOS		
10 MINUTOS		
11 MINUTOS		
12 MINUTOS		
13 MINUTOS		
14 MINUTOS		
15 MINUTOS		

Resultados y discusión:

En esta parte, se busca que los estudiantes comparen sus predicciones con lo observado en la práctica y den respuesta a las siguientes situaciones.

1. ¿Qué ocurrió con el agua que inicialmente se encontraba a temperatura ambiente a medida que avanzó el tiempo?
2. ¿Qué ocurrió con el agua que inicialmente se encontraba caliente a medida que avanzó el tiempo?
3. Al cabo de 15 minutos ¿Cuál fue la diferencia de temperatura entre los dos sistemas?
4. ¿Consideran que se calienta el agua fría o se enfría el agua caliente?
5. ¿Consideran que las temperaturas de ambos sistemas se igualan? ¿Por qué?
6. Realicen 2 ejemplos de la vida cotidiana donde se evidencie lo realizado en la práctica.

Se realiza una discusión grupal dando respuesta a estas preguntas y a partir de allí, llegar al concepto de equilibrio térmico, de no ser así, el docente debe realizar contra preguntas orientadoras con el fin de alcanzar el objetivo de la práctica.

Resultados esperados:

Al finalizar esta práctica, se espera que el estudiante interiorice el concepto de temperatura y equilibrio térmico. Se espera evidenciar claramente en los valores registrados en la tabla que el valor de la temperatura para el agua que se encuentra contenida en el recipiente de 100mL disminuya mientras transcurre el tiempo y que la temperatura del otro contenido de agua vaya aumentando gradualmente. Con esto, el chico debe aproximarse al concepto de equilibrio térmico y con la orientación de las preguntas realizadas después de la experiencia, debe quedar claro dicho concepto.

B. Anexo: Guía del docente práctica 2.

COLEGIO COOPERATIVO ANTONIO VILLAVICENCIO
 ASIGNATURA PRE-FÍSICA
 LABORATORIO DE APRENDIZAJE ACTIVO
 CALOR Y TEMPERATURA
 GUÍA DEL DOCENTE



Esta actividad es una práctica de laboratorio de aprendizaje activo (LAA), en la cual el docente realiza una descripción de la experiencia para que los estudiantes generen y discutan una serie de predicciones planteadas. Posteriormente, los estudiantes realizan la práctica donde el docente guía el proceso de manera clara para que finalmente se socialicen los resultados y se genere una discusión en busca de la construcción de los conceptos de calor y temperatura y su relación con el equilibrio térmico.

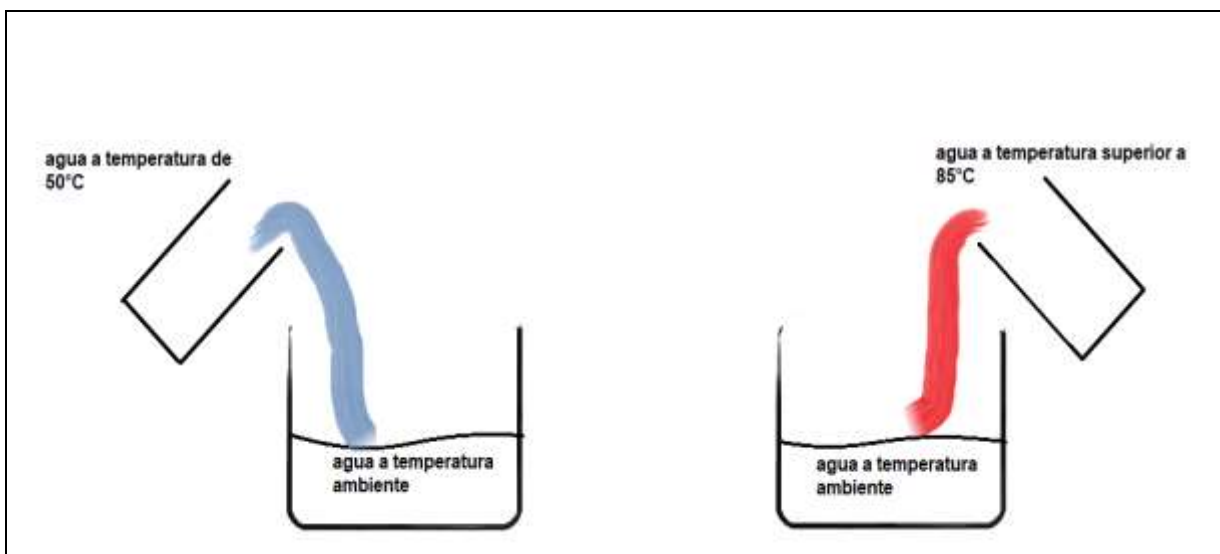
Objetivo: Relacionar los conceptos de temperatura, calor y equilibrio térmico.

Dirigido a: Estudiantes de grado octavo

Realizado por: Carlos Julián Peña

Descripción del problema:

Se tiene en dos recipientes (A y B), igual cantidad de agua a temperatura ambiente. Luego en el recipiente A se introduce una dosis de agua igual a la inicial a una temperatura de 50°C y simultáneamente en el recipiente B se introduce la misma cantidad de agua igual a la anterior pero a una temperatura superior a los 85°C . (Ver figura)



Predicciones individuales:

Para esta parte, se les solicita a los estudiantes que de manera individual, respondan las siguientes predicciones en el cuaderno de pre-física o en su cuaderno de notas. Para esta actividad se propone 5 minutos.

Predicción 1:

¿Qué crees que pasará con la temperatura de la combinación del recipiente A?

Predicción 2:

¿Qué crees que sucederá con la combinación del recipiente B?

Predicción 3:

Después de 5 minutos ¿Cuál crees que será la diferencia de temperatura entre el recipiente A y el recipiente B?

Predicciones grupales:

Se les solicita a los estudiantes que se reúnan en grupos de tres (3) personas para determinar una conclusión grupal para cada una de las predicciones la cual registrarán en su hoja de respuestas. (10 minutos)

Precaución: Ayuda a los estudiantes a ingresar el agua a temperatura superior a los 85°C al recipiente B, utiliza guantes adecuados para el proceso.

Desarrollo de la práctica:

En esta parte, pide a los grupos que realicen el montaje experimental, para esta actividad será necesario que dos estudiantes realicen el experimento, mientras que el otro se encargará de llevar el registro de todo lo trabajado (información obtenida, datos, discusión y conclusiones)

Materiales:

- Dos recipientes de 500mL con 250mL de agua a temperatura ambiente (28°C)
- Un recipiente con 250mL de agua a 50°C
- Un recipiente con 250mL de agua a alta temperatura (superior a 85°C)
- Dos termómetros

Se tienen dos recipientes (A y B) de 500mL cada uno con una cantidad de agua de 200mL a temperatura ambiente (28°C). Aparte, se tiene un vaso con 200mL de agua a temperatura de 50°C y otro con la misma cantidad de agua a una temperatura mayor de 85°C. Posteriormente, en uno de los recipientes se introduce el agua a 50°C y en el otro el agua a más de 85°C (el agua a temperatura de 50°C en el recipiente A y el agua a temperatura superior a los 85°C en el recipiente B). Finalmente, se incluye un termómetro en cada uno de los sistemas y se registra la temperatura de cada recipiente en la siguiente tabla:

TIEMPO	TEMPERATURA RECIPIENTE A	TEMPERATURA RECIPIENTE B
INICIAL		
1 MINUTO		
2 MINUTOS		
3 MINUTOS		
4 MINUTOS		
5 MINUTOS		

Resultados y discusión:

En esta parte, se busca que los estudiantes comparen sus predicciones con lo observado en la práctica y den respuesta a las siguientes situaciones.

1. ¿Qué ocurrió con la temperatura de la combinación del recipiente A?
2. ¿Qué ocurrió con la temperatura de la combinación del recipiente B?
3. Después de 5 minutos ¿Cuál fue la diferencia de temperatura entre el recipiente A y el recipiente B?
4. ¿En cuál de los dos recipientes consideras que hubo mayor intercambio de energía?
5. En cada uno de los recipientes (el A y el B) después de realizar la combinación, y al cabo de unos minutos se llega al equilibrio térmico ¿Cuál creen que es la razón por la cual en un recipiente hay mayor temperatura que en otro?

Se realiza una discusión grupal dando respuesta a estas preguntas y a partir de allí, llegar a los conceptos de temperatura y calor y su relación con el equilibrio térmico, de no ser así, el docente debe realizar contra preguntas orientadoras con el fin de alcanzar el objetivo de la práctica.

Resultados esperados:

Al finalizar esta práctica, se espera que el estudiante tenga claro la diferencia entre calor y temperatura y su relación con el equilibrio térmico. Se espera que se evidencie claramente que la temperatura del recipiente A sea menor que la del recipiente B y partiendo de allí y de las ideas previas que se tuvieron en la primera experiencia, el chico vea que hay un traspaso de energía entre las cantidades de agua y relacione esto con el concepto de calor.

C. Anexo: Guía del docente práctica 3.

COLEGIO COOPERATIVO ANTONIO VILLAVICENCIO
ASIGNATURA PRE-FÍSICA
LABORATORIO DE APRENDIZAJE ACTIVO
CALOR ESPECÍFICO
GUÍA DEL DOCENTE



Esta actividad es una práctica de laboratorio de aprendizaje activo (LAA), en la cual el docente realiza una descripción de la experiencia para que los estudiantes generen y discutan una serie de predicciones planteadas. Posteriormente, los estudiantes realizan la práctica donde el docente guía el proceso de manera clara para que finalmente se socialicen los resultados y se genere una discusión en busca de la construcción del concepto de calor específico de algunas sustancias.

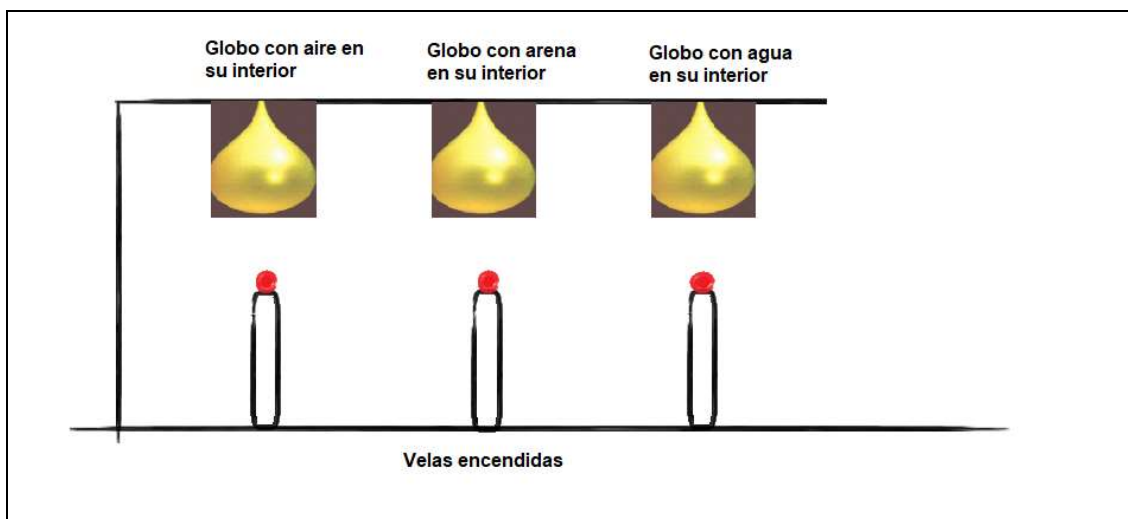
Objetivo: Identificar experimentalmente el concepto de calor específico, viéndolo como una propiedad física de cada sustancia.

Dirigido a: Estudiantes de grado octavo

Realizado por: Carlos Julián Peña

Descripción del problema:

Se ubican tres globos en un soporte, uno seguido de otro, de tal forma que uno se encuentre con sólo aire en su interior, el otro se encuentre con arena en su interior y el último tenga agua en su interior. En la parte de abajo de cada globo se ubica una vela la cual será encendida al mismo tiempo que las demás. Ten precaución a la hora de manipular la candela. (Ver figura)



Predicciones individuales:

Para esta parte, se les solicita a los estudiantes que de manera individual, respondan las siguientes predicciones en el cuaderno de pre-física o en su cuaderno de notas. Para esta actividad se propone 5 minutos.

Predicción 1:

¿Cuál de los tres globos crees que se reventará primero? (apóyate en un esquema para tu predicción y justifica)

Predicción 2:

¿Cuál de los tres globos crees que se reventará por último? (apóyate en un esquema para tu predicción y justifica)

Predicciones grupales:

Se les solicita a los estudiantes que se reúnan en grupos de tres (3) personas para determinar una conclusión grupal para cada una de las predicciones la cual registrarán en su hoja de respuestas. (10 minutos)

Desarrollo de la práctica:

En esta parte, pide a los grupos que realicen el montaje experimental, para esta actividad será necesario que dos estudiantes realicen el experimento, mientras que el otro se encargará de llevar el registro de todo lo trabajado (información obtenida, datos, discusión y conclusiones)

Materiales:

- 3 globos.
- 1 soporte.
- 3 velas.
- Agua.
- Arena.
- 1 encendedor

Se ubican los tres globos en el soporte, cada uno distribuido con su elemento en su interior. Posteriormente, se ubican las velas cada una debajo de un globo respectivo. Finalmente se encienden las velas al mismo tiempo y se esperan los resultados.

Resultados y discusión:

En esta parte, se busca que los estudiantes comparen sus predicciones con lo observado en la práctica y den respuesta a las siguientes situaciones.

1. ¿Cuál de los tres globos se reventó primero?
2. ¿Cuál de los tres globos se reventó por último?
3. ¿Por qué creen que se dieron los resultados vistos en la práctica?
4. ¿Qué relación consideran que existe entre el material que contenía cada globo y el tiempo en reventarse?
5. ¿Creen que cada material tiene una propiedad que relaciona su estructura con el aumento de su temperatura? Si la respuesta es afirmativa, ¿Cuál consideran que pueda ser esa propiedad?

Se realiza una discusión grupal dando respuesta a estas preguntas y a partir de allí, llegar al concepto de calor específico, de no ser así, el docente debe realizar contra preguntas orientadoras con el fin de alcanzar el objetivo de la práctica.

Resultados esperados:

Al finalizar la práctica, se espera que el estudiante comprenda el concepto de calor específico y lo relacione para cada uno de los materiales utilizados en la experiencia. Se espera que la bomba que se revienta primero sea la que contiene aire, en segundo lugar la que contiene arena y por último, la que contiene agua. Partiendo de allí y de las preguntas que deben responder para la discusión, el chico debe interiorizar el concepto de calor específico.

D. Anexo: Guía del docente práctica 4.

COLEGIO COOPERATIVO ANTONIO VILLAVICENCIO
ASIGNATURA PRE-FÍSICA
LABORATORIO DE APRENDIZAJE ACTIVO
CALORIMETRÍA
GUÍA DEL DOCENTE



Esta actividad es una práctica de laboratorio de aprendizaje activo (LAA), en la cual el docente realiza una descripción de la experiencia para que los estudiantes generen y discutan una serie de predicciones planteadas. Posteriormente, los estudiantes realizan la práctica donde el docente guía el proceso de manera clara para que finalmente se socialicen los resultados y se genere una discusión en busca de la construcción del concepto de calorimetría como la medida del calor de algunas muestras de alimento.

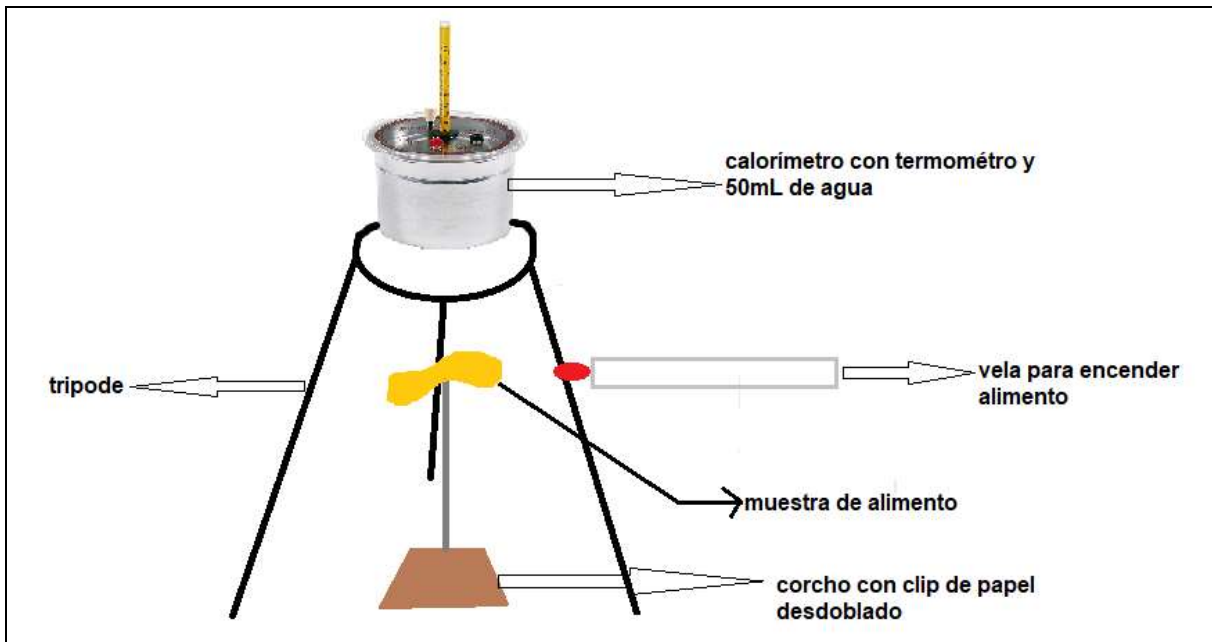
Objetivo: Aproximar experimentalmente la cantidad de calorías que contiene una muestra de alimento y evidenciar cómo se puede medir dicha cantidad.

Dirigido a: Estudiantes de grado octavo

Realizado por: Carlos Julián Peña

Descripción del problema:

Se tiene un calorímetro con un termómetro en su interior, el cual se encuentra sobre un soporte y contiene 50mL de agua a temperatura ambiente. Bajo éste, hay un clip de papel el cual se desdobló previamente, y que se encuentra sostenido en un corcho para tener firmeza. En uno de los extremos del clip (el que no se encuentra en el corcho), se inserta una muestra de comida empaquetada (puede ser un chito, una galleta, un dorito o una papa entre otros). Posteriormente, con una vela se enciende el trozo de comida hasta que se incinere totalmente. Finalmente, se agita el calorímetro y se revisa la nueva temperatura del agua contenida en el calorímetro. (Ver figura)



Predicciones individuales:

Para esta parte, se les solicita a los estudiantes que de manera individual, respondan las siguientes predicciones en el cuaderno de pre-física o en su cuaderno de notas. Para esta actividad se propone 5 minutos.

Predicción 1:

¿Cuál crees que pueda ser la nueva temperatura del agua contenida en el calorímetro después de que se haya consumido totalmente la muestra de comida?

Predicción 2:

¿Cuál consideras que puede ser la cantidad de calorías que tiene tu muestra de comida?

Predicciones grupales:

Se les solicita a los estudiantes que se reúnan en grupos de tres (3) personas para determinar una conclusión grupal para cada una de las predicciones la cual registrarán en su hoja de respuestas. (10 minutos)

Desarrollo de la práctica:

En esta parte, pide a los grupos que realicen el montaje experimental, para esta actividad será necesario que dos estudiantes realicen el experimento, mientras que el otro se encargará de llevar el registro de todo lo trabajado (información obtenida, datos, discusión y conclusiones)

Materiales:

- 1 calorímetro
- 1 muestra de comida
- 1 corcho
- 1 clip de papel
- 1 termómetro
- Agua
- 1 vela encendida
- 1 trípode

Vierte 50mL de agua a temperatura ambiente en el calorímetro e ingresa el termómetro. Registra la temperatura del agua contenida dentro del calorímetro. Desdobra el clip de papel dejándolo totalmente recto e inserta uno de sus extremos en el corcho, de tal forma que pueda mantenerse de pie con la punta del clip hacia arriba. Cuidadosamente, coloca el trozo de comida en el extremo del clip que no está en el corcho y posteriormente con la vela encendida, prende la muestra de comida. A continuación pon el calorímetro sobre el trípode el cual se encuentra sobre la muestra de comida. Para finalizar, espera que la muestra de comida se queme por completo y con mucha precaución, revuelve el agua que se encuentra dentro del calorímetro y registra la nueva temperatura.

Resultados y discusión:

En esta parte, se busca que los estudiantes comparen sus predicciones con lo observado en la práctica y den respuesta a las siguientes situaciones.

1. ¿Cuál fue la nueva temperatura del agua contenida en el calorímetro después de que se haya consumido totalmente la muestra de comida?
2. ¿Cuál fue la variación de temperatura del agua contenida en el calorímetro?
3. ¿Qué realizó el alimento incinerado al agua contenida en el calorímetro?
4. Usando la ecuación: $Q = m * c_e * \Delta T$ y teniendo en cuenta que la masa de agua utilizada fue de 50g y el calor específico del agua es de $1 \frac{cal}{g^{\circ}C}$, determina la cantidad de calorías que poseía tu trozo de comida.

5. ¿Cuál es la diferencia entre el valor de las calorías determinadas experimentalmente con el que proporciona el paquete donde estaban?

Se realiza una discusión grupal dando respuesta a estas preguntas y a partir de allí, llegar al concepto de calorimetría como medida del calor, de no ser así, el docente debe realizar contra preguntas orientadoras con el fin de alcanzar el objetivo de la práctica.

Resultados esperados:

Al finalizar la práctica, se espera que el estudiante interprete el concepto de calorimetría como la medida del calor y que éste, evidencie que el alimento realizó un traspaso de energía al agua contenida en el calorímetro. A pesar de que el valor experimental sea diferente al valor nutricional del alimento, esto debido a las condiciones de temperatura del ambiente, se busca que el chico evidencie claramente que hay un traspaso de energía y que por medio del calorímetro se puede realizar la medida de este traspaso.

E. Anexo: Evaluación Inicial y Final.

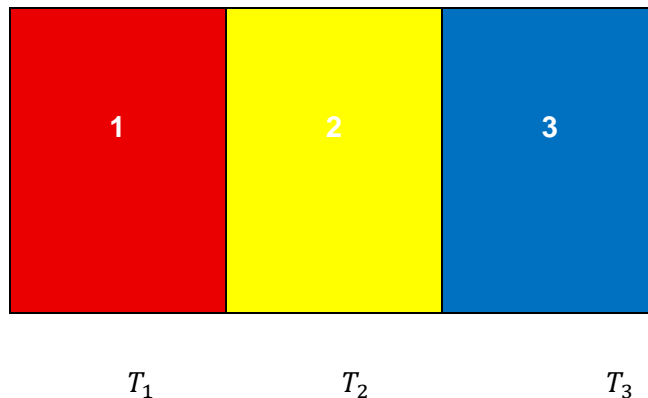


PRUEBA DIAGNÓSTICA
 COLEGIO COOPERATIVO ANTONIO VILLAVICENCIO
 “La ciencia es la estética de la inteligencia” (Gastón Bachelard)
 Departamento de Ciencias Naturales

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Apreciado estudiante: esta prueba se realiza con el objetivo de favorecer el aprendizaje de los conceptos fundamentales de la termodinámica. Con esta, se busca conocer algunas ideas previas acerca del tema. **Esta prueba no tiene nota**, en todo caso se espera que responda con sinceridad, si se les dificulta alguna pregunta, no importa, la idea es realizar un buen trabajo posterior a la evaluación. Muchas gracias por su colaboración.

1. Se tienen tres cuerpos idénticos, los cuales se encuentran en contacto y en condiciones ideales (aislados del medio ambiente) a temperaturas T_1, T_2 y T_3 , tales que $T_1 > T_2 > T_3$



De la anterior situación se puede concluir que inicialmente:

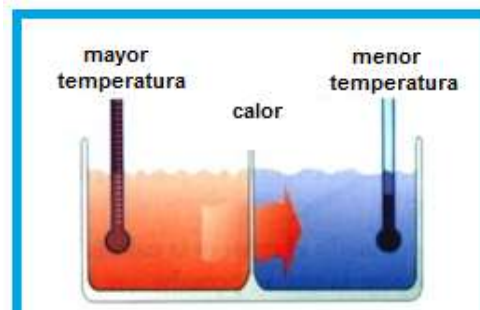
- a. La temperatura de los tres cuerpos es igual.
- b. 1 le cede calor a 2 y 3 absorbe calor de 2.

- c. 1 cede calor a 2 y 3 le cede calor a 2.
 - d. 2 absorbe calor de 1 y de 3.
2. Jairo se encuentra en el laboratorio y está calentando 100g de agua y 100g de alcohol, (con dos mecheros exactamente iguales) a la misma intensidad. Después de un tiempo observa que el agua empieza a evaporarse, mientras que el alcohol no. Este fenómeno ocurre porque:

- a. El alcohol tiene mayor densidad que el agua.
- b. El alcohol tiene mayor masa que el agua.
- c. El agua necesita menor cantidad de calor para cambiar su estado.
- d. El alcohol necesita menor cantidad de calor para cambiar su estado.



3. Un grupo de estudiantes están experimentando con 2 vasos de agua en la misma cantidad pero a diferentes temperaturas, y ponen en contacto la de mayor temperatura con la de menor temperatura (ver gráfico), después de un tiempo considerable, ellos podrían concluir que:



- a. Sus temperaturas no cambian.
- b. La de mayor temperatura inicial tendrá menor temperatura y viceversa.
- c. Las dos temperaturas se equilibran y son la misma.
- d. No se puede definir qué sucede con las temperaturas en el transcurso del tiempo.

4. El calor es la energía que se transfiere de un objeto a otro debido a la diferencia de sus temperaturas. de acuerdo a esta definición, se puede manifestar que un ejemplo de transferencia de calor es:



- a. Empujar un automóvil c. guardar café caliente en un termo cerrado
 b. Calentar agua en una estufa d. cargar un bulto pesado por media hora
5. En un día soleado y bajo una temperatura de 35°C aproximadamente, dos niños, José y Sebastián se encuentran jugando fútbol en una cancha de la Esperanza, después de un rato, sus padres llegan con un botellón de agua de 20L totalmente lleno y con hielo. Los padres sirven unos vasos de agua fría a los niños quienes se encontraban agitados por el juego, ellos, al ver los vasos llenos de agua y el botellón también realizan las siguientes apreciaciones:

José: en 15 minutos, el agua del botellón estará más caliente que el agua de los vasos.

Sebastián: en 15 minutos, el agua de los vasos estará más caliente que el agua del botellón.



De las anteriores afirmaciones:

- a. José tiene razón y Sebastián no.
 - b. Ambos tienen la razón.
 - c. Sebastián tiene razón y José no.
 - d. Ninguno tiene razón.
6. Se calientan cuatro materiales en cantidades iguales (cobre, hierro, plata y plomo) a una misma temperatura. De los anteriores materiales, y después de haber transcurrido 10 segundos. ¿cuál de los cuatro considera que se calentará más?



a. Cobre

b. Hierro

c. Plata

d. Plomo

7. Explique con sus propias palabras cómo funciona un termo en el que se guarda por ejemplo el café o la leche caliente:

8. Se tienen dos sustancias (alcohol y gasolina) con la misma masa y se encuentran afectados por las mismas condiciones ambientales. (temperatura ambiente de Villavicencio 30°C). según usted, ¿Qué sustancia absorbe mayor cantidad de calor en determinado tiempo?

F. Anexo: Cuestionario extra



CUESTIONARIO EXTRA
 COLEGIO COOPERATIVO ANTONIO VILLAVICENCIO
 "La ciencia es la estética de la inteligencia" (Gastón Bachelard)
 Departamento de Ciencias Naturales

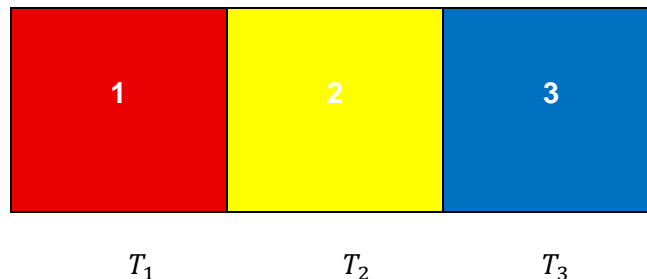
Nombre: _____

Curso: _____

Fecha: _____

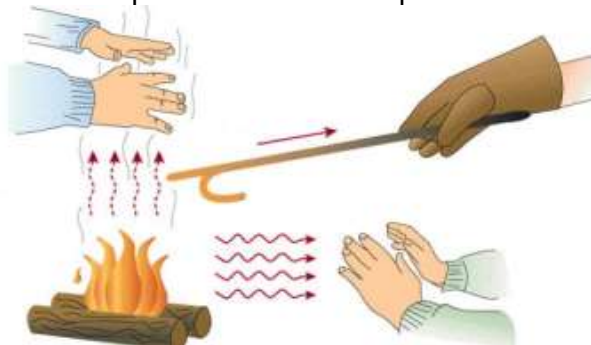
Apreciado estudiante: esta prueba se realiza con el objetivo de identificar el aprendizaje de algunos conceptos de la termodinámica obtenidos en el desarrollo de las últimas tres sesiones de clase. Con esta, se busca conocer algunas ideas previas acerca del tema. **Esta prueba no tiene nota**, en todo caso se espera que responda con sinceridad. Muchas gracias y éxitos.

1. Se tienen tres cuerpos idénticos, los cuales se encuentran en contacto y en condiciones ideales (aislados del medio ambiente) a temperaturas T_1, T_2 y T_3 , tales que $T_1 > T_2 > T_3$

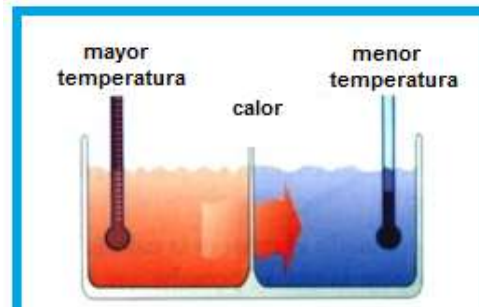


De la anterior situación se puede concluir que inicialmente:

- A. La temperatura de los tres cuerpos es igual.
 - B. 1 le cede calor a 2 y 3 absorbe calor de 2.
 - C. 1 cede calor a 2 y 3 le cede calor a 2.
 - D. 2 absorbe calor de 1 y de 3.
2. El calor es un proceso de transferencia de energía entre dos cuerpos por medio de una diferencia de temperaturas. Los tres tipos de transferencia de calor son:



- A. Conducción, Radiación y Transmisión.
 - B. Conducción, Convección y Radiación
 - C. Convección, Emisión y Radiación
 - D. Convección, Emisión y Transmisión
3. Un grupo de estudiantes están experimentando con 2 vasos de agua en la misma cantidad pero a diferentes temperaturas, y ponen en contacto la de mayor temperatura con la de menor temperatura (ver gráfico), después de un tiempo considerable, ellos podrían concluir que:



- A. Sus temperaturas no cambian.
 - B. La de mayor temperatura inicial tendrá menor temperatura y viceversa.
 - C. Las dos temperaturas se equilibran y son la misma.
 - D. No se puede definir qué sucede con las temperaturas en el transcurso del tiempo.
4. En la historia del calor y el frío se han encontrado bastantes ideas y teorías, las cuales fueron revolucionarias y muy creativas en su tiempo. Una de ellas, manifestaba que existía una sustancia inodora, incolora y sin masa, la cual se transfería de un cuerpo de mayor temperatura, a uno de menor temperatura. Esta teoría fue propuesta por Antoine Lavoisier y se conocía como:



- A. Teoría del calórico
- B. Teoría del equilibrio térmico
- C. Teoría de las sustancias
- D. Teoría de la temperatura

G. Anexo: Fotos de aplicación de la propuesta.















Bibliografía

- [1] Abbott, Michael. & Van Ness, Hendrick. (1989). *Schaum's Outline of Theory and Problems of Thermodynamics*. Segunda edición. McGraw - Hill.
- [2] Blanco, Pere. (2012). *Paradigma Pedagógico Ignaciano e Investigación-Acción. Una propuesta ecléctica para el desarrollo de habilidades competenciales*. Revista Aula de Encuentro.
- [3] Carrasco, Vicente. (2011). *Metodologías para el aprendizaje activo*. DAC-MPES. Universidad Alicante. España.
- [4] Cengel, Yunes. & Boles, Michael. (2009). *Termodinámica*. Séptima edición. México: McGraw - Hill.
- [5] Claret Zambrano, Alfonso. (2009). *Historia y epistemología de los conceptos básicos de la termodinámica: calor, temperatura y trabajo*. Ediciones Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- [6] Encyclopaedia Britannica. *Boltzmann constant*. Tomado de: <https://www.britannica.com/science/Boltzmann-constant>. Recuperado el 25/09/2018.
- [7] Encyclopaedia Britannica. *Degree of freedom*. Tomado de: <https://www.britannica.com/science/degree-of-freedom-mathematics-and-statistics>. Recuperado el 25/09/2018.
- [8] Erickson, Gaalen. (1979). *Children's Conceptions of Heat and Temperature*. The University of British Columbia. Vancouver B.C. Canadá

- [9] García-Carmona, Antonio. (2009). *La investigación-acción en la enseñanza de la física: un escenario idóneo para la formación y desarrollo profesional del profesorado*. Universidad de Sevilla. España.
- [10] Guesne, Edith & Tiberghien, Andrée. (1985). *Children's Ideas in Science*. Open University Press. Celtic Court. Philadelphia.
- [11] Gyftopoulos, Elias & Beretta, Gian Paolo (1991). *Thermodynamics: Foundations and Applications*. Dover publications, INC. Mineola, New York.
- [12] González Arias, Arnaldo. (2003). *Calor y trabajo en la enseñanza de la termodinámica*. Revista Cubana de Física. Universidad de la Habana.
- [13] Hodson, D. (1994). *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Investigación y experiencias didácticas*. Canadá.
- [14] Incropera, Frank & DeWitt, David. (1999). *Fundamentos de Transferencia de calor*. Cuarta edición al español. México: Prentice Hall editorial.
- [15] Insausti, M.J. (1994). *La utilización del video para la enseñanza de conceptos básicos (Calor y temperatura). Investigación y experiencias didácticas*. Canadá.
- [16] Latorre, Antonio. (2003). *Investigación Acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. ED. Barcelona. Graó.
- [17] Pessoa de Carvalho, A.M. (1992). *Historia de la ciencia como herramienta para la enseñanza de física en secundaria: un ejemplo en calor y temperatura*. Enseñanza de las ciencias.
- [18] Resnick, Robert. & Halliday David. (1992). *Física volumen 1*. Tercera edición al español. México: compañía editorial continental.
- [19] Schwartz, S. & Pollishuke, M. (1998). *Aprendizaje Activo. Una organización de la clase centrada en el alumnado*. Madrid.
- [20] Sokoloff, D. & otros. (2006). *Active Learning in Optics and Photonics, Training manual*. UNESCO.

[21] Sozibilir, Mustafa (2003). *A review of selected literature on students' misconceptions of heat and temperature*. Article. Ataturk University.

[22] Tipler, Paul. & Mosca, Gene. (2003). *Física para la ciencia y la tecnología*. Quinta edición. Editorial Reverté.

[23] Young, Hugh. & Freedman, Roger. (2009). *Física universitaria*. Decimosegunda edición. Traducción de Victoria A. Flores. Pearson Education editorial.