

REFLEXION SOBRE EL CONCEPTO DEL CALOR PARA LA ENSEÑANZA DE
LA TERMODINAMICA

PRESENTADO POR: CARMEN LILIANA GALLEGO PARRA

ASEROR: JUAN CARLOS CASTILLO AYALA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DESDE UNA
PERSPECTIVA CULTURAL

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LICENCIATURA EN FÍSICA

2024

REFLEXION SOBRE EL CONCEPTO DEL CALOR PARA LA ENSEÑANZA DE
LA TERMODINAMICA

TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN FÍSICA

PRESENTADO POR: CARMEN LILIANA GALLEGO PARRA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DESDE UNA
PERSPECTIVA CULTURAL

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LICENCIATURA EN FÍSICA

2024

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	4
CAPITULO 1.	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
ANTECEDENTES.....	8
CAPITULO 2. Fundamentos del Estudio del Calor según Joseph Black.....	12
CONTEXTO HISTÓRICO.....	12
ESTADO DE EQUILIBRIO TÉRMICO.....	14
TEMPERATURA.....	15
TRANSFERENCIA DE CALOR.....	16
CAPACIDAD CALORÍFICA.....	17
CALOR ESPECIFICO.....	18
CALOR LATENTE.....	20
CAPITULO 3, Transferencia de Calor y Equilibrio Térmico en un Estudio Experimental.....	23
ANÁLISIS DE LAS SITUACIONES.....	23
APRECIACIÓN FINAL DE LAS SITUACIONES.....	26
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	27

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia se ha evolucionado en la comprensión del calor, teniendo en cuenta distintas teorías y un enfoque marcado desde la antigüedad, basados en pensamiento científico, el concepto de calor no ha sido el mismo este ha cambiado con el tiempo gracias a las observaciones y experimentos.

Asimismo, Joseph Black científico del siglo 18 que revolucionó el estudio del calor al proponer conceptos como el calor específico y el calor latente. Estos aportes son importantes porque ayudan a comprender fenómenos como cuando el hielo se derrite o el agua hierve. Las observaciones fueron importantes para diferenciar entre el calor y la temperatura.

Por otro lado el calor ha evolucionado significativamente. Al principio, se creía que el calor era una sustancia en sí misma, pero con el tiempo se reconoció como un fenómeno físico relacionado con la transferencia de energía térmica. Se resalta que la cantidad de calor necesaria para cambiar la temperatura de un material no solo depende de su masa, sino también de las propiedades del material y se define el calor específico. Así como el agua tiene un alto calor específico, lo que le permite absorber grandes cantidades de calor sin un cambio drástico en la temperatura. También que la transferencia de calor sigue un camino hacia el equilibrio térmico, donde dos cuerpos en contacto intercambian calor hasta alcanzar la misma temperatura. Este proceso es fundamental para comprender cómo funcionan distintas sustancias en reacción al calor. Así mismo, la importancia del calor en los cambios de estado, como la fusión del hielo a agua. Esto demuestra que el calor no siempre causa un aumento en la temperatura, sino que puede ser utilizado para cambiar el estado de una sustancia.

La obra de Joseph Black y otros científicos subraya la relevancia de la observación y la experimentación en la comprensión del calor. Esto incluye la medición precisa de la temperatura y el estudio de cómo diferentes materiales interactúan térmicamente. Black basó sus conclusiones en la experimentación y observación sistemática de la construcción del conocimiento, muestra la importancia de la indagación de la temperatura al indicar el nivel de calor que expresa el estado térmico de un cuerpo, la cual generalmente se define en relación con los cambios térmicos y de fase de una sustancia, dicho de otra manera, el agua líquida es tomada como referencia para la temperatura en grados Celsius. Cuando dos cuerpos están a distintas temperaturas el calor fluirá del más caliente al más frío hasta que la temperatura de ambos se iguale. Este proceso implica que la demanda

de calor, entendida como la capacidad de los cuerpos para absorber o liberar calor, se ajusta durante la equilibración térmica hasta que se iguala, deteniendo el flujo de calor. Señala que la intensidad de calor que fluye no siempre determina el estado de equilibrio alcanzado. Esto se debe a que el calor puede distribuirse de manera diferente en cada cuerpo, influenciado por sus propiedades térmicas, como la capacidad calorífica. Asimismo, el equilibrio térmico se logra a través de un delicado balance en la interacción de los cuerpos, que depende tanto de sus temperaturas iniciales como de sus propiedades térmicas.

CAPITULO 1.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es fundamental comprender el concepto de calor para evitar confusiones entre la sensación térmica producida por el ser humano y el calor como una propiedad física de la sustancia, se debe considerar estudiar cómo se enseña con respecto a la medida, su aplicación y el conocimiento científico. Poder diferenciar la sensación de calor que experimenta una persona en un día caluroso y el proceso de calentamiento del agua en una olla sobre la estufa, Son contextos diferentes pero juntos tienen el concepto de calor. ¿Cómo podemos integrar las experiencias del calor como sensaciones humanas, con la idea de que el calor es una cualidad transferible entre sustancias?

Se encontró que una de las dificultades para enseñar los procesos térmicos, puede tener origen en comprender cómo se produce la transferencia de calor y en cuantificar este proceso de manera precisa, implica entender que el calor no se transfiere de manera instantánea, que por el contrario son procesos donde se distribuye entre dos cuerpos hasta alcanzar la misma temperatura y el proceso de transferencia de calor depende de varios factores, como la conductividad térmica de los materiales y el entorno, entonces ¿Cómo se puede garantizar que el proceso de transferencia de calor se puede estudiar y cuantificar de manera precisa?

El calor al no poder ser observable ni tangible se convierte en un reto para los estudiantes, pueden confundir la sensación de calor con la idea de que es algo contenido en los objetos, lo que dificulta comprender que es el resultado de la actividad térmica y la interacción entre las sustancias. Medir y cuantificar el calor y no sólo experimentarlo se torna complejo para los estudiantes en su proceso de aprendizaje, ¿cómo podemos concluir la naturaleza del calor efectivamente?

Con base en lo expuesto anteriormente, resulta importante comprender la importancia entre la sensación térmica y la transferencia de calor, lo que nos lleva a plantear la siguiente pregunta.

¿Qué fenómenos y situaciones de estudio posibilitan una comprensión del concepto de calor propuesto por Joseph Black con el fin de tener criterios para su enseñanza?

OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis de los fenómenos y situaciones de estudio mediante de las cuales Joseph Black conceptualizo el calor, con el fin de aportar para la construcción de situaciones de estudio para la enseñanza del calor.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y explicar los conceptos del calor, como el calor específico y el calor latente, facilitando a los estudiantes la comprensión de estos fenómenos en situaciones cotidianas.
- Analizar las situaciones y fenómenos propuestos por Black que permiten la conceptualización del calor, con el fin de establecer criterios para la formulación de actividades en el aula.
- Proponer nuevas situaciones de estudios y preguntas, que hagan posible la construcción del concepto de calor y propicien la habilidades científicas en el aula

ANTECEDENTES

Los contextos históricos son fundamentales para llevar a cabo una investigación histórico-crítica sobre Joseph Black, se permite comprender como sus aportes han contribuido a la evolución del entendimiento del calor y su naturaleza. El calor específico y el calor latente, estos conceptos fueron cruciales para explicar fenómenos como los cambios de estado de la materia. Estas nociones no solo establecieron las bases para la termodinámica moderna, también ofrecieron herramientas conceptuales para interpretar procesos físicos complejos. Al analizar el trabajo de (Camargo, 2022) facilita conectar el legado de Joseph Black con las necesidades actuales de enseñanza, haciendo más accesible y comprensible la formación de físicos en temas fundamentales como el calor.

En el estudio de la termodinámica es importante abordar la historia y el desarrollo de las máquinas térmicas, teniendo en cuenta la evolución de la máquina de vapor y su impacto en la ciencia y la tecnología. Igualmente tiene en cuenta los aportes de varios inventores, como Thomas Savery, Thomas Newcomen y James Watt, en la mejora de la eficiencia de estas máquinas. (Camargo, 2022) Aún más, se menciona el trabajo de Sadi Carnot y sus "Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego", que son aportes fundamentales para las bases de la termodinámica moderna. Incluso destaca la importancia del principio de equivalencia de las transformaciones y el concepto de entropía en la enseñanza de la física, destacando que la historia de las ciencias es fundamental para comprender los fenómenos físicos y su enseñanza. En virtud de la historia de la tecnología, la física y la educación, resalta cómo los avances en la comprensión del calor han influido en el desarrollo de la teoría termodinámica y su enseñanza. (Camargo, 2022)

Uno de los referentes es Joseph Black y su aporte en la relación entre el agua líquida y el vapor. También se toma de Joseph Black, la relación entre el volumen del agua líquida y el vapor a presión atmosférica es del orden de 1800. Con esto les da importancia a los estudios de Black en la comprensión de la termodinámica y la eficiencia de las máquinas de vapor. Así mismo proporciona un marco histórico sobre cómo se desarrollaron las ideas relacionadas con el calor, relacionando los

aportes de Sadi Carnot y Joseph Black. Para comprender el contexto en el que se formularon estas teorías puede facilitar la comprensión de los conceptos actuales de calor. Aún más al discutir la importancia de la historia y la filosofía de la ciencia en la enseñanza de la termodinámica, se toman con mayor claridad el concepto de calor y puede ser facilitado con un enfoque educativo. (Camargo, 2022)

La propuesta se basa en la enseñanza de la termodinámica, en particular el concepto de temperatura, más exactamente en la educación media. Así como su objetivo general es realizar un estudio documental que permita comprender los aspectos necesarios para abordar el concepto de temperatura en cursos de física, con la intención de construir una propuesta didáctica para su enseñanza en este nivel educativo. Igualmente se resaltan las dificultades en la enseñanza de la temperatura, sumado a esto se examinan las construcciones teóricas de científicos relevantes en el campo de la termodinámica. (Quintero, 2017)

Debido a esto se presentan las propuestas y reflexiones sobre la enseñanza de la temperatura, buscando mejorar la comprensión de los estudiantes sobre este concepto y su relación con otros temas fundamentales de la termodinámica. Por otro lado aborda el concepto de calor y su enseñanza, teniendo en cuenta varias dificultades que enfrentan los estudiantes en su comprensión. También menciona que el calor es un tema controvertido y que su significado científico a menudo se confunde con el uso coloquial del término. Por consiguiente señala que los términos calor y temperatura son utilizados de manera similar en el lenguaje cotidiano, como resultado, lleva a confusiones en su definición científica. Así mismo se menciona que la enseñanza de los fenómenos físicos relacionados con el calor y la temperatura es complicada, incluso en niveles educativos superiores. (Quintero, 2017)

Afirma que estas dificultades se deben en gran parte a que en los estudiantes son de comprensión errónea de estos conceptos, por consiguiente los errores conceptuales, como asumir que el cero en diferentes escalas de temperatura tiene el mismo significado. De ahí que destaca el calor como una forma de energía en transferencia y la temperatura es una medida de la energía cinética promedio de las partículas en un sistema, es fundamental para una comprensión más profunda de la termodinámica. También la revisión de las contribuciones de científicos como Black y otros te permite entender cómo se desarrollaron las ideas sobre el calor a lo largo del tiempo. Por otro lado es interesante la evolución del conocimiento científico y cómo las teorías han cambiado, también como la forma en que se enseña varía la comprensión. (Quintero, 2017)

El trabajo se centra en la recontextualización de saberes en la enseñanza de la termodinámica, utilizando el análisis histórico de la obra de Sadi Carnot, específicamente su texto "Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas adecuadas para desarrollar dicha potencia". El objetivo principal es identificar y analizar los problemas de conocimiento que surgen en la enseñanza de

las máquinas térmicas y cómo estos pueden ser abordados a través de un diálogo con las obras de los científicos. (Salina, 2018)

El estudio argumenta que la enseñanza de las ciencias no debe limitarse a la transmisión de productos científicos acabados, por el contrario debe involucrar un proceso constructivo y dialógico que permita a los estudiantes comprender los fenómenos y conceptos de manera más profunda. Se enfatiza la importancia de la historia de la ciencia como un recurso valioso para facilitar esta recontextualización y mejorar la comprensión de los conceptos en el aula. (Salina, 2018)

Black se reconoce por su contribución a la comprensión del calor como una sustancia, a la que se refiere como calórico. Así mismo se destaca que Black identificó el calor como un fluido sutil que impregnaba los cuerpos y que influía en su estado (sólido, líquido o gas) dependiendo de la relación entre las fuerzas atractivas de las moléculas y la repulsiva del calor. También se menciona que al calentar un cuerpo, su volumen aumenta debido a que las moléculas se separan, y al enfriarse, las moléculas se acercan nuevamente, volviendo el cuerpo a su volumen original y lo relaciona con la idea de que el calor o calórico, actúa como un fluido que separa las moléculas, lo que es fundamental para entender los cambios de estado y la producción de movimiento en las máquinas térmicas. Black y sus aportes son relevantes para la discusión sobre el calor y su papel en la termodinámica, ya que establece una base conceptual que influye en la comprensión de los fenómenos térmicos y en la enseñanza de la materia. Así mismo explica conceptos clave como el equilibrio térmico, el flujo de calor y la producción de trabajo en máquinas térmicas. Por otro lado La obra de Black, que describe cómo el calor afecta el estado de la materia (sólido, líquido, gas), es importante para entender fenómenos como la expansión térmica y la condensación. Esto es fundamental para comprender cómo los materiales responden a cambios de temperatura. Para finalizar proporciona un marco teórico y práctico que enriquece la comprensión del calor, sus propiedades y su comportamiento en diferentes contextos. (Salina, 2018)

En este documento se el análisis histórico del principio de equivalencia de las transformaciones de trabajo en calor y viceversa, así como las equivalencias de estas transformaciones en procesos cíclicos. El autor, Jessyca Susana Sánchez Forigua, examina las contribuciones de científicos como Carnot, Clapeyron, Thomson, Joule y Clausius, con el fin de familiarizar a los estudiantes con la actividad científica y la construcción del conocimiento a través de la experimentación y el análisis. (Sanchez, 2016)

Toma a Joseph Black en relación con su contribución al entendimiento del calor y su naturaleza. Se destaca que Black fue pionero en la idea de que el calor no es una sustancia, sino una forma de energía. Su trabajo sobre el calor específico y el concepto de calor latente son fundamentales para la termodinámica. Así mismo Black introdujo la noción de que el calor puede ser absorbido o liberado por las

sustancias durante los cambios de estado, sin que haya un cambio en la temperatura. Esto fue crucial para el desarrollo posterior de la teoría termodinámica, ya que sentó las bases para entender cómo el calor se transforma en trabajo y viceversa. Por otro lado, al explorar las contribuciones de científicos como Joseph Black, Sadi Carnot, y otros, se obtiene una comprensión más profunda de cómo se desarrollaron las ideas sobre el calor y su naturaleza. Esto te permitirá ver el calor no solo como un concepto aislado, sino como parte de una evolución científica. También aborda conceptos fundamentales como el calor específico, el calor latente y la transformación de calor en trabajo. Comprender estos conceptos es esencial para una buena base en termodinámica. Así mismo, menciona el uso de categorías conceptuales como estado, proceso y transformación. Estas categorías pueden ayudar a organizar y relacionar diferentes aspectos del calor y su comportamiento en sistemas físicos. (Sanchez, 2016)

CAPITULO 2. Fundamentos del Estudio del Calor según Joseph Black

CONTEXTO HISTÓRICO

A lo largo del texto se pondrá en evidencia cómo entendemos el calor, su efecto en los cuerpos, y su relación con la caracterización de las sustancias. Se tiene como referente las ideas de Joseph Black, un científico del siglo XVIII, quien estudió cómo el calor puede cambiar el estado de las sustancias, como el hielo se convierte en agua líquida. El calor no eleva la temperatura de un material, sino que se usa para cambiar su forma, como al derretir o hervir. Además, se menciona la transferencia del calor de un objeto caliente a uno frío hasta que ambos alcanzan la misma temperatura, también se explica cómo se ha comprendido el calor y su papel en la naturaleza.

El concepto de calor como fenómeno físico, ha evolucionado a lo largo de la historia y las confusiones conceptuales siguen existiendo. En la mayoría de los casos el calor se asocia con altas temperaturas. Este mal entendido ignora la evolución histórica del conocimiento y las ideas que se han intentado explicar desde la antigüedad por lo que *“Las respuestas a la pregunta “¿Qué es el calor?, tiene una amplia gama de errores conceptuales, normalmente se relaciona con las altas temperaturas”* (Picos, Cuador, & Martínez, 2022)

Se pensaba el calor como el origen y motor de la materia vinculándolo directamente con el principio del universo, *“Las primeras ideas sobre el calor se remontan a partir de los trabajos de Heráclito (535 aC – 484 aC), quien sostenía que el fuego era el origen de la materia. Anaxímenes (590 aC - 534 aC) propuso que los estados comunes de la materia eran lo “caliente” y lo “frío”* (Picos, Cuador, & Martínez, 2022) las ideas para la fecha se ampliaron al caracterizar el frío y el calor como estados de la materia, a lo que llevo a explicar fenómenos naturales con conceptos contrarios. La naturaleza del calor durante años fue basada en estos dos conceptos.

Para Aristóteles las cualidades de caliente y frío, seco y húmedo no solo era la temperatura de los cuerpos, si no que hacían parte de la transformación de la materia. Tampoco era algo tangible por el contrario era un elemento oculto con un movimiento que influía en la naturaleza de los cuerpos. Estas nociones vinculaban el calor con los procesos físicos y químicos de la época. *“Aristóteles (384 aC - 322 aC) la temperatura de los cuerpos estaba condicionada por el contenido de las*

cualidades: “caliente y frío”, “seco y húmedo”, veía en el calor un elemento oculto formado por partes en movimiento perpetuo”. (Picos, Cuador, & Martínez, 2022)

La propuesta de Aristóteles comenzaba a ser cuestionada, con la llegada de diferentes formas de interpretar el calor “*G. Galilei (1564- 1642) sostuvo que el calor era un elemento material y fluido, para R. Descartes (1596-1650) era como una agitación de las partes de los cuerpos. J.B. Van Helmost (1580-1644) propone la teoría del alcahesto, al realizar observaciones sobre la calcinación del azufre y del carbón encontrando contradicciones, señalando que el fuego no es un elemento en sí, sino un agente de transformación.” (Picos, Cuador, & Martínez, 2022), estas contradicciones permiten que los estudiantes comprendan que la ciencia avanza con base en observaciones y cuestionamientos, lo que refuerza el pensamiento crítico.*

Teniendo en cuenta la naturaleza dinámica del conocimiento científico, muestra cómo la historia de la ciencia es una herramienta clave para la enseñanza, ayudando a los estudiantes a reflexionar sobre el proceso de construcción del conocimiento, por eso es importante saber que “*Ya en el siglo XVII R. Boyle (1627-1691) consideró que debía existir cierta unidad de la materia, lo que implicaba que debería estar compuesta por corpúsculos. En 1667, J. Becher (1635-1682) postula la teoría del flogisto, la que fue defendida por G. Stahl (1659-1734), como un elemento inaccesible que poseen todos los cuerpos combustibles. L.P. Euler (1707-1783) lo concibió como un principio inflamable que entraba en proporción variable en la composición de todos los cuerpos y al cual se dio el nombre de flogisto y más tarde calórico. En el transcurso del siglo XVII existían dos teorías sobre el calor, la teoría del flogisto y la de los atomistas griegos. El francés A. Lavoisier (1743-1794) y sus discípulos fueron los defensores de la teoría del calórico, la cual fue fortalecida con la construcción de termómetros que fueron utilizados por J. Black (1728-1799) para estudiar el calor y medir la frialdad de los cuerpos, defendiendo la existencia de un fluido invisible que entraba y salía de una sustancia aumentando o disminuyendo su temperatura”.* (Picos, Cuador, & Martínez, 2022) Conocer la evolución de las ideas científicas vincula la indagación y el aprendizaje basado en la historia de la ciencia, para cuestionar teorías previas y buscar explicaciones más acordes.

Cabe destacar Joseph Black (1728-1799) fue un médico y químico escocés quien revolucionó el estudio del calor y la temperatura, no solo propuso teorías, si no que realizó experimentos que demostrarían conceptos como el calor específico y el calor latente, sumado a esto, está involucrado en los cambios de estado, como cuando el hielo se derrite o el agua hierve, sin que la temperatura suba durante esos procesos. Este descubrimiento cambió la forma en que se estudiaba el calor en su tiempo. Además, fue un gran maestro que enseñó a muchos otros científicos importantes, esto resalta la importancia de la transmisión del conocimiento científico.

Esta medida permite comprender el calor presente en los cuerpos y entender mejor cómo ocurre el intercambio de calor en el proceso de alcanzar la misma temperatura. Representa el punto en el que no se intercambia calor entre ellos. Black entendía la temperatura como indicador del nivel de calor que tiene un cuerpo comparado con otro, y esta idea se basa en el equilibrio térmico.

ESTADO DE EQUILIBRIO TÉRMICO

Siguiendo la idea de Black, que el equilibrio es el estado en el cual las sustancias como el agua líquida en contacto térmico alcanzan la misma temperatura, en consecuencia, dejan de intercambiar calor. *“sólo en la interacción térmica de dos o más cuerpos es que es posible hablar de flujo de calor y, por consiguiente, de igualdad en las demandas por el mismo. Esta idea relacional de igualdad de propensiones por el calor es la que permite caracterizar la situación final alcanzada en cualquier sistema que interactúe térmicamente: el estado final de un proceso térmico, entendido éste como un proceso de transmisión de calor, corresponde a un estado de equilibrio térmico.”* (Castillo & Pedreros, 2013) el flujo se ha distribuido de manera uniforme entre los cuerpos involucrados. Este concepto es fundamental, por esta razón establece que el calor siempre fluye de un cuerpo más caliente a un cuerpo más frío hasta que se igualen las temperaturas. También se puede ver como una estabilidad donde la naturaleza se mantiene constante si no hay influencias externas. Si se coloca un cubo de hielo en un vaso de agua caliente, se puede observar cómo baja la temperatura en el agua líquida mientras el hielo se derrite, hasta que ambos alcanzas la misma temperatura.

“Es aquí donde se considera que aparece la idea de equilibrio —concebido como igualdad— como estrategia organizadora: existe un flujo de calor hasta que se da una igualdad en la demanda o propensión por el calor; una vez alcanzada tal igualdad, el flujo de calor cesa” (Castillo & Pedreros, 2013). Es la inactividad que se alcanza de forma natural y espontánea entre varios cuerpos, después de haber interactuado mediante la transferencia de calor. Al principio, todos los cuerpos están en un estado de desigualdad de temperatura, dependiendo de esta desigualdad habrá un mayor flujo de calor. Para ilustrar este fenómeno suponemos que se tienen las manos frías y sostiene una taza caliente, el calor se transfiere de la taza a las manos hasta que ambas temperaturas se igualan. En otras palabras, el desequilibrio se empezó a pensar cuando se dieron cuenta que el calor no se desaparece ni se crea de la nada sino que se mueve de un lugar a otro, cuanto mayor sea el desequilibrio, mayor será el flujo. Este disminuirá a medida que la desigualdad de temperaturas vaya disminuyendo, por lo cual, después de un tiempo de interacción, todos los cuerpos llegan a un estado térmico en el que ninguno está más caliente que otro. En ese momento, el calor es homogéneo, puesto que todos han alcanzado un estado de equilibrio térmico.

Para Black, el estado describe la condición de la cualidad que se encuentra una sustancia en un momento determinado, en términos simples, la manera de estar o

la condición en la que se encuentra un sistema, en relación con una cualidad específica como la temperatura. De la misma manera, el estado representa un sistema particular en la que las propiedades del sistema son homogéneas y no producen cambios mientras no haya desequilibrio, esta condición está relacionada con cómo se organizan y se comportan las partículas que componen esa sustancia.

Considerando el enfoque de Black, el estado de la cualidad depende de la homogeneidad del flujo de calor en todo el sistema, cuando se introduce un desequilibrio (como una diferencia de temperatura) el estado del sistema cambie, como consecuencia se genera interacción entre sus partes o entre el sistema y el entorno, por lo tanto, el estado puede variar en función de factores como la temperatura y el aumento de flujo de calor que tiene la sustancia. Los cambios de estado son esenciales para el análisis, considerando que permiten medir las variables de una cualidad o cuantificar la diferencia entre estos estados en el sistema, por esto, el estado describe el aspecto y la estructura interna de un material, así como, su capacidad para cambiar o transformarse bajo diferentes circunstancias

TEMPERATURA

Para Black, la Temperatura es una manera de medir cuán caliente o frío está un cuerpo en relación con otro. Este valor se define en función de su grado de actividad térmica, que es un indicador de la intensidad del flujo de calor que un cuerpo contiene. Todas las sustancias, por naturaleza, se pueden encontrar a diferentes grados de temperatura. Además, la medición revela la temperatura de un cuerpo en un momento dado. Esta condición puede cambiar cuando las sustancias interactúan con otras sustancias o entornos, gracias a que puede ceder o absorber calor activo según la intensidad de flujo que recibe o libera durante el proceso de interacción, es decir, el agua caliente y el agua fría, al tocar un vaso con agua caliente y otro vaso con agua fría, será evidente que el vaso con agua caliente tiene una temperatura alta y el agua fría tiene una temperatura baja, en este caso el instrumento de medida serán nuestros sentidos y la referencia puede ser más caliente que el ambiente o menos caliente que el ambiente. “Adquirir la misma temperatura significa, entonces, tener la misma disposición o demanda por el calor. Esta concepción particular de temperatura es la que posibilita considerarla como una magnitud que caracteriza el estado térmico de un sistema particular.” (Castillo & Pedreros, 2013)

Para más claridad, Aunque a simple vista podemos sentir si algo está caliente o frío, la temperatura nos ofrece una manera más exacta de comprender este fenómeno. Es el resultado del calor presente en una sustancia y de cómo se homogeniza ese calor. De acuerdo con Black la temperatura es importante porque, a través de ella, podemos hacer predicciones sobre el comportamiento de las sustancias, cómo interactuarán entre sí y cómo reaccionarán ante cambios en el entorno. Esta medida de la cualidad térmica es clave para entender la relación que tienen las sustancias con el calor. La temperatura se considera una escala que

ayuda a cuantificar en qué estado se encuentra un cuerpo o sustancia, se presenta como una forma de comparar diferentes estados térmicos, de hecho, cuando se dice que una sustancia tiene cierta temperatura, se está escribiendo su estado en relación con otras sustancias o el ambiente. No se puede hablar de un cambio en la temperatura de una sustancia sin considerar cómo interactúa con otra. Estas interacciones son esenciales para comprender los procesos naturales que involucran cambios de temperatura.

El estado de un cuerpo no puede cambiar sin afectar otros cuerpos en un sistema. Sumado a esto cuando hay una diferencia de temperatura entre dos sustancias, se genera un cambio, lo que lleva a la transferencia de calor. *“De este modo estamos bajo la necesidad de concluir de estos actos que nuestras sensaciones de calor y frío no dependen de dos causas activas diferentes, o cualidades positivas en esos cuerpos que provocan estas sensaciones, sino de ciertas diferencias de calor entre esos cuerpos y nuestros órganos.* (Romero, 2014)

TRANSFERENCIA DE CALOR

Tal como menciona Black, el desequilibrio es el motor que impulsa la transferencia de calor y es fundamental para comprender los procesos térmicos en la naturaleza, por lo tanto, el desequilibrio térmico es el estado inicial que genera la necesidad de esa transferencia de calor. Su enfoque destaca la importancia de entender cómo la diferencia de temperatura influye en el comportamiento de los sistemas térmicos y cómo se puede decir el flujo de calor en base a estas diferencias. *“El calor se comunica de cuerpos calientes a fríos, cuando estos entran en contacto o están en la cercanía; y la comunicación continúa hasta que los cuerpos se reducen a una temperatura igual, indicando un equilibrio de calor con otro.”* (Castillo & Pedreros, 2013)

Podemos ver cómo la idea de calor ha evolucionado. Black no sólo define el calor y su naturaleza como una cualidad transferible, sino también contribuyó al concepto de calor como una propiedad de los cuerpos, ya que, el calor no es algo que esté contenido dentro de los objetos, sino un resultado de la actividad térmica, *“Así, el calor es perpetuamente transmisible de cuerpos calientes a los cuerpos fríos que los rodean, y además pasa de uno a otro y penetra toda clase de materiales sin excepción”* (Romero, 2014). Por ejemplo, se tiene una copa de agua caliente y la dejamos en una habitación con aire frío, al principio, el agua está más caliente que el aire, a lo que lleva que el calor se transfiera del agua caliente al aire frío, este proceso tardará algún tiempo y el agua caliente se va enfriando y el aire se va calentando, hasta que ambos alcancen la misma temperatura. Esto muestra que el calor no está dentro de los objetos, sino que es algo que se puede transferir entre ellos y es un proceso natural y fundamental en el estudio de la termodinámica, tal como lo describe Joseph Black al utilizar experimentos de frío y calor para discutir estas dos cualidades, en otras palabras, para describir como una sustancia caliente, al ser retirado de una fuente de calor, transfiere su calor al entorno, lo que resulta

en un enfriamiento de la sustancia y un calentamiento del entorno. De la misma manera, establece que la transferencia de calor sigue un camino hacia el equilibrio térmico, donde las sustancias involucradas alcanzan la misma temperatura, por ende dejan de intercambiar calor.

CAPACIDAD CALORÍFICA

Deduce que cada sustancia responde de manera diferente a la misma intensidad de calor, en las relaciones muestra que el mercurio necesita menos calor para cambiar de temperatura en comparación con el agua. El experimento muestra que la facilidad para el cambio en temperatura, al equilibrarse depende de cada sustancia y de su calor específico, no sólo de su temperatura inicial. Por lo anterior, Black propone que, la capacidad calorífica mide como una sustancia libera o absorbe calor, en virtud de su masa y de la sustancia de la que está hecho, en función del cambio de temperatura resultante, particularmente, cada sustancia tiene una capacidad calorífica diferente.

Considerando el enfoque Black, que la capacidad para absorber o ceder calor varía entre sustancias, dicho de otra manera, deducen que el mercurio tiene una menor capacidad calorífica que el agua, en vista que necesita menos intensidad de calor para alcanzar el mismo cambio de temperatura que el agua. Este concepto permite cuantificar el calor involucrado en procesos térmicos y establece que el calor específico que dependerá de la capacidad calorífica de la sustancia, en este sentido, es una propiedad de la sustancia esencial para describir térmicamente los cuerpos y su capacidad para absorber o ceder calor en relación con otras sustancias.

Tal como menciona Black fue quien noto que algunas sustancias se calientan más rápido que otras cuando reciben la misma intensidad de calor, dicho de otra manera, se calientan con mayor facilidad; para entenderlo, es necesario imaginar que se tiene un recipiente con agua y otro con la misma cantidad de aceite expuestos a una fuente de calor, ambas al mismo fuego durante el mismo tiempo. Se puede notar que el agua tarda más en calentarse que el aceite, aunque estén recibiendo a la misma fuente de calor. También realizó experimentos y clasificó las sustancias según la capacidad para recibir calor, necesaria para cambiar su temperatura. Las que tardaban más en calentarse, como el agua líquida, tenían una mayor capacidad calorífica, necesitaban más calor para aumentar su temperatura. Se toma como ejemplo una cuchara de metal y una cuchara de madera dentro de una taza de café caliente, pasado un minuto notamos que la cuchara de metal se siente caliente mientras que la de madera está cambiando más lento. Esto ocurre porque el metal conduce mejor el calor que la madera permitiendo que la temperatura de la cuchara Metálica aumente rápidamente, pero con el tiempo ambas cucharas y el café alcanzarán la misma temperatura logrando el equilibrio térmico.

CALOR ESPECIFICO

El calor específico es una cualidad de las sustancias que se define como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una unidad de masa de un material en un grado Celsius. Como explica Black, es fundamental para entender cómo los diferentes materiales responden al calor y cómo gestionan la transferencia del flujo térmico. Tal como, el agua que tiene un alto calor específico, lo que significa que requiere una gran cantidad de calor para aumentar su temperatura, lo que la hace efectiva para regular la temperatura en procesos naturales. Por otro lado los materiales, tienen diferentes capacidades para almacenar y transferir calor. De hecho, metales como el cobre tienen un calor específico bajo, lo que significa que se calientan y enfrían rápidamente, mientras que materiales como el agua o el aceite tienen un calor específico alto, lo que les permite absorber más calor sin un cambio significativo en su temperatura.

A lo largo de la historia en la evolución del concepto de calor, se creía que la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de un cuerpo está relacionada directamente con la cantidad de materia del cuerpo. Black describió que esto no era cierto, por el contrario la cantidad de calor necesaria depende de las características del material no de su cantidad. *“Antiguamente era muy común la suposición de que la cantidad de calor requerida para incrementar el calor en diferentes cuerpos el mismo número de grados, era directamente proporcional a la cantidad de materia de cada uno; y sin embargo, cuando los cuerpos eran de igual tamaño, las cantidades de calor estaban en proporción a su densidad. Pero rápidamente después de que empecé a pensar sobre esta materia (año 1760) me di cuenta que esta opinión era errónea, y que las cantidades de calor que las diferentes clases de materia deben recibir para alcanzar el equilibrio con otros o elevar su temperatura en igual número de grados no está en proporción a la cantidad de materia de cada uno, sino en proporción muy diferente de esta. Para lo cual no he encontrado ninguna razón o principio”* (Castillo & Pedreros, 2013) Para comprender mejor ese concepto se tomará como ejemplo dos recipientes uno pequeño y uno grande y ambos están a la misma temperatura, la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un cuerpo no depende únicamente del tamaño o cantidad de materia, sino en las propiedades del material en cuestión, es decir, cuando se habla de un recipiente grande efectivamente necesita más calor que un recipiente pequeño para cambiar su temperatura, esto ocurre porque si ambos recipientes contienen el mismo material (agua líquida), el recipiente más grande tendrá más masa o cantidad de sustancia. Por lo tanto la masa es un factor importante para determinar cuánto calor se necesita para elevar la temperatura de un cuerpo.

Para Black el calor se puede transferir entre cuerpos y esta transferencia ocurre siguiendo principios físicos predecible, el calor fluye naturalmente desde los objetos más calientes hasta lograr el equilibrio térmico, el termómetro se convertiría en la

educación una de las herramientas más importantes, porque ayuda a desarrollar habilidades científicas como la observación, el análisis y el uso de los instrumentos de medición, muestra el desarrollo del conocimiento sobre el calor y su transferencia en la ciencia, permitiendo valorar los aportes científicos que centraron las bases de la termodinámica. *“Nosotros debemos entonces adoptar como una de las leyes más generales del calor que todos los cuerpos en contacto libremente unos con otros y expuestos no desigualmente a acciones externas, adquieren la misma temperatura, como lo indica el termómetro. Todos adquieren la temperatura del medio ambiente haciendo uso de estos instrumentos, nosotros aprendimos que si tomamos 1000 o más diferentes clases de sustancias o materiales, tales como metales, piedras, sales, maderas, cuerpos, lanas y otras variedades de fluidos, aunque inicialmente todos ellos tengan diferentes calores; si ellos son colocados, en el mismo cuarto, juntos, sin un fuego, y si el sol no puede penetrar en ese cuarto, el calor es comunicado de los cuerpos más calientes a los más fríos, proceso que puede durar unas horas y hasta un día o más. Si al final de ese tiempo, aplicamos el termómetro a todos ellos en sucesión, todos marcan el mismo grado.”* (Castillo & Pedreros, 2013). Este experimento es fundamental para la enseñanza del calor permite comprender su historia y facilitar su aplicación a diversas disciplinas científicas.

En el estudio del calor y la transferencia entre diferentes sustancias Black, por medio de experimentos demostró que distintas sustancias tienen diferentes capacidades para almacenar y transferir calor una de ellas es la comparación entre el agua líquida y el mercurio. *“Para explicar esta idea con números vamos a suponer que el agua estaba a 100 grados de calor, y que una medida igual de mercurio a 150 grados de calor es repentinamente mezclada y agitada con ella. Sabemos que el promedio de temperatura entre 100 y 150 es 125 y sabemos que este valor de promedio se puede obtener mezclando iguales cantidades de agua fría a 100 con igual cantidad de agua caliente a 150. El calor del agua caliente baja 25, mientras que el agua fría es elevada la misma cantidad. Pero cuando se usa el mercurio en vez de agua caliente, la temperatura de la mezcla llega a ser de 120 únicamente, en lugar de 125. El mercurio entonces es menos caliente en 30 grados, mientras el agua se ha calentado en 20 grados únicamente; y todavía la cantidad de calor que el agua ha ganado es la misma cantidad de calor que el mercurio ha perdido. Esto muestra que la misma cantidad de la materia del calor tiene más efecto en calentar mercurio que en calentar una medida igual de agua, y que sin embargo esa pequeña cantidad de él es suficiente para incrementar el sensible calor del mercurio en el mismo número de grados.”* (Castillo & Pedreros, 2013). Estos experimentos ayudan a la enseñanza de la capacidad calorífica de diferentes sustancias de manera experimental, facilitando la comprensión de que no todas las sustancias se calientan o enfrían de la misma manera, permitiendo desarrollar habilidades de análisis y cálculo aplicando principios matemáticos y físicos.

A partir de las investigaciones de Black, esta noción se refiere a una propiedad térmica atribuida a las sustancias, la cual determina la dificultad que presentan para ser calentados, y la expresa como la capacidad para la materia de calor que absorbe las sustancias para variar su temperatura en un grado; esta cualidad se mantiene constante mientras no haya cambios de fase, gracias a que durante éstos procesos las sustancias absorben calor sin que haya cambio alguno en la temperatura; para aclarar, la capacidad calorífica dependerá de la capacidad de la sustancia, porque a mayor capacidad de sustancia mayor será la capacidad de calor necesaria para variar en un grado su temperatura, y de la sustancia misma, dado que no todas las sustancias se calientan con la misma facilidad, para ilustrar, es más difícil calentar 1 kg de agua líquida que 1 kg de mercurio. se puede entender cómo cambia la temperatura cuando se pone en contacto dos sustancias diferentes a temperaturas distintas, con lo cual, cada sustancia se calienta o enfría diferente, sumado a esto, se busca saber con qué rapidez absorber o liberar calor. No obstante, notar que el cambio en la temperatura de cada sustancia es independiente de su temperatura inicial, en el caso del agua y el mercurio al equilibrarse el agua sube o baja 20° mientras que el mercurio lo hace en 30°.

CALOR LATENTE

El hielo es agua sólida Y para poder ser transformada en agua líquida se requiere una acción térmica, es decir, se le proporciona una cantidad de calor esta es absorbida y es mayor a la que mostraría el termómetro, esta cantidad de calor no aumenta la temperatura del hielo, sino que se utiliza para cambiar su estado de sólido a líquido, un cambio de fase *“Cuando el hielo o cualquier otra sustancia sólida se vuelve fluida por la acción del calor, soy de opinión de que recibe una cantidad del mismo en cantidad mucho más grande que la que es inmediatamente perceptible por el termómetro. En esta ocasión, entra en el mismo una cantidad de calor mayor, sin tornarlo aparentemente más caliente, lo que se pone de manifiesto mediante el termómetro. Esta cantidad de calor, no obstante, debe serle entregada para que tome la forma de fluido, y yo afirmo que esta gran entrega de calor es la causa principal y más inmediata de la fluidez que se le ha comunicado.”* (Castillo & Pedreros, 2013), Al calentar hielo en una olla, si le coloca el termómetro es muy probable que no muestre aumento en la temperatura, esto va a suceder hasta que el hielo se haya revertido, es decir, no hay aumento de temperatura durante el proceso del cambio de fase de sólido a líquido, el calor que entra no se utiliza para aumentar la temperatura, si no en el proceso de fundir el agua sólida.

El calor suministrado a una sustancia puede ser utilizado para cambiar su estado, como en el caso del hielo que se funde sin que se experimente un aumento de temperatura hasta que el proceso de fusión allá finalizado. En uno de sus experimentos expone tanto el agua líquida como el hielo a una fuente de calor similar, observó que la temperatura del agua aumentaba de manera estable, esto

significa que el calor proporcionado se traduce directamente en un incremento de la temperatura en el agua líquida. Por el contrario, el hielo, aunque recibe la misma intensidad de calor no muestra un aumento de temperatura mientras se funde, lo que lleva a concluir que el calor aplicado se utiliza en el proceso de fusión, en lugar de incrementar la temperatura del hielo en sí. Como afirma Black, al fundirse el hielo absorbe el calor sin experimentar un cambio en su temperatura, esto se debe a que el calor suministrado al hielo no se usa para calentar la sustancia sino para cambiar su estado, de sólido a líquido. Este fenómeno es el proceso en el cual el calor permite que un sólido, como el hielo se convierta en líquido, específicamente, en agua sin que haya un cambio de temperatura durante la transformación, hasta que todo el hielo se haya derretido el calor absorbido no genera un cambio de temperatura. *“El deseaba congelar agua de la cual el aire había sido cuidadosamente extraído. Esta agua era vertida en pequeños globos de vidrio, llenos cerca de una tercera parte y cuidadosamente cerrados para evitar que el aire entrara nuevamente en ellos. Estos globos eran expuestos al aire en un clima muy frío; y se dejaban allí por un largo tiempo, de tal manera que uno tuviera razones para pensar que estaban a la misma temperatura del aire frío, el cual estaba a seis o siete grados por debajo del punto de congelamiento. El agua, sin embargo, todavía permanecía fluida tanto tiempo como el agua fuera dejada a la intemperie, sin perturbarla, pero una vez que se tomaba y se agitaba un poco, una repentina congelación repentinamente sucedía.* (Castillo & Pedreros, 2013).

Al tener la mezcla de agua líquida con hielo, mientras el agua líquida se encuentre a una temperatura mayor que el hielo, el agua cede calor al hielo, lo cual ayuda a que éste se derrita, la temperatura del agua líquida, mientras el hielo se funde, bajará debido al calor que le cede al hielo y a que se mezcla con el agua líquida resultante de la fusión del hielo, la cual está a cero grados; una vez el agua líquida se encuentre a la misma temperatura del hielo, a cero grados, y en contacto con el entorno, que se encuentra a mayor temperatura, la temperatura de la mezcla no aumenta hasta que el hielo se haya derretido completamente, y el flujo térmico adicional pueda, por consiguiente, elevar la temperatura del agua resultante. Black llegó a la conclusión que el calor utilizado en derretir el hielo no incrementa la temperatura de la mezcla, sino que es absorbida como calor latente para cambiar el estado del hielo. De aquí la idea que el equilibrio térmico, total, se alcanza sólo después de que toda la sustancia haya cambiado al mismo estado permitiendo luego un aumento uniforme de temperatura de la mezcla. Black, que considero el punto de ebullición y el punto de fusión como efectos de calor sobre los materiales, donde el cambio de estado de una sustancia está directamente vinculada a la cantidad de calor que recibe o pierde. Al alcanzar estos puntos, en base a la propuesta de Black, muestra que el calor no sólo aumenta la temperatura de un material, sumado a esto, puede provocar una transición de fase sin cambiar la temperatura hasta que el cambio esté completo. *“Se había visto por el trabajo de muchos otros que el experimento se podía realizar aunque al agua, no se le hubiera extraído el aire, y que la circunstancia más importante era que, fuera guardada en*

vasos de pequeño tamaño y preservada cuidadosamente de la más mínima perturbación. Los vasos por lo tanto debían ser cubiertos con papel o algo, para prevenir movimientos debidos al aire que afectaran la superficie del agua. En estas circunstancias podía ser enfriada a seis o siete grados por debajo del punto de congelamiento, sin que se congelara. Si se perturbaba, aparecía una repentina congelación, no de la totalidad, sino de pequeñas partes únicamente; la cual forma láminas de hielo que atraviesan el agua en todas direcciones y forman una contextura esponjosa de hielo que contiene agua en sus vecindades, dando la apariencia de que todo ha sido congelado. Pero el hecho más importante es que mientras esto sucede (y sucede en un instante de tiempo) esta mezcla de hielo y agua empieza repentinamente a calentarse y hace que el termómetro inmerso en ella llegue hasta el punto de congelación.” (Castillo & Pedreros, 2013)

Observó que cuando un sólido como el hielo se calienta hasta cierto grado, alcanza un punto en el que comienza a fundirse, en esencia, se convierte en líquido. Durante este proceso, el calor que se suministra al hielo no incrementa su temperatura, al contrario, se usa para superar las fuerzas que mantienen las moléculas en su estado sólido. Para él, este calor absorbido es calor latente, pues no se manifiesta como un aumento de temperatura, pero si un cambio de estado. Esto ocurre de la similar, en el caso de un líquido que se calienta hasta el punto de ebullición, como explica Black, el calor añadido en este no eleva más la temperatura. En cambio, facilita el cambio de estado líquido al estado gaseoso, donde las moléculas requieren calor extra para superar las fuerzas de cohesión. Este calor se considera latente y es esencial para permitir que las sustancias se evaporen. Resalta que el calor actúa de manera específica y controlada, permitiendo cambios de estado sin afectar la temperatura hasta que toda la sustancia haya cambiado de fase. Sumado a esto, deduce que las sustancias se expanden o comprimen con los cambios de temperatura.

Por otro lado, a partir de las investigaciones de Black, la temperatura en relación con el hielo y el agua líquida durante los procesos de fusión y congelación no siempre refleja la intensidad de calor presente en una sustancia y los cambios de estado, como el derretimiento del hielo y la ebullición del agua, estos implican procesos más complejos que simplemente aumentar o disminuir la temperatura, para ilustrar, en el caso del hielo y el agua en el ebullición, hay procesos de cambio de estado (de sólido a líquido y de líquido a vapor) donde la temperatura puede no cambiar significativamente. *“La frialdad es solamente la ausencia o deficiencia de calor. Este es el estado más común de la materia, el estado que asumen cuando son dejados a sí mismos y no son afectados por ninguna causa externa. El calor es evidentemente una cosa ajena a ella, es una cosa sobre agregada a la materia común o alguna alteración de esta de su estado más espontaneo” (Romero, 2014)*

CAPITULO 3, Transferencia de Calor y Equilibrio Térmico en un Estudio Experimental

El estudio de la transferencia de calor y el equilibrio térmico es un tema clave en la enseñanza de la física y su comprensión se puede fortalecer mediante la experimentación en el aula. Los experimentos presentados en este capítulo ofrecen una oportunidad para que los estudiantes observen de manera práctica como el calor se transfiere entre cuerpos con diferentes temperaturas hasta alcanzar el equilibrio térmico.

En el aula, estos experimentos pueden abordarse a través de actividades guiadas donde los estudiantes formulan hipótesis, registran mediciones y analizan los cambios de temperaturas en distintos escenarios. Utilizando materiales accesibles, como agua a diferentes temperaturas, termómetros y recipientes aislantes, se pueden diseñar experiencias que permitan visualizar conceptos claves como calor específico, capacidad calórica y flujo térmico.

A través de la experimentación y la observación, se buscará no solo replicar los enfoques de Black, sino también facilitar un aprendizaje activo que permita a los estudiantes conectar la teoría con la práctica. Este análisis permitirá profundizar en la conceptualización del calor, al tiempo que se enfatizará la relevancia de la metodología científica y la indagación en la enseñanza de fenómenos térmicos. Se proporcionará las herramientas necesarias para comprender la dinámica del calor en procesos cotidianos y experimentales.

ANÁLISIS DE LAS SITUACIONES

Situación 1

La cavidad interna de una nevera de icopor se divide en partes iguales, mediante un tabique vertical metálico, en una de las cavidades se pone una cantidad de agua a veinte grados Celsius (20°C) y en la otra, la misma cantidad de agua a ochenta grados Celsius (80°C).

(Castillo Ayala, Pedreros Martínez, 2013)

Según los estudios de Joseph Black, el calor se transfiere entre dos cuerpos hasta alcanzar el equilibrio térmico. En esta situación, el agua a 80 °C transferirá calor al agua a 20 °C, hasta que ambas cantidades de agua alcancen una temperatura intermedia de equilibrio. Black destacaría que la diferencia de temperatura impulsa el flujo de calor y que este cesa una vez que ambas cavidades alcanzan la misma

temperatura. Es importante destacar que la situación busca que los estudiantes comprendan el concepto de equilibrio térmico y la relación entre calor y temperatura. Así pues se promueve la exploración de fenómenos naturales de una manera controlada, permitiendo que los estudiantes observen y predigan el comportamiento del calor en un sistema cerrado. Sumado a esto la actividad fomenta el desarrollo de habilidades analíticas al plantear preguntas clave que guían el aprendizaje activo. Tomando en cuenta lo anterior, la práctica guiada permite que los estudiantes establezcan hipótesis sobre el comportamiento térmico y luego las contrasten mediante observación o experimentación. Por lo tanto, en la situación se sugiere un enfoque experimental en el aula, donde se puedan observar cambios de temperatura con un termómetro. Después de todo, este enfoque facilitaría el aprendizaje activo y la comprensión de conceptos abstractos mediante ejemplos concretos.

Situación 2

Se tiene la situación anterior, pero ahora la cantidad de agua que está a veinte grados Celsius (20o C) es el doble de la que está a ochenta grados Celsius (80o C)

(Castillo Ayala, Pedreros Martínez, 2013)

Para Black, al tener diferente cantidad de agua, el proceso de equilibrio térmico entre las dos cavidades se verá influenciado por la capacidad calorífica de cada cantidad de agua. En síntesis, el calor fluirá del agua más caliente a la más fría, y el equilibrio térmico dependerá tanto de las temperaturas iniciales como de las masas. Es fundamental considerar que, se introducen conceptos como la relación entre cantidad de sustancia, especialmente, masa y temperatura final, permitiendo que los estudiantes exploren cómo las propiedades específicas afectan el proceso de equilibrio. En breve la situación ayuda a construir una comprensión más avanzada del comportamiento térmico de las sustancias. Cabe señalar que una actividad experimental donde se puedan variar las cantidades de agua para observar cómo afecta la temperatura final ayudará a los estudiantes a entender la relación entre cantidad de sustancia y transferencia de calor. De esta forma, se puede promover el uso de datos para validar conclusiones.

Situación 3

Se tiene la situación anterior, pero ahora la cantidad de agua que está a grados ochenta Celsius (80o C) es el triple de la que está a veinte grados Celsius (20o C)

(Castillo Ayala, Pedreros Martínez, 2013)

Tal como menciona Black que al examinar cómo la transferencia de calor y el equilibrio térmico se ven afectados por variaciones en la cantidad de sustancia y la temperatura. En tal caso, al ser el agua a 80 °C tres veces mayor que la a 20 °C, el equilibrio térmico se alcanzará en una temperatura que dependerá en gran medida de la cantidad de agua caliente, ilustrando el concepto de capacidad calorífica en sistemas térmicos. En cuanto a esta situación ayudara a los estudiantes a comprender cómo el tamaño de los cuerpos afecta el intercambio de calor y la temperatura de equilibrio. Así como, se fomenta el aprendizaje de conceptos relacionados con la proporcionalidad y la capacidad de calor. En este sentido la comparación de variaciones en el volumen de agua permite a los estudiantes observar que la temperatura final depende de la cantidad de calor en cada volumen. En esta ocasión, la observación se podrá reforzar con el uso de gráficos de temperatura y curvas de calentamiento, que ilustran el efecto de la masa en el proceso de equilibrio térmico.

Situación 4

Se tiene la situación anterior, pero ahora el cuerpo A, que está a veinte grados Celsius (20o C), es setecientos cincuenta gramos (750 gr) de agua. El cuerpo B, que está a ochenta grados Celsius (80° C) es una cantidad de agua determinada. La temperatura de equilibrio es setenta y cinco grados Celsius (75° C).

(Castillo Ayala, Pedreros Martínez, 2013)

De acuerdo con el enfoque de Black, la transferencia de calor sigue leyes de equilibrio térmico. En esta ocasión, dado que se especifica la temperatura final de equilibrio, es posible calcular la cantidad de calor que el cuerpo B debe poseer para alcanzar ese estado con el cuerpo A. En el presente caso, se enseñara la importancia de la relación masa y temperatura para el equilibrio térmico, por otro lado se brinda a los estudiantes una oportunidad para aplicar cálculos matemáticos en problemas de la vida real y fortalecer sus habilidades analíticas. Tal como la aplicación de conceptos matemáticos en la física. Realizar estos cálculos fomenta la comprensión del impacto de la masa en la transferencia de calor y en la consecución del equilibrio térmico.

Situación 5

La cavidad interna de una nevera de icopor se divide en dos cavidades iguales, mediante un tabique vertical metálico, en una de las cavidades se pone un cuerpo A que es 1 Kg de agua, inicialmente se encuentra a temperatura ambiente, se deja allí hasta que la nevera el tabique y el agua se encuentren a temperatura ambiente de 20o C. Se deposita el cuerpo B que es 1 Kg de agua, que inicialmente se encuentra a 80o C, se tapa la nevera.

(Castillo Ayala, Pedreros Martínez, 2013)

Dada esta situación que explora el concepto de equilibrio térmico en un contexto donde se involucra la temperatura ambiente, como lo explica Black en su teoría del flujo de calor natural hacia un estado de equilibrio. Se tiene en cuenta la diferencia inicial de temperaturas entre el agua, la nevera y el tabique genera una transferencia de calor que continuará hasta que todos alcancen la misma temperatura. En esta situación se profundiza en el concepto de equilibrio térmico en un ambiente controlado. Permitirá a los estudiantes comprender cómo las variaciones de temperatura en un entorno cerrado llevan al equilibrio térmico, ilustrando cómo el flujo de calor es continuo y busca una estabilidad constante. Dada esta situación, ofrece un contexto experimental claro, donde los estudiantes pueden predecir, observar y registrar el cambio de temperatura hasta que se logra el equilibrio. De esta manera este proceso permite visualizar la interacción entre un sistema abierto, la nevera y el entorno, con un aprendizaje significativo de los conceptos de equilibrio y desequilibrio térmico.

APRECIACIÓN FINAL DE LAS SITUACIONES

Considerando los aspectos analizados, de cómo el calor se transfiere hasta que los cuerpos alcanzan la misma temperatura. Lo que puede ser la base de actividades donde los estudiantes realizan predicciones y observaciones, lo que afianza el aprendizaje. Así como cada situación promueve que los estudiantes formulen hipótesis, realicen cálculos y contrasten sus predicciones con los resultados. Lo cual fomenta el aprendizaje activo y la habilidad de aplicar conceptos teóricos en un contexto práctico, lo que ayuda a los estudiantes a visualizar mejor los procesos de cambio térmico y la influencia de la masa en la temperatura final, de la misma manera, al incluir cálculos de calor transferido y la influencia de la masa en la temperatura de equilibrio, los estudiantes aprenderán a vincular las matemáticas con la física, lo cual es útil en la resolución de problemas científicos.

Por otro lado La realización de estos experimentos en un entorno controlado permite que los estudiantes comprendan los conceptos de una forma concreta y significativa. Lo cual apoya la creación de futuras actividades didácticas que refuercen el aprendizaje de fenómenos físicos en contextos del mundo real. Por último, estas actividades proporcionan un marco de referencia sólido para la elaboración de actividades que ayudan a los estudiantes a experimentar, observar y comprender los conceptos fundamentales de calor y equilibrio térmico de manera práctica y relevante.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Black, J. (1895). *Sobre el calor en general*.

Camargo, D. (2022). *Reflexiones en torno al principio de equivalencia de las transformaciones y el concepto de entropía para la enseñanza de la termodinámica*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

Castillo, J., & Pedreros, R. (2013). Notas de termo, organización de los fenómenos termodinámicos. *Universidad Pedagógica Nacional, 1*, 148.

Picos, L., Cuador, J., & Martínez, C. (2022). Historia del concepto de calor. 6.

Quintero, D. (2017). *Propuesta de los aspectos que se deben tener en cuenta en la enseñanza de la temperatura en la educación media*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

Romero, A. (2014). Del calor en general .

Salina, D. (2018). *Análisis de corte histórico para la recontextualización del trabajo de Carnot, acerca de la máquina térmica, en la enseñanza de la termodinámica*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

Sanchez, J. (2016). *Una reflexión sobre el principio de equivalencias de las transformaciones para la enseñanza de la termodinámica*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.