

**Un acercamiento a la relación calor – trabajo Secuencia didáctica para el uso de la máquina  
térmica “Heat Wizard”**

Rodríguez Cuéllar Julieth Nathalia  
Universidad Pedagógica Nacional  
SNIES 156: Licenciatura en Física  
Diana Yised Cárdenas Valbuena  
2024

**UN ACERCAMIENTO A LA RELACIÓN CALOR – TRABAJO SECUENCIA  
DIDÁCTICA PARA EL USO DE LA MÁQUINA TÉRMICA “HEAT WIZARD”**

**RODRÍGUEZ CUÉLLAR JULIETH NATHALIA**

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**LICENCIADO EN FÍSICA**

**ASESOR  
DIANA YISED CARDENAS VALBUENA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN 1  
Enseñanza de las Ciencias desde una Perspectiva Cultural**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
Bogotá D.C, Colombia  
2024**

Para: *Mi mamá Martha y Mi abuelito Martin  
Nubia, Edgar, Málory, Mariham y Didier.*

*"A quienes, aún en el silencio de su ausencia se hace presente en cada pensamiento, en cada dato que intento ordenar, en cada pregunta sin respuesta. Aunque quienes marcaron mi camino ya no estén entre nosotros, su legado persiste en las huellas invisibles que dejaron. La ciencia no es solo un ejercicio de observación, sino también de memoria, y en la memoria de su enseñanza encuentro el impulso que da vida a este trabajo. En la quietud de su partida, descubrí que la ausencia es también una forma de presencia."*

## Contenido

Introducción .....	10
Capítulo I. "Contextualización de la problemática de investigación" .....	13
<i>Problema</i> .....	13
<i>Objetivos</i> .....	15
<i>General</i> .....	15
<i>Específicos</i> .....	16
<i>Antecedentes</i> .....	16
<i>Metodología</i> .....	18
Capítulo II. Desarrollo teórico de la investigación “Un viaje a través del tiempo” .....	21
<i>El calor y su relación con el trabajo. Un recorrido histórico</i> ...	21
<i>Maquinas térmicas</i> .....	36
<i>Fenomenología de la Heat Wizard</i> .....	38
<i>Convertibilidad de la energía térmica en energía mecánica</i> .....	39
<i>Heat Wizard Como Maquina Térmica</i> .....	40
<i>Sobre la historia y las ciencias:</i> .....	41
<i>Sobre la experimentación en el aula:</i> .....	42
<i>Sobre las Concepciones alternativas:</i> .....	44
Capítulo III “Identificación De Concepciones Alternativas” .....	47
<i>Ruta exploratoria</i> .....	48
<i>Radiografía Institucional:</i> .....	49
<i>Mapa exploratorio:</i> .....	50
<i>Cuestionario diagnóstico:</i> .....	51
<i>Intención del cuestionario:</i> .....	52
<i>Elaboración del cuestionario:</i> .....	52
<i>Desarrollo de habilidades en el cuestionario:</i> .....	55
<i>Análisis de los cuestionarios:</i> .....	56
Capítulo IV “Heat Wizard herramienta de aprendizaje” .....	60
<i>Diseño de la Heat Wizard</i> .....	60
<i>Elaboración de Heat Wizard:</i> .....	61
<i>Funcionamiento</i> .....	71
<i>Propuesta de Guía Experimental:</i> .....	72
<i>Propuesta didáctica: Secuencia didáctica</i> .....	72
Conclusiones .....	75
Anexo .....	85

<i>Anexo 1</i> .....	85
<i>Memorias de James Prescott Joule</i> .....	85
<i>Anexo 2</i> .....	86
<i>Radiografía Institucional: Explorando el Entorno Educativo</i> .....	86
<i>Anexo 3</i> .....	89
“ <i>Mapa de exploración; Ruta para Identificar las Concepciones Alternativas</i> ”.....	89
<i>Anexo 4</i> .....	95
<i>Explorando Ideas: Diagnóstico de Concepciones en SJA</i> .....	95
<i>Anexo 5</i> .....	97
<i>Análisis Explorando Ideas</i> .....	97
<i>Anexo 6</i> .....	113
<i>Análisis Rumbo a las Ideas</i> .....	113

## *Contenido De Imágenes*

Imagen 1. Representación y diseños de una máquina térmica “heat wizard”. Imagen propia (2024) .....	10
Imagen 2 aplicación de metodología investigación acción pedagógica e investigación propuesta. Imagen propia (2024). .....	18
Imagen 3. Adaptación de metodología investigación acción pedagógica.....	19
Imagen 4. Clker-free-vector-images. (n.d.). Imagen de un primitivo intentando obtener calor [imagen]. Pixabay .....	22
Imagen 5. Museo galileo. (n.d.). Travail personnel [imagen]. Creative commons attribution-share alike 4.0.23	
Imagen 6. Retrato de joseph black, 1787. Fuente: david martin, cc by-sa 4.0, wikimedia commons .....	27
Imagen 7. Retrato de benjamin thompson, conde de rumford. Adaptado de fuente smithsonian libraries, n.d. ....	28
Imagen 8. Cañón medieval visto como sistema técnico térmico. Imagen tomada de (giri 2020).....	29
Imagen 9. Representación de la máquina de carnot. Imagen tomada de (salinas c., 2018) .....	31
Imagen 10. Julius robert von mayer. Imagen tomada de adobe stock. (n.d.). Julius robert von mayer, german physician and physicist [fotografía]. Adobe stock.....	32
Imagen 11. Joule's diagram of his experiment. Representación del equivalente mecánico del calor según los experimentos de joule y faraday. Adaptado de joule & faraday (1850).....	35
Imagen 13. La aeolipila de herón de alejandría. Imagen tomada de garcía-colín, I. S. (s. F.) .....	36
Imagen 13. The miner's friend. Imagen tomada de national coal mining museum. (n.d.). The rise of the steam engine. National coal mining museum.....	37
Imagen 14. Stoommachine van newcomen, in de encyclopédie meyers van 1890. Imagen tomada de newcomen. Wikipedia. Retrieved january 9, 202512 .....	37
Imagen 15. Diagrama indicador de watt. Imagen tomada de mason, 1953, p. 233. ....	38
Imagen 16. Máquina heat wizard, representaciones del calor de diversas formas de energía. Imagen propia, 2024 .....	39
Imagen 17. Relación calor trabajo en la heat wizard. Esta imagen refleja la combustión de la vela, la observación interna de la vela dentro de la máquina y la rotación de las hélices a raíz del calor que se convierte en trabajo mecánico. Imagen propia 2024. ....	40
Imagen 18. Propuesta de maquina heat wizard. Diseño propio 2024 .....	41
Imagen 19. Representación de la máquina térmica “heat wizard” .....	55
Imagen 20. Prototipo entregado a los estudiantes en el diagnostico sja, imagen propia (2024) .....	56
Imagen 21. Evidencia de respuesta sección 3 bascula en equilibrio. Imagen propia (2024) .....	57
Imagen 22. Imágenes con las respuestas acertadas de la sección 3, enunciado a. Imagen propia (2024) .....	58
Imagen 23. Esquema de heat wizard. Representación propia 2024.....	61
Imagen 24. Construcción de heat wizard. Representación propia 2024 .....	61
Imagen 25. Materiales de construcción heat wizard. Imagen propia (2024) .....	62
Imagen 26. Representación de ensamble de caja. Imagen propia (2024) .....	63

Imagen 27. Materiales de las hélices .....	65
Imagen 28. Representación de hélice de luz. Imagen propia (2024) .....	66
Imagen 29. Representación de posición de hélices, molino de luz en la heat wizard. Imagen propia (2024) .	66
Imagen 30. Representación de hélice de tipo, aspa de una turbina. Imagen propia (2024) .....	68
Imagen 31. Representación para fijar conos y hélices. Imagen propia (2024) .....	68
Imagen 32. Representación de ubicación de las hélices. Imagen propia (2024).....	69
Imagen 33. Representación de máquina heat wizard. Imagen propia (2024) .....	70
Imagen 34. Diseño de maquina heat wizard para responder pregunta de la sección 2. Imagen propia (2024)	95
Imagen 35. Taza de café frente a vaso [imagen]. Última hora. Última hora. (2024).....	96
Imagen 36. Representación y diseños de una máquina térmica “heat wizard”. Imagen propia (2024) .....	100
Imagen 37. Diseño de heat wizard con las respuestas de los elementos principales en el análisis del diagnóstico. Imagen propia (2024) .....	100
Imagen 38. Diseño de heat wizard con asignación de elementos. Imagen propia (2024) .....	100
Imagen 39. Evidencia de respuesta sección 2 opciones más correctas. Imagen propia 2024 .....	101
Imagen 40. Evidencia de respuesta sección 2 opciones más correctas. Imagen propia 2024 .....	102
Imagen 41. Evidencia de respuesta sección 3 olla encima de estufa. Imagen propia (2024).....	103
Imagen 42. Evidencia de respuesta sección 3 manos cerca de una fogata. Imagen propia (2024) .....	103
Imagen 43. Evidencia de respuesta sección 3 líquido caliente en un recipiente. Imagen propia (2024) .....	103
Imagen 44. Evidencia de respuesta sección 3, movimiento de tapa en una olla que hierve. Imagen propia (2024) .....	103
Imagen 45. Evidencia de respuesta sección 3 panel solar. Imagen propia (2024).....	104
Imagen 46. Evidencia de respuesta sección 3 soldadura. Imagen propia (2024).....	104
Imagen 47. Evidencia de respuesta sección 3 derretir alimentos. Imagen propia (2024) .....	104
Imagen 48. Evidencia de respuesta sección 3 olla de presión. Imagen propia (2024).....	104
Imagen 49. Evidencia de respuesta sección 3 molino de agua. Imagen propia (2024).....	104
Imagen 50. Evidencia de respuesta sección 3 molino de viento. Imagen propia (2024) .....	105
Imagen 51. Evidencia de respuesta sección 3 esquema de equilibrio térmico. Imagen propia (2024) .....	105
Imagen 52. Evidencia de respuesta sección 3 café helado. Imagen propia (2024) .....	105
Imagen 53. Evidencia de respuesta sección 3 olla hierve. Imagen propia (2024) .....	106
Imagen 54. Evidencia de respuesta sección 3 el sol en pavimento, aire y en la tierra. Imagen propia (2024) .....	106
Imagen 55. Evidencia de respuesta sección 3 pollo al horno. Imagen propia (2024).....	106
Imagen 56. Evidencia de respuesta sección 3 fruta en refrigerador. Imagen propia (2024) .....	106
Imagen 57. Evidencia de respuesta sección 3 bascula en equilibrio. Imagen propia (2024) .....	107
Imagen 58. Evidencia de respuesta sección 4, pregunta a respuesta más cercanas. Imagen propia (2024)...	108
Imagen 59. Evidencia de respuesta sección 4 respuesta más cercanas pregunta b. Imagen propia (2024) ...	109
Imagen 60. Constancia en definición de la máquina heat wizard. ....	110
Imagen 61. Representación y diseños de una máquina térmica “heat wizard”. Imagen propia (2024) .....	115

Imagen 62. Diseño de heat wizard con asignación de elementos. Imagen propia (2024) .....	116
Imagen 63. Diseño de heat wizard con las respuestas de los elementos principales en el análisis del diagnóstico. Imagen propia (2024) .....	116
Imagen 64. Tabla estadística sección 2. Imagen propia (2024) .....	116
Imagen 65. Tabla estadística sección 3, enunciado a. Imagen propia (2024) .....	117
Imagen 66 . Imágenes con las respuestas acertadas de la sección 3, enunciado a. Imagen propia (2024) ....	118
Imagen 67. Imágenes con las respuestas más acetadas de la sección 3, enunciado b. Imagen propia (2024)	118
Imagen 68. Tabla estadística sección 3, enunciado b. Imagen propia (2024).....	119
Imagen 69. Imágenes con las respuestas más acetadas de la sección 3, enunciado c. Imagen propia (2024)	119
Imagen 70. Tabla estadística sección 3, enunciado c. Imagen propia (2024) .....	119
Imagen 71. Respuestas más acetadas de la sección 4, pregunta a. Imagen propia (2024) .....	121
Imagen 72. Respuestas más acetadas de la sección 4, pregunta b. Imagen propia (2024).....	122
Imagen 73. Constancia de respuestas en definiciones de la máquina heat wizard.....	123

## **CONTENIDO DE TABLAS**

Tabla 1. Rasgos y aplicación de metodología investigación acción pedagógica. ....	19
Tabla 2. Radiografía educativa en canc.....	86
Tabla 3. Radiografía educativa en csja.....	87
Tabla 4. Descripción general de la clase explorada .....	90
Tabla 5. Identificación de concepciones alternativas - medición de la temperatura .....	91
Tabla 6. Identificación de concepciones alternativas - temperatura y energía.....	91
Tabla 7. Percepción de participación en la observación.....	91
Tabla 8. Descripción general de la clase observada.....	92
Tabla 9. Identificación de concepciones alternativas - temperatura y calor.....	93
Tabla 10. Identificación de concepciones alternativas - trabajo.....	93
Tabla 11. Identificación de concepciones alternativas - máquinas térmicas.....	94
Tabla 12. Percepción de participación en la observación. ....	94
Tabla 13. Sección 1 [discriminación de enunciados] .....	97
Tabla 14. Sección 2[elementos de la máquina térmica] .....	101
Tabla 15. Sección 3[representación de situaciones].....	103
Tabla 16. Sección 3[representación de situaciones].....	103
Tabla 17. Sección 3[representación de situaciones].....	105
Tabla 18. Sección 4, pregunta a [rúbrica de evaluación en situaciones csja].....	108
Tabla 19. Sección 4, pregunta b [rúbrica de evaluación en situaciones csja] .....	109
Tabla 20. Sección 1 [discriminación de enunciados] .....	113
Tabla 21. Sección 2[elementos de la máquina térmica] .....	116
Tabla 22. Sección 4, pregunta a [rúbrica de evaluación en situaciones canc].....	120
Tabla 23. Sección 4, pregunta b [rúbrica de evaluación en situaciones canc] .....	121

## Introducción

El universo está compuesto por procesos térmicos y mecánicos que se pueden estudiar desde la termodinámica. Estos son evidenciados desde el nacimiento y muerte de una estrella o con acciones sencillas como hervir agua, por ejemplo, cuando se enciende una estufa, el calor generado por la fuente de energía se transfiere al recipiente y luego al agua, provocando que las moléculas de agua adquieran energía cinética, se muevan más rápido y eventualmente cambien de estado al vapor. Incluso se observa en la naturaleza cuando las mamás canguro que sostienen a sus bebés prematuros los mantienen en un equilibrio térmico esencial para su desarrollo o las hormigas transportando su alimento muchas veces siendo este desproporcionado con su tamaño donde se evidencia la transferencia de energía.

Lo anterior refleja el protagonismo esencial de los fenómenos térmicos y mecánicos en la comprensión del universo (Peña Medina, 2018), situando la observación como parte decisiva para ratificar y sustentar los avances realizados hasta el momento, su relación con lo que se vive día a día y la exploración del entorno. En la presente investigación se explora la relación existente entre calor y trabajo a partir de las concepciones alternativas que poseen los estudiantes y se ofrece una ruta que lleva a un acercamiento comprensivo y aplicado a través de una propuesta de secuencia didáctica que no fue implementada, la cual resalta la construcción y uso de una máquina térmica llamada Heat Wizard.

La **Heat Wizard** es un prototipo propio de máquina térmica desarrollado durante la clase de termodinámica del [semestre 2018-1](#), con el propósito de ilustrar de manera práctica los principios de la termodinámica. Para esta investigación se retoma la máquina con el fin de enriquecer la experimentación en el aula, de modo que permita a los estudiantes evidenciar u observar la relación entre calor y trabajo. La Heat Wizard está construida con material reciclable, utilizando una caja de cartón con agujeros en su parte superior, donde se encuentran las hélices, elaboradas de manera artesanal. En su parte inferior, se encuentra una puerta que permite la entrada de aire impulsado por el viento circundante, el cual asciende desde la base de la caja, donde se ubica una vela. La combustión de la vela genera un aumento de temperatura, lo que provoca que las partículas de aire se calienten y

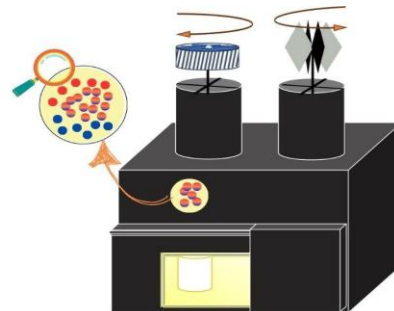


Imagen 1. Representación y diseños de una máquina térmica "Heat Wizard". Imagen propia (2024)

asciendan, impulsando la rotación de las hélices (en la sección *maquinas térmicas* de [capítulo II](#) se profundiza sobre la *Heat Wizard*).

La investigación se desarrolla en cuatro capítulos que responden a la siguiente pregunta: *¿Cómo puede una secuencia didáctica convertirse en una alternativa para que los estudiantes de los colegios San Juan de Ávila (SJA) y Agustín Nieto Caballero (CANC) relacionen los fenómenos térmicos y mecánicos a través del diseño y construcción de la máquina térmica "Heat Wizard"?*

En el primer capítulo, se presenta la aplicación de la metodología cualitativa y la investigación-acción pedagógica y los antecedentes relevantes. Se analiza la percepción de los estudiantes sobre las clases de física, obtenida durante las prácticas pedagógicas realizadas, destacando que su comprensión de conceptos y principios se limitan al aula, dificultando su aplicación en la vida cotidiana.

En este sentido, y dada la importancia de estudiar los fenómenos mecánicos y térmicos, especialmente la relación entre el calor y el trabajo, se establece un segundo capítulo. En este capítulo se recurre a la investigación bibliográfica, considerada esencial para comprender el origen, las problemáticas centrales, las teorizaciones y las fenomenologías abordadas en torno a la relación entre el calor y el trabajo. Se realiza un recorrido histórico que evidencia los avances científicos, valorando las contribuciones de los científicos y exponiendo cómo se han construido explicaciones sólidas a lo largo del tiempo. Se exploran también las circunstancias que impulsaron el estudio de estos fenómenos físicos y el desarrollo de las máquinas térmicas.

Además, este capítulo destaca la importancia de la experimentación en el aula y el inicio de la secuencia didáctica, resaltando el papel de las concepciones alternativas y la necesidad de implementar un diagnóstico adecuado. Finalmente, el recorrido histórico y conceptual desarrollado permite interpretar el funcionamiento del dispositivo Heat Wizard, facilitando la comprensión de los fenómenos observados y su relación con los conceptos e ideas clave.

En el capítulo III, se identifican las concepciones alternativas de los estudiantes mediante una herramienta pedagógica diseñada para reconocer estas concepciones en los colegios San Juan de Ávila (SJA) y Agustín Nieto Caballero (CANC). La primera técnica utilizada fue la ruta exploratoria, que incluyó un estudio poblacional y la observación de una clase en cada institución. A partir de estas observaciones, se identificaron las concepciones alternativas iniciales, que luego se profundizaron

con un cuestionario diagnóstico. Los datos obtenidos fueron analizados para entender su impacto en el aprendizaje de los estudiantes y así proponer una secuencia didáctica acorde a sus necesidades.

Finalmente, para el capítulo IV, se presenta el diseño, desarrollo y análisis del funcionamiento de la Heat Wizard; que nace a partir de la identificación de las concepciones alternativas. Se incluye su construcción y una guía experimental como recurso opcional para las secuencias didácticas. Se establece la ruta "Secuencia didáctica", que conecta a los estudiantes con la relación entre calor y trabajo, y les permite abordar las concepciones alternativas formadas por sus experiencias cotidianas. Así, se ofrece una ruta específica para los estudiantes de octavo grado en las instituciones CSJ y CANC. A continuación, comienza el desarrollo de la investigación.

## Capítulo I. "Contextualización de la problemática de investigación"

### Problema

Los fenómenos de la termodinámica suelen estar presentes en la mayor parte de la vida cotidiana, situaciones como batir el chocolate, bajarle el fuego al arroz y escuchar el pito de la olla de presión están asociados a la experiencia de cada individuo, tanto así que resultan ser minimizadas a solo manipular estos artefactos como lo han observado con frecuencia y no a la indagación del fenómeno mismo. Por lo que, considerar el analizar este tipo de situaciones en las clases de física puede contribuir en el desarrollo del estudiante como un ciudadano con amplia comprensión y aplicación de diversos fenómenos en su entorno (Morales, 2013) siendo estas habilidades suficientes para avanzar en los desafíos y oportunidades de una sociedad cada vez más tecnológica y científica que exige el mundo contemporáneo (Hernández y Zacconi, 2010).

Por otra parte, las vivencias cotidianas de los estudiantes a menudo interactúan con los contenidos de la clase de física, lo que puede generar oportunidades para aclarar conceptos. Por ejemplo, algunos estudiantes podrían observar que, al batir un líquido como el chocolate caliente, la mezcla parece enfriarse ligeramente, lo cual podría interpretarse erróneamente como una disminución de su temperatura antes de alcanzar el punto de ebullición. Sin embargo, el experimento de Joule<sup>1</sup> demuestra que el trabajo mecánico realizado al mover un sistema (como el uso de paletas en un recipiente con agua) puede aumentar la temperatura del fluido debido a la transferencia de energía. Esto permite diferenciar entre percepciones cotidianas y principios termodinámicos como el equivalente mecánico del calor, ofreciendo una oportunidad para discutir estas diferencias en el aula. Dichas vivencias pueden dar razón de eso que conocen, construyen y creen sobre algunos fenómenos, pero el estudiante internamente podrá ignorar, olvidar, cuestionar o rechazar con claridad lo que el docente pretende enseñar como lo asegura (Guzmán & Saucedo, 2015), haciendo que el contenido pierda importancia y conlleve a memorizar términos, aplicar y reemplazar valores en una fórmula o evaluar los procesos de elaboración de actividades complicadas o de situaciones particulares poco contextualizadas e incluso ideales, en todo caso coincide en que eso aprendido, se obtendrá e interpretará como, nuevo conocimiento almacenado sin reflexión, alejando las ciencias de un lenguaje cotidiano más manejable y acorde a la comprensión alcanzada por cada individuo o a la construcción

---

<sup>1</sup> [Ver Capítulo II](#), se profundiza sobre los desarrollos de James Prescott Joule y su experimento.

elaborada de análisis de los contenidos vistos y su vinculación con el entorno cotidiano (Reif & Larkin, 1994).

Ahora bien, para el caso de la clase de termodinámica y más exactamente cuándo se estudia la relación calor trabajo los estudiantes tienden a dar definiciones aisladas<sup>2</sup>, omitiendo algunas relaciones existentes entre estos. Algunos ejemplos incluyen el trabajo asociado a una actividad o quehacer diario, entendido como la fuerza ejercida en una tarea, donde no se percibe ninguna relación evidente con el calor o la energía interna en un sistema termodinámico. Por esta razón, se busca emplear herramientas o mecanismos experimentales que permitan a los estudiantes construir conceptualmente la relación entre calor y trabajo.

Desde mi práctica como docente en formación se ha logrado identificar que en el desarrollo de las clases de ciencias naturales y en especial de física, en la mayoría de las ocasiones no se suele dar estudio a las interpretaciones que tienen los estudiantes acerca de los fenómenos que involucran dicha área, siendo estas interpretaciones en la mayoría de los casos el resultado mencionado anteriormente, debido a las presuntas verificaciones que relacionan los estudiantes con su entorno. Estas interpretaciones, denominadas concepciones alternativas<sup>3</sup> están establecidas e instauradas de forma implícita, en algunos casos alejadas de lo que realmente es el fenómeno o el concepto que está a la base de alguna explicación (Cuéllar López, 2009), por lo que entorpece la comprensión y la capacidad de asociar fenómenos de su entorno, limitando el manejo de lenguaje técnico usado en la ciencia (Arce Urbina, 2002).

Ahora bien, en el desarrollo de las clases tiene protagonismo el uso de prácticas de laboratorio, experimentos o la solución de actividades que involucren el interactuar con dispositivos que verifiquen lo aprendido en clase, las cuales pueden fortalecer las habilidades de pensamiento científico, a partir de un estudio previo como; la construcción de suposiciones a priori o de situaciones problema que evidencie lo que se quiere demostrar, para que en el momento de observar, detallar y analizar, lo haga a partir de lo aprendido en la construcción previa de ideas. Finalmente, que deduzca los conceptos de acuerdo con lo comprendido en la actividad de laboratorio o en la manipulación de un instrumento y la identificación de fenómenos que están a la base de dicha propuesta experimental; sin embargo, no se cumple habitualmente esta propuesta.

---

<sup>2</sup> Ver diagnóstico, en el [anexo 4](#), apartado donde se evidencia las definiciones de los estudiantes

<sup>3</sup> Para profundizar más sobre este concepto ver el capítulo II, apartado. [Concepciones alternativas:](#)

En mi experiencia como estudiante y docente en formación, se logra observar que los estudiantes optan por dar respuesta a las actividades propuestas a partir de definiciones complejas que copiaron del tablero, que fueron consultadas en un libro e incluso lo escuchado en un vídeo o expresado por el docente, si bien cada una de las interpretaciones utilizadas son correctas (Arce Urbina, 2002), no es lo que se espera que realice el estudiante, pero es lo que se evidencia y se relaciona simplemente como una actividad de refuerzo conceptual.

Debido a los aspectos mencionados anteriormente, como autora me surgieron una serie de preguntas, tales como: ¿Por qué son importantes las definiciones sobre calor y trabajo de los estudiantes para establecer la relación calor- trabajo?, ¿Cómo las didácticas alternativas pueden ser una posible solución a las problemáticas planteadas sobre la relación calor- trabajo en una propuesta experimental?, ¿Por qué es importante asociar la relación calor- trabajo a la cotidianidad?, ¿Por qué la experimentación con la “Heat Wizard” resulta ser importante en la enseñanza de la relación calor- trabajo?, ¿Por qué la cotidianidad en la cual está sumergido el estudiante puede ser un recurso para lo aprendido en la relación calor- trabajo?, ¿Por qué relacionar el batir el chocolate con la máquina Heat Wizard permite adquirir habilidades para enfrentar situaciones de su vida?, ¿Por qué es importante indagar o emplear estrategias que fomenten la construcción de ideas en el diseño de la Heat Wizard? ¿Por qué fomentar el análisis, la comprensión y la capacidad de establecer relaciones podría convertirse en una alternativa para despertar el interés por la conexión entre calor y trabajo?

Debido a los problemas observados en las instituciones CANC y SJA, se propuso como alternativa mejorar la experiencia en las clases de física, específicamente en los contenidos de termodinámica, mediante la siguiente pregunta, que se desarrolló a lo largo de la investigación: ¿Cómo puede una secuencia didáctica convertirse en una alternativa para que los estudiantes de los colegios San Juan de Ávila (SJA) y Agustín Nieto Caballero (CANC) relacionen los fenómenos térmicos y mecánicos a través del diseño y construcción de la máquina térmica “Heat Wizard”?

## **Objetivos**

### ***General***

Desarrollar una secuencia didáctica que permita a los estudiantes de los colegios SJA y CANC comprender y aplicar los principios de los fenómenos térmicos y mecánicos a través del diseño, construcción y experimentación con una máquina térmica “Heat Wizard”.

### ***Específicos***

- Desarrollar un recorrido histórico sobre el equivalente mecánico del calor y su relación con la construcción de máquinas térmicas.
- Identificar las concepciones alternativas que poseen los estudiantes de los colegios CANC y SJA sobre los fenómenos térmicos y mecánicos para la orientación en el desarrollo de la secuencia didáctica.
- Elaborar una máquina térmica “Heat Wizard” que funcione como herramienta pedagógica para la consolidación de las concepciones teórico-prácticas sobre los fenómenos térmicos y mecánicos de los estudiantes de los colegios CANC y SJA.

### **Antecedentes**

El estudio de la investigación se orientó a partir de revisiones que enriquecieron su propósito. En este sentido, se destacan a nivel local, en el Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional, las siguientes:

- *Movimiento y Calor: una transformación fenomenológica en la enseñanza de las ciencias naturales*, realizada por Perilla Triana Luis Emilio, la cual se desarrolla para otorgar el título de Magister en 2013. Esta investigación aborda una problemática en la enseñanza de las ciencias naturales donde los estudiantes poseen vacíos conceptuales al relacionarlo con su cotidianidad y los lleva a alejarse de las Ciencias debido a la forma como es enseñada, por tanto establece una propuesta alternativa, una solución a partir de las ideas que poseen los estudiantes haciendo una negociación de significados a la hora de los nuevos aprendizajes y transformar las prácticas en la enseñanza de las Ciencias (Perilla Triana, 2013). Esta investigación nutre esa investigación por reconocer las concepciones alternativas de los alumnos y cómo enriquece una propuesta de aula.

- *La Analogía Máquina Térmica e Hidráulica, y su uso en la Enseñanza de la Física*, realizada por Villamil Beltrán Natalia en 2017, investiga acerca de los alcances que tienen las analogías en el aula de clase, reflejando la relevancia en la historia de la Ciencias y en particular como ha sido protagonista en la obra Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego por Sadi Carnot, con ello ejecuta un análisis histórico crítico y diseña una unidad didáctica que caracteriza la historia parte del estudio de un fenómeno o concepto en particular (Villamil Beltrán, 2017). Para esta investigación fue significativo porque presenta y recalca los aportes que científicos han construido y diseñado en las ciencias a lo largo de la historia y por otro se realiza un análisis sobre las analogías con el objetivo de

acercar al estudiante a la relación entre lo científico y su entorno, presentando diferentes perspectivas sobre el tipo de aproximación.

A nivel *nacional* se destacan las siguientes investigaciones:

- *Enseñanza de máquinas térmicas mediante el enfoque CTS*, desarrollado por Marín Oviedo Gonzalo siendo este uno de los requisitos para optar el título de Magister en la Universidad Nacional de Colombia en 2017. Parte de esta investigación basa su énfasis CTS propuesto en los estándares básicos de aprendizaje, pero antes de abordar dicho enfoque se requirió de una secuencia didáctica donde pretende inicialmente tener los conceptos claros, las interpretaciones, relaciones y análisis de los fenómenos físicos presentes en las máquinas térmicas, para generar discusiones sostenidas, con argumentos veraces e interpretaciones acerca de los impactos que se han venido obteniendo a nivel científico, tecnológico y social (Marín Oviedo, 2017). Esta investigación se hace imprescindible por la forma como se debe tener en cuenta los fenómenos físicos en la cotidianidad, haciendo que el ciudadano tome conciencia y analice su entorno de forma responsable.

A nivel *internacional* se encuentra la siguiente investigación;

- *Errores conceptuales de Calor y Temperatura que poseen los libros de texto de Física, utilizados por los docentes en la planeación didáctica y su incidencia en el aprendizaje de los estudiantes de tres centros educativos: Instituto Rigoberto López Pérez, Instituto Nacional Benjamín Zeledón y Colegio Público Concepción de María, durante el segundo semestre del año académico 2019*, realizada por Meléndez Reyes Kevin Josué y López Flores Yaneth del Carmen desarrollado en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua en 2020. Este trabajo aborda los diferentes pilares como docente y estudiante en la construcción de aprendizaje sobre los conceptos de calor y temperatura., por ello se analiza tanto las interpretaciones que poseen los estudiantes sobre calor y temperatura como de los recursos usados, los cuales obligan a que el docente sea capaz de identificar si existen errores, confusiones o interpretaciones que no corresponden, ya que esto dificulta y entorpece la comprensión de los alumnos (Meléndez Reyes & López Flores, 2020). Esta propuesta proporcione información cualitativa específica sobre las nociones que los estudiantes tienen acerca del calor, lo que refuerza y generaliza la recolección de datos sobre sus ideas previas. Estas descripciones fueron fundamentales para guiar el desarrollo de las concepciones alternativas.

## Metodología

Esta investigación está enmarcada en una metodología cualitativa que apoya la observación y técnica que permite captar mejor la esencia y lo importante de lo que se estudia (Díaz, Escalona, Castro, León, & Ramírez, 2013). Para el capítulo II se hace uso de la investigación bibliográfica teniendo en cuenta que es fundamental para conocer el origen, problemáticas centrales, teorizaciones, fenomenologías abordadas con respecto a la relación entre el calor y trabajo.

Ahora bien, en esta investigación también se promueve que los estudiantes sean protagonistas en la construcción de su propio conocimiento a partir de las experiencias cotidianas, centrándose en explorar y comprender fenómenos desde su perspectiva. Por tanto, se enfoca en el contexto de las experiencias humanas, usando como mecanismo la *metodología investigación- acción pedagógica*, la cual consiste en combinar las prácticas educativas e investigativas de los docentes a partir de las experiencias en el aula, fortaleciendo así los procesos de enseñanza aprendizaje dentro del área de conocimiento (Restrepo Gómez, 2004), esto se hace a través de un proceso continuo de planificación, ejecución, análisis y reflexión, (Kemmis,1988).

Esta investigación se llevó a cabo en las instituciones educativas San Juan de Ávila y Colegio Agustín Nieto Caballero, pues poseen características socioculturales y pedagógicas diferenciadas. El objetivo principal fue proponer un diseño de secuencia didáctica que permita a los estudiantes de grado octavo establecer un acercamiento entre los fenómenos térmicos y mecánicos a través de la construcción y experimentación de la “Heat Wizard”, esta secuencia se elaboró a partir de las concepciones alternativas identificadas en cada institución. Cuando la propuesta de secuencia didáctica sea aplicada por docentes de física se espera que los estudiantes desarrollaron habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y trabajo colaborativo al acercarse a los conceptos térmicos y mecánicos explorados según sus ideas previas y en relación con su entorno.

Esta investigación se desarrolla en el marco de la



Imagen 2 Aplicación de metodología investigación acción pedagógica e investigación propuesta. Imagen propia (2024).

metodología investigación acción pedagógica partiendo de las ideas establecidas por Kemmis (1992) y los aportes realizados por Saltos, Loom y Palma en su artículo Research: action as a pedagogical strategy of relationship between academic and social en 2018. Si bien, se ajusta a las necesidades y contextos específicos de los colegios y estudiantes involucrados, fue necesario realizar una adaptación a la metodología como se muestra a continuación:



Imagen 3. Adaptación de metodología investigación acción pedagógica.

A continuación, se establece la aplicación de rasgos y fundamentos ajustados a la metodología aplicada para la elaboración y ejecución de las secuencias didácticas.

Tabla 1. Rasgos y aplicación de metodología investigación acción pedagógica.

RASGOS	FUNDAMENTOS	AJUSTES METODOLÓGICOS
<b>PARTICIPACIÓN</b>	El conocimiento se genera colectivamente a través de la experiencia compartida y la reflexión conjunta de todos los participantes. Esto incluye docente y estudiantes o en general a la comunidad con el fin de establecer actores que tienen voz y son parte activa del proceso.	Esta investigación pretende trabajar con el propósito de mejorar las propias prácticas de estudiantes y docente en el desarrollo de las clases de termodinámica, especialmente en los fenómenos térmicos y mecánicos. Se establece un diagnóstico el cual tiene por objetivo revisar y mejorar dichas necesidades, asegurando que refleje los desafíos de cada institución.
<b>PLAN Y CICLO</b>	<p><i>Identificación:</i> Un docente observa que sus estudiantes tienen dificultades.</p> <p><i>Planificación:</i> Decide implementar talleres específicos sobre la estructura de las dificultades.</p> <p><i>Acción:</i> Realiza los talleres durante varias semanas.</p> <p><i>Observación:</i> Recolecta y evalúa los estudiantes.</p> <p><i>Reflexión:</i> Analiza los progresos y las áreas donde los estudiantes siguen teniendo dificultades.</p>	<p><i>Identificación:</i> la exploración inicial y el diagnóstico revela erróneas definiciones sobre calor, trabajo, temperatura y energía. Persiste confusión o falta de distinción clara entre dos conceptos relacionados pero distintos.</p> <p><i>Planeación:</i> se establece una ruta semana a semana sobre los fenómenos (experimentos, taller, situaciones cotidianas, entre otras) que mejoren las dificultades reveladas de los diferentes términos.</p> <p><i>Acción:</i> Realiza como mecanismo una secuencia didáctica que se ejecutará durante varias semanas, se espera implementar 8 semanas, pero eso puede variar según los desafíos completados en la institución.</p>

	<i>Re-planeación:</i> Ajusta los talleres para enfocarse más en la construcción sólidos en el siguiente ciclo.	<i>Observación:</i> Recolecta semanal y evaluación de los avances de cada proceso con el estudiante. <i>Reflexión:</i> Analiza los progresos y establece cambios flexibles para seguir trabajando en las dificultades existentes. <i>Re-planeación:</i> Ajusta la ruta semanal para enfocarse más en la construcción de aspectos más sólidos en el siguiente ciclo.
<b>ENFOQUE O PERSPECTIVA</b>	Se enfoca en entender cómo las experiencias personales, creencias, y valores influyen en la forma en que se enseña o se lleva a cabo la investigación. Así mismo se identifica y cuestiona los supuestos y las prácticas habituales.	Se plantea una ruta semanal “secuencia didáctica” con diferentes prácticas. <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diagnóstico de fenómenos mecánicos y térmicos.</li> <li>▪ Construcción de la máquina térmica “Heat Wizard”</li> <li>▪ Observación de la máquina térmica “Heat Wizard”</li> <li>▪ Interiorización con la máquina térmica “Heat Wizard”</li> <li>▪ Situaciones cotidianas u/o reales.</li> </ul> Se establece flexibilidad de la secuencia didáctica de acuerdo con las identidades propias de cada institución SJA y CANC.
<b>COLABORACIÓN Y REFLEXIÓN.</b>	Este enfoque garantiza que la investigación sea tanto útil como significativa, contribuyendo a cambios reales y positivos en la sociedad. Establecer un entorno en el que la reflexión crítica, la colaboración activa y la participación de todos los actores sean prácticas constantes a lo largo del proceso.	A lo largo de este diseño de secuencia didáctica, el estudiante mantiene un diario personal que le permite manifestar sus dificultades, avances o debilidades, así como las habilidades reforzadas en cada sesión y las posibles mejoras que se llevan en cada ejecución de este. Manteniendo una comunicación y constante evaluación del control de su aprendizaje.

En conclusión, aunque se ha propuesto una metodología detallada que abarca desde el inicio hasta el final de la secuencia didáctica, esta investigación se limitó únicamente al diseño y la elaboración de esta. Los aspectos contemplados posteriormente se centran en lo que se espera suceda durante la aplicación de la secuencia, así como algunas sugerencias o posibles resultados tanto en el transcurso como al concluir la implementación. Una recomendación clave dentro del diseño propuesto es la incorporación de una evaluación tipo bitácora, específicamente un "diario personal", el cual facilita un análisis más profundo y exhaustivo del proceso de aprendizaje del estudiante.

## Capítulo II. Desarrollo teórico de la investigación “Un viaje a través del tiempo”

El marco teórico planteado en este capítulo proporciona bases conceptuales y pedagógicas necesarias para analizar e interpretar los fenómenos relacionados con el calor, el trabajo y las máquinas térmicas, a través de un enfoque histórico y experimental. Este recorrido teórico permitirá no solo comprender el funcionamiento de la Heat Wizard, sino también integrar estrategias pedagógicas innovadoras que conecten la teoría con la práctica.

El marco teórico está estructurado en dos aspectos fundamentales: El disciplinar y el pedagógico. A partir del recorrido histórico y conceptual presentado, se plantea una interpretación del funcionamiento de la Heat Wizard. Esta aproximación ayuda a entender los fenómenos observados en la herramienta y relacionar con los conceptos e ideas claves.

En el aspecto disciplinar se expone un recorrido histórico que aborda ideas sobre la relación entre el calor, el trabajo y las máquinas térmicas. Las implicaciones de la historia de las ciencias naturales permiten comprender el trabajo de los científicos, sus interpretaciones y los problemas o planteamientos que surgen en su proceso de investigación.

En el aspecto pedagógico, se aborda la importancia de la historia y la experimentación en el aula como estrategia para la enseñanza, y se establecen las concepciones alternativas como parte del proceso de aprendizaje. Esta interpretación facilita una comprensión más clara de cómo estas nociones han sido fundamentales en la creación y aplicación de conceptos.

A continuación, se muestra el desarrollo detallado de los aspectos disciplinarios y pedagógicos que sustentan esta investigación.

### **El calor y su relación con el trabajo. Un recorrido histórico...**

*“Para transformar el mundo que le rodea, el hombre necesita de conocimiento y energía. Fromm, E. (1968)”*

Desde sus inicios, la evolución al explorar los fenómenos térmicos, como el calor y su transferencia, y los fenómenos mecánicos, como el movimiento y las fuerzas, ha estado intrínsecamente relacionada con las necesidades cotidianas y los desafíos de las civilizaciones. Estos conocimientos inicialmente parten de la observación de actividades naturales que, aunque percibidas de forma aislada, estaban conectadas con un fin.

Estas nociones conceptuales, aunque hoy parecen claras y establecidas, estuvieron envueltas en un contexto de incertidumbre, con debates que desafiaban las evidencias disponibles y la claridad de los conceptos iniciales. Retomar la historia permite enlazar pasado y presente, así como reflexionar



*Imagen 4. Clker-Free-Vector-Images. (n.d.). Imagen de un primitivo intentando obtener calor [Imagen]. Pixabay*

sobre las intenciones, objetivos o propósitos que guiaron a las personas del pasado (científicos, ingenieros, pensadores, inventores) al desarrollar teorías, conceptos o tecnologías.

El progreso del hombre se ha visto impregnado por transformar su medio e intentar modificarlo hacia sus insuficiencias, el primitivo buscó adaptar con el tiempo mediante la observación; generalidades dentro del ambiente para sucesos beneficiosos en su supervivencia, la comunicación con diferentes pares permitió construir un mecanismo de la herencia científica y establecer hechos<sup>4</sup>. Pues estos acontecimientos representativos alrededor del estudio de la relación calor trabajo están demarcados a lo largo de la historia, desde inicios de la humanidad hasta hoy, estos traspasaron situaciones difíciles y problemáticas que se mostrarán a lo largo de este apartado.

La comprensión del concepto de calor ha cambiado, desde las primeras observaciones empíricas hasta los enfoques más modernos, siendo esencial en procesos tan variados como la formación de estrellas, la dinámica de los planetas y el equilibrio térmico de los sistemas biológicos. Su importancia radica en que actúa como motor de muchos fenómenos físicos, químicos y biológicos.

En la primera ley de la termodinámica deducida por Rudolf Clausius y William Thomson en el siglo XIX, se concluye que el calor no es una propiedad intrínseca de un sistema, sino más bien una forma de energía en tránsito, definido como la transmisión de energía térmica entre dos cuerpos con temperaturas distintas, de modo que se evidencia la energía en forma de movimiento (Clausius, 1850; Thomson, 1851). Para comprender este fenómeno, se debe explorar esencialmente las leyes y principios termodinámicos que gobiernan dicho proceso.

En la evolución sobre el calor, algunos científicos realizan sus planteamientos con experimentos u observaciones, logrando así la transformación de la concepción tradicional de esta forma de energía, como las teorías que predijeron fenómenos comunes en el espacio y el tiempo ya que trataron de explicar eventos que afectaban el entorno, como derrumbes, vendavales y oleadas

<sup>4</sup> Según lo planteado por Kuhn y Foucault entiéndase un **hecho** como la observación reflexiva de un suceso cuya validez está ligada al contexto social, histórico y científico en el que se construye la situación. Estos pueden ser refinados, revisados o incluso rechazados y dependerá de los avances en las investigaciones científicas, también pueden funcionar como parte de nueva evidencia. (Pirozelli, 2021)

extremas de frío o calor. Filósofos como Heráclito ( $\approx 484$  a.C.), Empédocles ( $\approx 400$  a.C.), Anaxímenes ( $\approx 590$ ) y Aristóteles ( $\approx 300$  a.C.) intentaron dar explicaciones basadas en fuerzas controladoras y el modelo de los cuatro elementos fundamentales de la naturaleza.

El manejo de estos conocimientos permitió emplear herramientas para su desarrollo; el uso del fuego se aplicaba tanto en la creación de elementos de defensa como en el tratamiento de materiales durante la fundición de cobre, estaño y hierro, además de su uso doméstico en sistemas que mantenían las condiciones de bienestar térmico. También se hacía referencia a los estados comunes de la materia, como “caliente” y “frío”, o las cualidades de “seco” y “húmedo”.

La llamada primera revolución científica, ocurrida a mediados del siglo XVI, marcó el fin de una estructura filosófica y dio paso a un enfoque experimental. Este cambio permitió una distribución más fragmentada del conocimiento, triplicando los esfuerzos científicos en áreas como la mecánica, la electricidad y la termodinámica, pues las ideas de Aristóteles comienzan a ser cuestionadas. Galileo Galilei (1564-1642) afirmó que el calor era una sustancia material y fluida. A partir de esta concepción, el calor fue interpretado como un elemento (como el agua o el aire), compuesto por pequeñas partículas en constante movimiento, que pasaban de un objeto a otro sin ser visibles ni tocables. Su existencia solo se evidenciaba a través de los efectos que producía; por ejemplo, cuando un trozo de hielo comenzaba a derretirse, se entendía que algo ingresaba al objeto, provocando ese cambio de estado.

Pronto para Descartes (1596-1644) el calor no podía ser considerado como un "fluido" o "elemento" como lo hacían algunos de sus contemporáneos, por el contrario para él, el calor era una agitación de las partes de los cuerpos, este movimiento de las partículas era una propiedad fundamental de la materia, creía que las partículas más pequeñas de los materiales estaban en constante movimiento, lo que causaba una sensación térmica en los objetos o en los seres vivos que entraban en contacto con ellos.

Galileo trabajó con aparatos especializados para comprimir aire y vapor, utilizando por primera vez el concepto de energía en 1592. Sus hallazgos se asemejan a los de Evangelista Torricelli (1608–1647), quien, mediante el barómetro, postuló que el equilibrio térmico de un sistema se



*Imagen 5. Museo Galileo. (n.d.). Travail personnel [Imagen]. Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0.*

caracteriza por una temperatura uniforme, sin diferencias de presión o calor que generen tensiones (Hernández González & Prieto Pérez, 2007). A partir de estos descubrimientos, se pudo explorar más a fondo la relación entre fuerza y movimiento, lo que permitió realizar experimentos clave para entender cómo se desarrolla el trabajo mecánico en distintos sistemas. Este avance se evidenció en los estudios iniciales de Galileo Galilei sobre el movimiento y la resistencia, y en los experimentos de Newton, quien estableció principios fundamentales sobre la interacción entre cuerpos (Newton, 1687, p. 45).

Van Helmont, en sus observaciones sobre la calcinación del azufre y carbón, consideró el fuego como un agente de transformación. Sin embargo, durante los siglos XVII y principios del XVIII, las teorías sobre el calor no fueron establecidas de manera definitiva, ni eran lo suficientemente claras. Esto se debió a la falta de métodos confiables en termometría y calorimetría, así como a la ausencia de conceptos clave que permitieran una mayor profundización y expansión de las ideas en torno al calor.

Los hermanos fundadores de la Academia del Cimento en Florencia hacia 1657 Leopoldo (1617-1675) y Fernando II de' Medici (1610-1670) establecen una distinción entre la temperatura (estado térmico) y calor (flujo de energía térmica), dando paso a desvirtuar lo que por algún tiempo se instauró por medio de los sentidos; las condiciones de calor y frío, donde ambas circunstancias establecen tener calor, pero diferente temperatura. Para entonces, estos aparatos obtenían una influencia científica considerable, aplicado a la medicina con el control de la fiebre y en la ganadería con el desarrollo de los embriones.

Por su parte, Boyle sostenía que el calor debía estar compuesto por corpúsculos, como un fenómeno derivado del movimiento físico de las partículas. Tanto Bacon, Galileo como Boyle consideraban difícil aceptar la explicación de la naturaleza del calor bajo la teoría de que este fuera un fluido.

Sin embargo, Bacon cambió de perspectiva y, junto con Hooke y Newton, defendió la idea de que "el calor era una propiedad del cuerpo calentado, resultado del movimiento (vibratorio) o agitación de sus partes". Esto se da a partir de experimentos sobre el calor radiante que comprobaron particularidades, por ejemplo, en su libro *Novum Organum*, Francis Bacon concluye que el calor es el movimiento de las partículas que componen la materia. "El calor parece ser movimiento", "la

esencia misma del Calor, o el yo sustancial del calor, es movimiento y nada más", "el calor no es un movimiento expansivo uniforme del todo, sino de las pequeñas partículas del cuerpo".

Robert Hooke y Edme Mariotte (1620- 1684) separan el calor radiante producido por la luz mediante un vidrio en su experimento de 1679, sus hallazgos adelantados a su época demostraban que la luz y el calor eran fenómenos diferentes, indicaba que el calor podría transferirse de manera independiente sin afectar la luz visible. Este experimento reveló años después cómo se transfería el calor en ausencia de contacto directo entre cuerpos.

Becher propuso inicialmente la teoría del flogisto, que fue luego reformulada y ampliada por Georg Stahl (1659-1734) en 1697. Stahl introdujo la idea de que durante los procesos de combustión se liberaban sustancias, y propuso que la combustión de la materia, bajo la acción del fuego, implicaba la pérdida de sustancia y masa del cuerpo, lo que explicaba la inflamabilidad.

En ese periodo, surgieron dos principales explicaciones sobre el calor: la teoría del flogisto y la teoría del movimiento del calor. Esta última sostenía que el fuego estaba compuesto por diminutas partículas ligeras, altamente móviles, lo que les permitía penetrar la materia en sus distintos estados. Según esta visión, los átomos del fuego tenían peso y formaban parte de un fluido hipotético e indestructible, cuya presencia en un cuerpo determinaba su nivel de calentamiento.

Euler, Lagrange y Laplace realizaron experimentos centrados en los gases y su comportamiento, analizando los cambios que sufrían cuando se modificaban las condiciones de presión, densidad y temperatura. Descubrieron que los cambios en el calor experimentado por el gas se compensaban cuando el gas regresaba a su estado original, sin dejar rastro en el entorno. Más tarde, Laplace y Poisson transformaron la teoría del calor en una teoría matemática, concibiéndolo analíticamente como una función de estado del cuerpo. Es decir, lo entendieron como una propiedad del sistema que dependía únicamente de su estado actual, y no de cómo había llegado a ese estado.

A inicios del siglo XVIII, la mezcla de materiales a diferentes temperaturas demostró que la cantidad de calor permanecía constante, lo que respaldaba la idea de que "*el calor no se crea ni se destruye*". Independientemente de la forma en que se verificaba la redistribución del calor entre los cuerpos que se mezclaban, la cantidad total de calor se mantenía invariable. En ese contexto, también comenzó a predominar una variedad de explicaciones sobre el calor, ya que las ideas sobre fluidos y

efluvios sutiles<sup>5</sup>, el calórico, el flogisto, la electricidad..., entre otros, generaron una dura confrontación de ideas (Furió Mas & Guisasola Aranzabal, 1998) como la de Isaac Newton al decir que la propagación del calor se da a partir de las vibraciones del éter; en su artículo publicado anónimamente en 1702 "Scala graduum Caloris. Calorum Descriptiones & signa" en *Philosophical Transactions of the Royal Society*, especificando que estas vibraciones transmitían la energía térmica entre partículas, similar a cómo las ondas sonoras viajan en el aire. (Besson, 2010).

Para esta época era más común considerar o aceptar, toda serie de éter e imponderable sustancia, por lo que se reafirmó la calorimetría la credibilidad hacia el punto de vista que el calor era una sustancia material, pues como las observaciones e interpretaciones anteriores resultaban inconcebibles ser explicada por el movimiento de partículas.

Ahora bien, estas discusiones ya no solo buscaban concretar los conceptos, sino ahora relacionar la mecánica, la química, la electricidad y el calor. según Gottfried Wilhelm Leibniz en la aparición de calor producido por choques inelásticos y en la desaparición de la energía cinética<sup>6</sup> así como la constante discusión sobre el comportamiento natural del calor, esto conlleva a un reto en la explicación de las teorías del calor anteriormente mencionadas, encaminadas hacia la revolución en termodinámica del siglo XIX. (Furió Gómez, Solbes, & Furió Mas, 2007).

Mijaíl Lomonosov (1711-1765) construye ideas que le permiten rechazar la teoría del calórico y hace planteamientos en 1750 respecto al comportamiento del calor, deduciéndolo microscópicamente como movimientos moleculares, esto lo considero al replicar experimentos exhaustivos elaborados durante algunos años por Robert Boyle (1627-1691) quien perfecciona la bomba de aire, admitiendo que el comportamiento de la materia estaría conformada por unidades discretas; facilitando negar que la materia se regía por los cuatro elementos (Hunter, 2009).

Antoine Lavoisier (1743-1794) diseña la "teoría del calórico" que radica en una sustancia cuya conducta era impalpable, resistente y traspasaba las fronteras del cuerpo. Su comportamiento específico respecto a la excitación de partículas se daba al repelerse internamente entre ellas y atraídas por el exterior de otra sustancia fundando un cambio de calor, cruzando a la expansión molecular,

---

<sup>5</sup> Boyle define un *efluvio sutil* como la sustancia que posee un cuerpo al experimentar hipotéticamente fuerza en los fenómenos físicos de atracción o repulsión de otro cuerpo. Construye este término al hablar sobre la materia y movimiento. (Perez, 2005)

<sup>6</sup> Llama anteriormente como "*Vis viva*"

suponiendo dos estados calóricos: el estado libre, perteneciente de los sentidos, al termómetro y el estado latente, en el cual el calórico se mantendría adherido a las moléculas (Jou, 1987).

Joseph Black (1728-1799) compartía los planteamientos anteriormente expuestos, pues consideraba que este era el fundamento más acertado en el concepto de calor, puesto que sus experimentos mantenían una constante  $P$ ,  $V$ ,  $T$  instaurando este intercambio de trabajo con el sistema exterior haciendo que este fuese siempre despreciable, tendiendo a creer erróneamente en la relación de que el calor se conservaba en los procesos térmicos. Lavoisier con la publicación en 1777 de su obra "Réflexiones sur le flogistique" destierra la idea de flogisto en sus experimentos que demuestran un comportamiento totalmente distinto; debido a que la oxidación de los materiales se daba por lo que hoy se conoce como reacciones químicas y no como aseguraba Stahl a la sustancia perteneciente y luego perdida en el proceso de la combustión de dicho material, poco a poco se abandona dicha teoría en situaciones que ponían cada vez más a prueba ese planteamiento emergente. (Kleinhappel & Wodlei, 2007).



Imagen 6. Retrato de Joseph Black, 1787. Fuente: David Martin, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons

Luego de esto, Black desliga el calor de la temperatura, definiendo la temperatura como parte numérica del instrumento de medida construido por él, el termómetro. Una serie de ensayos alrededor del método de mezclas, predicen y contrastan las variables de estado; calor que entra o sale del sistema, características del cuerpo: calor específico y/o latente, relación con la medición de calor en el sistema (calorimetría) y construcción de dispositivos aislados del exterior con un termómetro registrando el comportamiento interno por medio de la temperatura (similares a los termos) que le permiten hacer distinción entre calor (cantidad de energía) y temperatura (nivel térmico). Black comprende el calor como un agente encargado de establecer el comportamiento para obtener el equilibrio térmico dentro de un sistema; que consiste en colocar dos objetos en contacto, durante un tiempo determinado para llegar a poseer estos dos cuerpos la misma temperatura (Furió Gómez, Solbes, & Furió Mas, 2007).

Documentó en su obra *Lectures on the Elements of Chemistry* (1803) sus experimentos sobre el cambio de fase en sustancias, particularmente en el agua. En estos estudios, observó que, durante la fusión y vaporización, aunque la temperatura permanecía constante, era necesaria una cantidad significativa de calor para que el proceso ocurriera. Este hallazgo evidenció que el calor absorbido no

generaba un cambio detectable en la temperatura medida, lo que lo llevó a introducir el concepto de 'calor latente' (Kuhn, 1894), estableciendo así las primeras bases de la calorimetría. Concluyendo que el calor no se manifestaba exclusivamente con un cambio de temperatura, sino que también estaba asociado con las transformaciones de fase de la materia, sugiriendo que este no era una sustancia indestructible, sino más bien una forma de energía en constante transformación (Black, 1764).

La teoría del calórico resultó ser valiosa durante más de medio siglo y obtuvo una gran aprobación, como se reconoció en Europa, donde los experimentos que apoyaban esta teoría fueron ampliamente aceptados. Cabe resaltar que el fluido calórico perduró como la teoría más aceptada debido a que cumplía con dos requisitos: definirse sin conflictos internos ni confusiones, y basarse en efectos observables, ya fueran directos o no; y segundo, demostrar su capacidad para describir y explicar fenómenos o leyes. Como demuestra Jou en su artículo *El desarrollo de la termodinámica en el siglo XIX* (1987), debido a los siguientes aspectos:

- Se distribuía el calórico por todo el cuerpo de forma homogénea. Donde las moléculas se atraían entre sí.
- La liberación de movimiento hacia que entre mayor calor obtuviera, mayor tendría a dispersarse el calórico. Las moléculas retienen una cierta atmósfera de calórico.
- En los cambios de estado bruscos, se liberaba parte de este fluido cambiando de “latente” a “sensible”. La atmósfera de calórico de las distintas moléculas se repele entre sí.

A pesar de ello, surgieron dificultades que no fueron resueltas, la primera consistía en el peso que podía poseer el material calórico y en segundo la hipótesis entorno a la conservación de este fluido en los procesos térmicos.

A finales del siglo XVIII el científico Benjamín Thompson, Conde Rumford (1753-1814) puso en duda el planteamiento en torno a la teoría del calórico pues no imaginaba un fluido sin peso, sus hallazgos observacionales de alrededor de 30 años le permitieron determinar el comportamiento de una serie de experimentos con

objetos frotados que conservaban una fuente de calor inagotable de forma accidental, estos detalles fueron mencionados en su artículo publicado en 1798; *An Experimental Enquiry Concerning the*

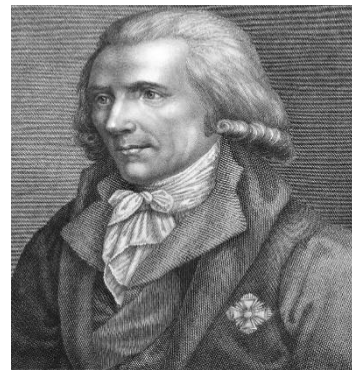


Imagen 7. Retrato de Benjamin Thompson, Conde de Rumford. Adaptado de Fuente Smithsonian Libraries, n.d.

Source of the Heat which is Excited by Friction, donde plantea que el comportamiento del calor era movimiento (Furió Gómez, Solbes, & Furió Mas, 2007).

El Conde consideraba "el calórico" como una propiedad que podía medirse. Esta idea fue llevada a cabo a través de la observación en el taladro de cañón, donde destacó que el calor producido por la fricción en la perforación de cañones, entre dos superficies en contacto (la base del cañón y la esfera de hierro), continuaba sin cesar y de forma libre "sensible". Estableció que el trabajo mecánico realizado se transformaba en calor.

Si bien se menciona que este hallazgo fue accidental, en realidad no lo fue, ya que anteriormente se había trabajado con metales. Por ejemplo, se habían realizado experimentos en los que se golpeaba una barra de metal para hacer que las partículas se agruparan y así disminuir la sustancia calórica. Debido a lo observado, el investigador decidió continuar su estudio, analizando tanto la viruta como el metal para calcular el calor específico, lo que le reveló que no cambiaban y

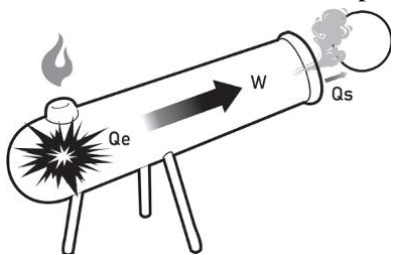


Imagen 8. Cañón medieval visto como sistema técnico térmico. Imagen tomada de (Giri 2020)

poseían el mismo valor.

Rumford retomó antiguas doctrinas y, apoyándose en ellas, concluyó que el calor no era una sustancia, sino una forma de movimiento asociada a la agitación de las partículas en los cuerpos (Thompson, 1798). A pesar de sus esfuerzos por establecer un cambio significativo en la comprensión de la naturaleza del calor, su propuesta no fue aceptada. Los caloristas contaban con una idea tan robusta y elaborada como la de la sustancia calórica. Al intentar resolver las fallas de la teoría del calórico, muchos volvieron a considerar la validez de dicha teoría. Aunque la teoría de Rumford ofrecía explicaciones cualitativas para una amplia gama de fenómenos, como la producción de calor por fricción y compresión, la dilatación, la conducción, los cambios de estado y la difusión de los líquidos, no lograba explicar la ley de conservación del calor en mezclas, o si en un sistema aislado la cantidad de calor permanece constante sin que se engendre ni se transforme, mientras que la teoría del calórico en estos casos era más práctica y aceptada.

La teoría del calórico explicaba en detalle varios de los comportamientos asociados al calor, uno de los cuales se refería específicamente a la fricción, y ofrecía un enfoque contrario al planteado por el Conde. Según esta teoría, el calor generado por fricción era el resultado de la liberación de la

sustancia calórica atrapada en los objetos. A medida que los cuerpos se frotaban entre sí, más calórico se liberaba, lo que provocaba un aumento en la temperatura de estos.

Humphry Davy (1778-1829), un joven de 21 años, con un experimento en el que frotó dos unidades de hielo en el vacío hasta generar fusión, concluyó que la cantidad de calor necesaria para fundir el hielo solo puede proceder de la fricción debido al incremento de calor específico que se produce al transformar el hielo en agua. Este experimento demostró que el calórico, o la materia calórica no existía, conclusión muy influenciada por las investigaciones de Mayer y Joule (Holton, 1989).

A lo largo de la primera mitad del siglo XIX, muchos científicos aceptaron el principio de la identidad cualitativa entre el calor y la luz. Numerosos experimentos realizados en Inglaterra, Italia, Escocia y otros lugares demostraron que el calor radiante presentaba todas las características de la luz. Los investigadores encontraron que la naturaleza del calor dependía, en cierta medida, de las concepciones sobre la naturaleza de la luz.

Hacia 1820, la teoría corpuscular de Newton sobre la luz era generalmente aceptada; consideraba que la luz era una sustancia. En consecuencia, se asumió que el calor también debía ser una sustancia similar. En 1825, en Inglaterra y Francia, las opiniones científicas comenzaron a inclinarse hacia la idea de que la luz no era una sustancia, sino un movimiento ondulatorio que se propagaba a través del éter. Este cambio de perspectiva hizo que fuera razonable aceptar, junto con la teoría ondulatoria de la luz, una teoría similar para el calor.

Thomas Young (1773-1829) propuso en 1807 una teoría mecánica del calor algo diferente, basada en el estudio del calor radiante emitido por cuerpos incandescentes y el efecto de calentamiento de la región infrarroja del espectro. Según esta teoría, el calor podría ser una vibración ondulatoria similar a la luz. Mientras tanto, en Francia se investigaban los factores que regían la conversión del calor en energía mecánica, especialmente en relación con el funcionamiento de la máquina de vapor.

Los ingenieros franceses, por su parte, se centraban en entender la relación entre los efectos térmicos y mecánicos. En 1824, Sadi Carnot, un ingeniero militar francés (1796-1832), publicó *Reflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à augmenter cette puissance*, un estudio en el que analizaba los elementos clave que influyen en la transformación del calor en

trabajo mecánico, enfocándose particularmente en las máquinas de vapor y otros dispositivos térmicos.

En su investigación, Carnot buscaba responder a cuestiones como: ¿cuál es el máximo rendimiento que se puede obtener de una máquina?, ¿existe algún límite sobre el rendimiento de las máquinas térmicas?, ¿existe algún agente material privilegiado preferible, por ejemplo, al vapor de agua? (Jou, 1987)

Carnot utilizó la teoría del calórico en sus análisis sobre el rendimiento, entendido como la cantidad de trabajo mecánico que puede realizarse a partir de una determinada cantidad de calor. Creía que la cantidad de calor que entraba a la máquina de vapor (desde la caldera) era la misma que la que salía (hacia el condensador), pensando que el calor simplemente "circulaba" por la

máquina, realizando trabajo sin disminuir en cantidad (Mason, 1953). Este comportamiento de la máquina de vapor, como fuerza motriz del calor, dependía de la cantidad de calórico empleado, y era similar al funcionamiento de una rueda hidráulica, cuyo rendimiento depende de la altura y cantidad de agua que cae. Sus primeras comprensiones se evidencian en la necesidad de aumentar el suministro de carbón, por lo que debía aumentar la producción en toda la industria, después de la guerra de Gran Bretaña en 1940 y lo obliga a importar máquinas de vapor (Mora Guerra, 2021).

Sin embargo, Carnot se dio cuenta de que el trabajo realizado no dependía de la diferencia de altura, sino de la diferencia de temperatura. En su interpretación, la máquina de vapor consistía en dos partes clave: la caldera, donde el vapor se calienta (alta temperatura), y el condensador, donde el vapor se enfría (baja temperatura) (Mason, 1953). La diferencia de temperatura entre ambos reservorios hacía que el calor fluyera espontáneamente hacia el condensador, lo que permitía que la máquina realizara trabajo.

Carnot identificó que la eficiencia de las máquinas de vapor y otras máquinas térmicas depende de la diferencia de temperatura entre los dos reservorios (el caliente y el frío), y que todas las máquinas térmicas que operen bajo esas condiciones tendrán la misma eficiencia. Conclusiones similares ya las había obtenido Robert Stirling (1790- 1878) quien como mecanismo para evitar los frecuentes accidentes ocurridos en las calderas de vapor construye un motor de circuito cerrado, capaz

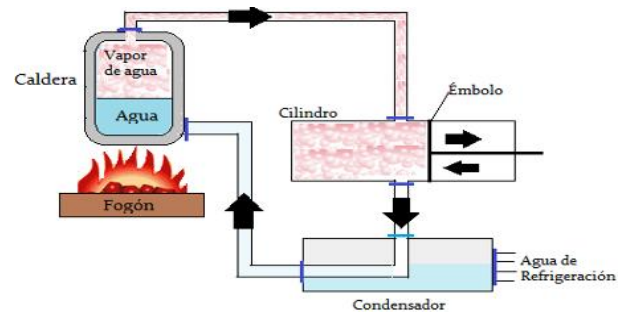


Imagen 9. Representación de la máquina de Carnot.  
Imagen tomada de (Salinas C., 2018)

de generar dos caballos de fuerza con el fin de extraer agua de una caldera, esto impide la pérdida de energía y mejora su eficiencia. (Woerlen, 1917)

En 1840 se hace un avance notorio al incluir en el lenguaje el concepto de energía que para dicha época se mencionaba como la fuerza viva atribuida a los cambios mecánicos que poco a poco se establecieron como la capacidad para hacer que el sistema se transforme: en hacer trabajo y/o transferir calor, este fue el pilar fundamental para hablar respecto a las diferentes interacciones y cambios entre (mecánica, electricidad, magnetismo y química) (Furió Gómez, Solbes, & Furió Mas, 2007). Dos años después se realizan una serie de ensayos centrados en la conversión del calor y el trabajo, es decir, las equivalencias y conservación general de todas las formas de energía, investigaciones que empezaron a ser novedosas.

Émile Clapeyron (1799-1864) redescubrió el diagrama indicador de Watt, que mostraba cómo variaba la presión con el volumen del cilindro de la máquina de vapor durante un ciclo de operación. Señaló que el área bajo el gráfico de presión-volumen proporcionaba una estimación del trabajo realizado durante el ciclo de cambios. Además, sugirió que la relación entre el trabajo



*Imagen 10. Julius Robert von Mayer. Imagen tomada de Adobe Stock. (n.d.). Julius Robert von Mayer, German physician and physicist [Fotografía]. Adobe Stock.*

realizado y la cantidad de calor suministrada durante el ciclo podría servir como medida de la eficiencia de la máquina de calor. Sin embargo, las ideas de Clapeyron no fueron reconocidas en su tiempo.

Julius Robert von Mayer (1814-1878) médico alemán, desarrolló sus contribuciones durante estudios sobre el cuerpo humano expuesto a diferentes climas y alimentación. Pues notaba que la sangre de las venas era más brillante en climas tropicales que en los fríos (Holton, 1989). Su observación se centraba en la energía liberada debido a la respiración, la cual era usada para que el cuerpo humano realizara trabajo y de forma contraria el trabajo empleado generaba calor. Este planteamiento le permitía proponer la idea de que la energía liberada durante los procesos metabólicos en los organismos vivos genera energía térmica por medio de la respiración y su equivalencia hacia el trabajo (energía mecánica) estaba dada por el esfuerzo de los músculos (Beatty, 1975), supuso que la energía mecánica de los músculos proviene de la misma fuente que la energía mecánica, el calor y la energía química, estas a su vez eran intercambiables y convertibles (Mason, 1953).

En 1842, presentó su trabajo *Remarks on the Forces of Inorganic Nature*, en el que establece que las energías forman una cadena de causas y efectos. Aplicando el principio *causa aequat effectum*, describe cómo las energías pueden entenderse como causas que generan efectos. Estas causas no desaparecen, sino que se transforman en nuevas formas de energía. De esta manera, se considera que las energías son indestructibles y convertibles, ya que pueden cambiar de forma manteniendo su esencia (Holton, 1989). Esta adaptación de las causas y efectos fue influenciada por experiencias previas desde su perspectiva. Sin embargo, esta visión fue rechazada y pasó desapercibida en su momento. No fue sino hasta 12 años después, cuando Rudolf Clausius rescató sus propuestas, aclarando la teoría del calor y formulando los principios fundamentales que darían lugar a las leyes de la termodinámica (Gelfer, 1951).

Manifiesta Mayer que el movimiento cesa, aunque no se haya realizado otro o se le aplicara peso, en el caso de la energía no desaparece “no cesa” se transforma. Por lo que afirma que, si dos objetos se frotan engendrando calor, se hablara entonces de calor equivalente a movimiento, como lo manifestaba una década antes Rumford y Davy (Holton, 1989).

Si bien, Mayer no tenía los medios para realizar experimentos propios y no contó con aliados en su tiempo para resolver su interrogante sobre *¿cuánto vale la cantidad de calor correspondiente a una cantidad dada de energía cinética o potencial?*, su reflexión se basó en la deducción de la equivalencia entre calor y trabajo a partir de comprobaciones empíricas. Estos experimentos, aunque habían sido inadvertidos por mucho tiempo, ofrecían bases. Uno de estos experimentos mostraba la cantidad de energía calórica necesaria para aumentar 1°C en la temperatura de 1 gramo de una sustancia.

Desde principios del siglo se sabía que los gases que se expanden en un vacío no sufren cambio térmico, mientras que los gases que se expanden contra una presión opuesta, y que realizan de este modo trabajo mecánico, absorbían calor (Mason, 1953). Permitiendo a Mayer argumentar que el calor no desaparece; más bien, al no realizar trabajo mecánico, el gas no disminuye su temperatura (Mayer, 1842). A partir de esta observación, planteo la unificación de varias ramas separadas de las ciencias físicas, como el desarrollo del principio de la indestructibilidad y convertibilidad de la energía. Sin embargo, a pesar de sus esfuerzos, sus ideas fueron completamente rechazadas, lo que lo llevó a sufrir trastornos mentales (Holton, 1989). En palabras de Mayer, el único efecto del

movimiento es producir calor. Por lo tanto, el origen del calor no tiene otra causa que el movimiento mismo. (Mason, 1953)

Durante este siglo, algunos científicos se centraron en comprender cómo las fuerzas podían transformarse en energía útil, surgiendo preguntas cómo: ¿Puede la temperatura de un cuerpo aumentar sin entrar en contacto con otro más caliente? o ¿Qué sucede cuando las cosas aumentan su temperatura al frotarse?, las cuales generaron debate entre diversos científicos y gracias al trabajo experimental de Joule a mediados del siglo (1840) fueron respondidas, mostrando que el trabajo mecánico en un sistema tenía un efecto predecible en el aumento de temperatura (Griffith, 2007)

Por otro lado, James Prescott [Joule](#) (1818-1889) alumno de John Dalton e hijo de un cervecero, motivado por las circunstancias que varios tenían en su tiempo proponer una ley de conservación en palabras de él mismo “... *la materia, puede ser destruida...*” (Holton, 1989, p. 403). Pues hacia 1843 retoma los hallazgos de algunos investigadores<sup>7</sup> y presenta por primera vez los resultados de la comparación del trabajo mecánico necesario para el funcionamiento de un generador eléctrico y el calor producido por la corriente engendrada, afirmando que:

*Me veo obligado a admitir que el conde Rumford tenía razón al atribuir el calor desarrollado en la perforación de los cañones al rozamiento... No perderé el tiempo repitiendo y ampliando estos experimentos pues me satisface que los grandes agentes de la naturaleza sean por voluntad del creador, **indestructibles; y que cuando la fuerza mecánica (energía) se consume, se obtiene siempre una cantidad equivalente de calor.***

El objetivo principal de la construcción de los experimentos de Joule se centraba en vencer la fricción. Uno de sus experimentos más importantes consistió en un conjunto de paletas que calentaban agua al girar, las cuales se ponían en movimiento al dejar caer un objeto en caída libre. Este proceso se repetía bajo diversas condiciones para obtener un valor más preciso. El calor se generaba por la transferencia de energía entre el movimiento de las paletas y el agua, a través de la fricción, lo que provocaba un aumento en la temperatura del agua. A partir de este experimento, se estableció que existe una relación directa entre el trabajo realizado y el calor producido: “El trabajo realizado por un peso de una libra que decidiera producir calor por medio de rozamiento en el agua elevará la temperatura de una libra de agua en un grado Fahrenheit” (Gamow, 1971).

---

<sup>7</sup> Los hallazgos realizados por Joule de otros investigadores se encuentran en el [Anexo 1](#)

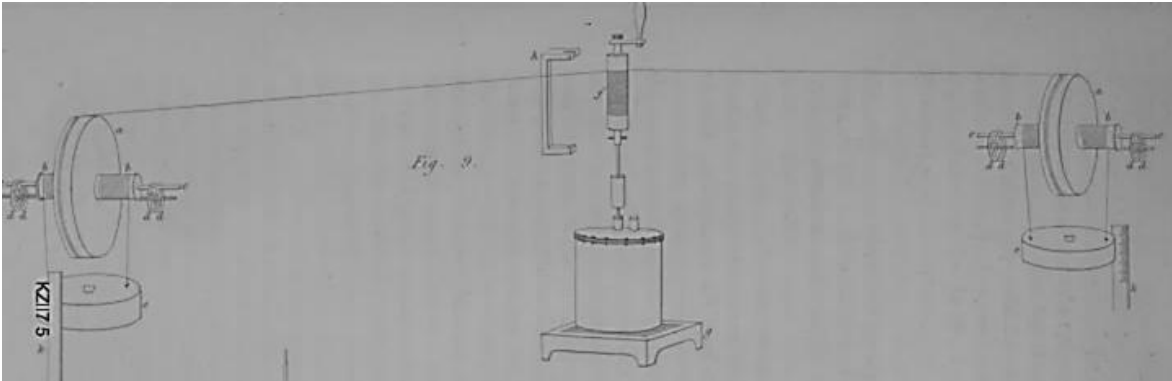


Imagen 11. Joule's diagram of his experiment. Representación del equivalente mecánico del calor según los experimentos de Joule y Faraday. Adaptado de Joule & Faraday (1850).

Las ideas de Joule eran tan controvertidas que por largo tiempo no encontró una revista científica que le permitiera hacer público sus hallazgos, finalmente por primera vez en un periódico local de Manchester es publicada. William Thompson (1824-1907, más tarde Lord Kelvin) apoyó la teoría de Joule generando relevancia y aprobación pública. Ellos trabajan en conjunto sobre los cambios de calor cuando los gases se expanden y contraen, dando como resultados en el desarrollo del refrigerador (Gibbs & Winhoven, 1843).

A medida que el concepto del principio general de conservación de la energía ganaba defensores, las ideas sobre la conservación e interconversión de las diferentes formas de energía se ampliaron, incluyendo una perspectiva biológica. En este contexto, Hermann von Helmholtz (1821-1894) se opuso a la noción de que los organismos vivos podrían ser considerados máquinas de movimiento perpetuo si derivaran su energía de una fuerza vital especial, además de la energía obtenida de su alimentación. La imposibilidad del movimiento perpetuo llevó a Helmholtz a argumentar que los animales obtienen su energía únicamente de los alimentos, y que convierten la energía química de la comida en una cantidad equivalente de calor y trabajo mecánico. Sostuvo que, si el calor y otras formas de energía fueran, en última instancia, formas de movimiento mecánico, entonces el principio de conservación de la energía implicaría que la cantidad total de energía del universo es constante (Mason, 1953).

Helmholtz también llevó la idea un paso más allá, al realizar lo que ningún científico anterior se había atrevido a desarrollar. Demostró matemáticamente la validez del principio de conservación de la energía en diversos campos de la ciencia, como la mecánica, el calor, la electricidad, el magnetismo, la química, la física y la astronomía. Su trabajo permitió explicar fenómenos antiguos hasta entonces inexplicables y estableció nuevas relaciones matemáticas que podían ser sometidas a

comprobación. En su enfoque, la conservación de la energía se extendía a sus diversas formas, y el concepto de trabajo lo vinculó a los sistemas físicos desde una perspectiva de energía interna, que definió como la suma de las energías potencial y cinética de un sistema particular. Así, asoció la energía con la interacción entre partículas (Holton, 1989). Este análisis lo presentó en su obra *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*, publicada en 1863. En ella, Helmholtz también desarrolló el concepto de “trabajo de descomposición”, que se refiere a la cantidad máxima de trabajo mecánico que se puede obtener de un sistema sin alterar su estado interno.

James Clerk Maxwell, el físico más influyente del siglo XIX aborda la naturaleza del calor por medio del desarrollo de la teoría cinética de los gases, avanzando en una perspectiva microscópica basada en el comportamiento molecular. Contribuyendo en la comprensión del calor como una manifestación de la energía cinética y su relación con la temperatura del gas como lo desarrolla en su obra “Theory of heat” hacia 1871 exponiendo notoriamente que el calor no era una sustancia indestructible o un fluido material, por el contrario, es la energía cinética promedio de las partículas en movimiento (Maxwell, 1871).

### Maquinas térmicas

Las máquinas térmicas han sido fundamentales en el desarrollo de la tecnología y la comprensión de conceptos como calor, trabajo y energía a lo largo de la historia (Hale, 1994), este desarrollo no se dio como comúnmente lo sugiere la literatura sobre las "máquinas de vapor", sino que fue un camino hacia la revolución industrial posterior del siglo XIX, e influyó en lo cultural,

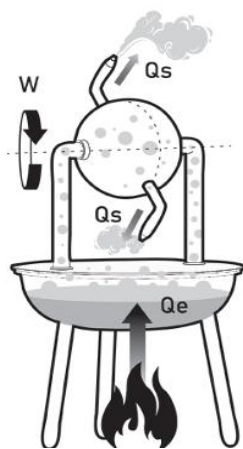


Imagen 12. La Aeolipila de Herón de Alejandría.  
Imagen tomada de García-Colín, L. S. (s. f.).

político, económico y científico pues hubo una serie de transformaciones significativas Burke (2015), como la mecanización de la industria textil, el desarrollo de la siderurgia en el aumento de la producción de hierro y el surgimiento de medios de transporte más eficientes como el barco y tren a vapor.

La primera máquina térmica de la cual se tiene conocimiento corresponde a la construida por Herón de Alejandría (aprx. 130 a.C.) que consistía en una esfera montada sobre un eje con dos tubos en forma de "L" por el cual salía vapor que era producido al calentar el agua que estaba en su interior, al escapar este vapor hacía que la esfera girara. Herón la llamo

Aeolipila la cual es catalogada como una turbina de vapor primitiva, que fue usada para asombrar e impresionar a la audiencia de la corte o los transeúntes de los templos. (Jaramillo Suárez, 2011)

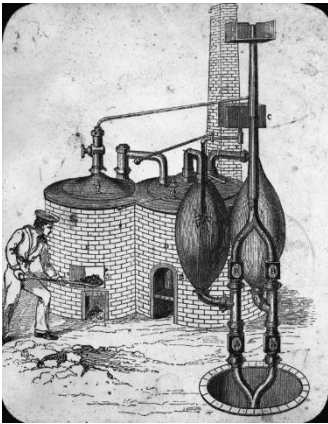


Imagen 13. *The Miner's Friend*. Imagen tomada de National Coal Mining Museum. (n.d.). *The rise of the steam engine*. National Coal Mining Museum.

Por su parte, Thomas Savery (1650-1715) patentó hacia 1698 la primera máquina que usó con el fin de elevar cantidades considerables de agua. Esta máquina llamada "el amigo del minero" era una máquina que extraía agua de las minas de Cornualles, esta utilizaba vapor para mover un pistón que a su vez accionaba bombas las cuales eran las encargadas de extraer el agua que se acumulaba en las minas, a medida que el pistón se movía el agua era empujada hacia arriba por medio de una tubería. Sin embargo, esta máquina poseía problemas y dificultades que no permitieron que se usara por mucho tiempo, por esta razón

Thomas Newcomen (1663-1729) fabricante de instrumentos de minería

y John Cawley mejoran en 1705 la máquina desarrollada por Savery haciéndola más eficiente, pues ajustó la operación de pistón al obligarlo a descender por acción de la presión atmosférica. Esta máquina fue construida a grandes escalas, haciéndole adaptaciones considerables para mejorar su funcionalidad. (Salinas Cardona, 2018)

La innovación puso un nivel superior, pues James Watt (1736-1819) diseñó una planta de vapor que funcionaba mediante el bombeo de agua hacia un calentador, donde esta se calentaba hasta hervir y evaporarse. El vapor generado aumentaba la presión en un cilindro, lo que impulsaba un pistón. Posteriormente, el vapor se enfriaba hasta alcanzar la temperatura y presión del condensador, el cual lo condensaba nuevamente en agua, completando así el ciclo. Esta planta es producto de los ajustes que se realizaron a una de las máquinas de Newcomen, pues Watt estaba sorprendido de la pérdida de vapor que se estaba dando en dicha máquina. Luego de 6 años de llevar a cabo sus experimentos patentó en 1769 una máquina que superó a sus antecesores por su rapidez en la caída del pistón y la economía en la combustión. "Watt tiene el mérito histórico de haber mostrado la necesidad de dos focos, uno caliente, la caldera y otro frío, el condensador" Forero (2014).

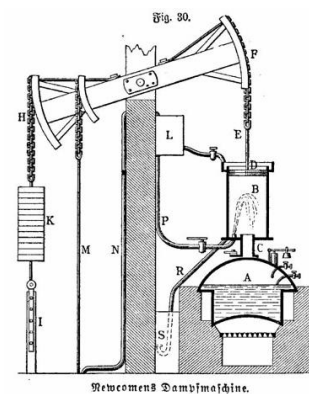


Imagen 14. *Stoommachine van Newcomen*, in *de encyclopédie Meyers van 1890*. Imagen tomada de *Newcomen*. Wikipedia. Retrieved January 9, 2025 12

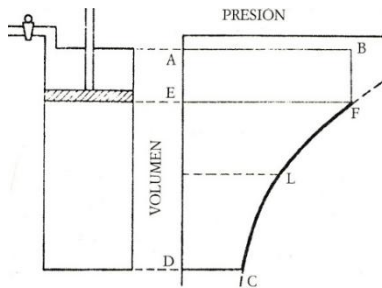


Imagen 15. Diagrama indicador de Watt.  
Imagen tomada de Mason, 1953, p. 233.

Watt diseñó un diagrama indicador, que era un gráfico que mostraba cómo cambiaba la presión del vapor dentro del cilindro de una máquina a medida que el pistón se movía. En otras palabras, era una representación visual de cómo funcionaba la máquina de vapor. A pesar de contar con esta valiosa herramienta visual, ni Watt ni sus contemporáneos se dieron cuenta del todo del potencial que encerraban estos diagramas. Hacia 1807 se dejó la navegación de

un barco en el Río Hudson por una máquina de vapor diseñada por Boulton y Watt, pero adaptada por el norteamericano Robert Fulton.

En cuanto a la turbina de vapor, desarrollada por Parsons en 1884 y perfeccionada por Laval en 1889, la presión del vapor se emplea directamente para mover el fluido, en lugar de accionar un pistón (García-Colín, s. f.). Este avance representó un aspecto significativo que contribuyó a fortalecer la teoría sobre la eficiencia de las máquinas térmicas propuestas por Sadi Carnot.

En este sentido, las máquinas térmicas hacen referencia a una herramienta que se ha caracterizado durante un largo tiempo por cumplir los requisitos planteados por Cenguel y Boles [2009, p. 284] que se mencionan a continuación:

1. La máquina recibe calor de una fuente a temperatura alta. Por ejemplo, la energía solar proporciona una fuente de calor natural mediante la radiación solar, que puede ser utilizada directamente o convertida en otras formas de energía, como la energía térmica.

2. Convierte parte de este calor en trabajo. Por ejemplo, el motor de un carro usa el calor que se produce por la quema de combustible para hacer que este se mueva.

3. Rechazan el calor de desecho hacia un sumidero de calor de baja temperatura. Por ejemplo, el aire acondicionado extrae el calor del interior de la casa y lo libera al aire exterior el cual es de menor temperatura.

4. Operan en un ciclo, Por ejemplo, la nevera opera en un ciclo continuo, absorbe el calor del interior, lo transfiere al aire exterior a través de un condensador y luego vuelve a empezar el proceso para seguir enfriando su interior.

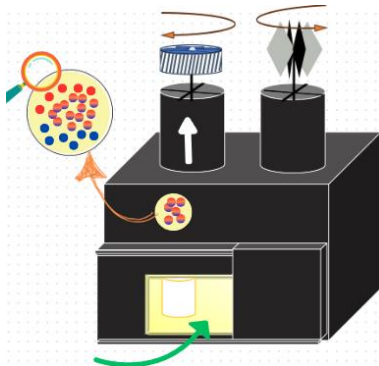
### **Fenomenología de la Heat Wizard.**

En este apartado se realiza una breve interpretación sobre los fenómenos observados en la máquina [Heat Wizard](#), haciendo uso de los conceptos e ideas abordadas hasta este punto.

### *Convertibilidad de la energía térmica en energía mecánica.*

De acuerdo con lo planteado en los aspectos disciplinares, se establece la idea de que “el calor es una forma de energía que se manifiesta de diversas maneras en los procesos físicos”, es decir, el calor se entiende como una forma de energía que se evidencia a partir del aumento de la temperatura de un sistema u objeto. Este aumento es interpretado por el movimiento más rápido de las partículas, lo que genera una mayor sensación térmica en comparación con el estado inicial, debido al entorno. Esta energía es transferible entre cuerpos, siempre fluyendo del cuerpo con mayor temperatura al de menor temperatura, hasta alcanzar un equilibrio entre ambos.

Este fenómeno se refleja en la Heat Wizard, ya que a la máquina ingresa un gas (oxígeno) como se señala con la flecha de color verde, donde luego es excitado a través de las velas que elevan



*Imagen 16. Máquina Heat Wizard, representaciones del calor de diversas formas de energía. Imagen propia, 2024*

la temperatura del sistema como lo señala la flecha naranja. Luego el gas se desplaza hacia arriba como lo indica la flecha blanca y esto se ve reflejado en el movimiento de rotación de las hélices, como se muestra en la parte superior de la máquina.

Por otro lado, y de acuerdo con lo establecido en el recorrido histórico, el trabajo mecánico se puede entender como el mecanismo que permite la transformación de energía entre sistemas relacionados directamente con el cambio en su energía interna y el calor intercambiado con el entorno. Para el caso particular de la Heat Wizard, el interior de esta interactúa con el entorno, pero así mismo establece un trabajo a partir del movimiento de las hélices ubicadas en la parte superior de la misma. La vela eleva la temperatura del sistema y esto se refleja en el movimiento (trabajo mecánico) de las hélices.

En este sentido, es claro que entre el calor y el trabajo mecánico existe una relación intrínseca de modo que permite la transformación de energía térmica en energía mecánica. El calor se manifiesta en el aumento de la temperatura de un sistema u objeto, mientras que el trabajo mecánico es el mecanismo que permite que exista la transferencia de energía entre dos sistemas, relacionado directamente con el cambio en su energía interna y el calor intercambiado con el entorno, lo cual se observa a partir del cambio en algún objeto. Por tanto, en los sistemas físicos, estas dos formas de energía (térmica y mecánica) se relacionan debido a la producción de calor a partir de la elevación de la temperatura y el resultado del movimiento. Así, las condiciones apropiadas permitirán que una de

estas formas de energía se convierta en la otra, estableciendo que existe una transformación entre ellas.

Para el caso de la Heat Wizard, cómo la energía térmica puede causar un movimiento físico, pues el calor se convierte en movimiento a partir del trabajo mecánico realizado por el sistema, evidenciado en el desgaste de la vela y la rotación de las hélices.

### *Heat Wizard Como Maquina Térmica*

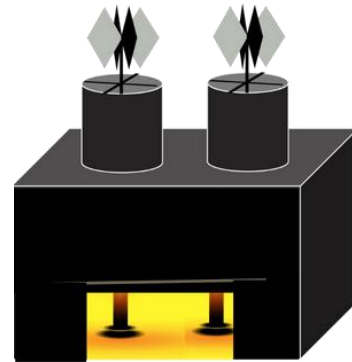


*Imagen 17. Relación calor trabajo en la Heat Wizard. Esta imagen refleja la combustión de la vela, la observación interna de la vela dentro de la máquina y la rotación de las hélices a raíz del calor que se convierte en trabajo mecánico. Imagen propia 2024.*

Se puede afirmar que una maquina térmica es una herramienta cuya función está dada en la transferencia de energía a partir del aumento de la temperatura por parte de una fuente de calor y su operación es la relación calor trabajo. Estas herramientas cumplen con un ciclo termodinámico el cual permite que su funcionamiento sea continuo. Ahora en cuanto a la Heat Wizard es considerada una maquina térmica con ciclo termodinámico abierto, debido a que realiza un intercambio de energía térmica y mecánica en un sistema abierto como se describe a continuación:

1. Ingreso de aire circundante a temperatura ambiente: Esto corresponde a la entrada de energía al sistema, donde el aire circundante es aspirado hacia la caja. En términos de ciclos, este sería un punto de inicio donde el gas (aire) entra al sistema con baja energía térmica.
2. Combustión dentro de la caja: La combustión de las velas es convertida en energía térmica, aumentando la temperatura del aire dentro de la caja. Este proceso es un ejemplo de transferencia de calor hacia el fluido de trabajo (el aire), que aumenta su energía interna.
3. Expansión del gas caliente en los tubos y contacto con las hélices: Al calentarse, el aire se expande y genera movimiento al interactuar con las hélices, convirtiendo energía térmica en energía mecánica. Esto sería análogo a un proceso de trabajo útil en un ciclo termodinámico.

4. Expulsión del aire caliente sobrante: Parte del aire caliente escapa del sistema, liberando el exceso de energía y reiniciando el ciclo con la entrada de aire fresco. Este proceso representa una pérdida de calor hacia el entorno, típica de sistemas reales.
5. Aunque no es un ciclo ideal cerrado, sí tiene características de un ciclo práctico abierto porque existe un flujo continuo de entrada y salida de aire (sistema abierto), el sistema transforma energía (química  $\rightarrow$  térmica  $\rightarrow$  mecánica) y regresa al estado inicial en términos de funcionamiento, ya que a la caja sigue ingresando aire circundante haciendo que repita el proceso, hasta la culminación de la vela.



*Imagen 18. Propuesta de maquina Heat Wizard. Diseño propio 2024*

A continuación, se analizará la importancia de la historia de las ciencias y el papel fundamental que desempeña la experimentación, tanto en los procesos históricos como en la enseñanza. Asimismo, se abordará cómo la experimentación en el aula contribuye al aprendizaje, enfocándose en las concepciones alternativas que los estudiantes suelen presentar frente a los fenómenos térmicos y mecánicos.

### **Sobre la historia y las ciencias:**

La historia es el conocimiento de los eventos que ocurrieron, y el historiador, como sujeto cognoscente, tiene como propósito buscar en esos eventos respuestas e inquietudes del momento actual (Sánchez Jaramillo, 2005). No se trata solo de una narración de hechos, sino de una herramienta activa para comprender la realidad contemporánea. Al revelar situaciones, decisiones y contextos, la historia permite abordar cuestiones actuales y explicar fenómenos que aún tienen relevancia. El conocimiento histórico y científico fue un gran avance, surgido a partir de la discusión crítica y la escritura; a medida que las sociedades mejoraron su capacidad para cuestionar y registrar, también progresaron en su comprensión del mundo (historia) y en la explicación de fenómenos naturales (ciencia).

El conocimiento científico, al igual que los conceptos que se construyen, se desarrollan dentro de un contexto cultural e histórico específico. La historia de las ciencias no solo nos permite comprender cómo ha evolucionado el conocimiento, sino que también está directamente vinculada a los procesos educativos y a las formas en que se enseña la ciencia hoy en día. En este sentido, la

enseñanza de las ciencias no debe considerarse aislada, sino que debe integrar su historicidad, reconociendo las crisis y transformaciones que han influido en los modelos educativos. Tal como lo señala Ayala M. (2006) en su obra *Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos*, la relación entre conocimiento científico e historicidad se fortalece cuando es posible comprender que los hallazgos científicos están siempre ligados a los contextos históricos y culturales en los que fueron desarrollados, respondiendo a las demandas e intereses de su tiempo. Esta visión permite que la actividad experimental en la enseñanza no se vea como un simple complemento, sino como una herramienta para entender los avances científicos dentro de su evolución histórica.

La Historia de la Ciencia se convierte en una ruta para formar a los profesores, en formación inicial y en ejercicio, ya que no solo están estudiando su disciplina, sino que se están cuestionando la manera como se genera el conocimiento y cómo se transmite de generación en generación (Quintanilla, 2005). Así pues, considerar la historia como parte de la construcción de conocimiento posibilita que se transforme la interpretación de las ciencias, ya que se logra desdibujar la visión que se tiene de los científicos como perfectos e inhumanos, por lo que, al reconocer las hazañas, los errores y las complicaciones que fueron producto de una curiosidad particular en el planteamiento de teorías e hipótesis, se hace una distinción relevante para la visualización y aproximación a las ciencias contextualizadas, permitiendo fortalecer sus habilidades de pensamiento científico (analizar, comprender y relacionar (Vilches Encina, 2015)) (Morcillo Molina, 2015).

### **Sobre la experimentación en el aula:**

La ciencia ha realizado diferentes enfoques con el fin de avanzar impactando social y culturalmente la actividad científica. Estos impactos resaltan la importancia de la práctica experimental y los instrumentos científicos (o "artefactos" tecnológicos) en la generación de conocimiento. Estas prácticas (instrumentos científicos, los cuadernos de laboratorio y el trabajo en los laboratorios) han sido centro de la investigación donde toman protagonismo por la construcción de conocimientos en momentos específicos de la historia (Holmes y Leveré, 2000; Bertomeu y García-Belmar, 2002).

En las clases de física, la actividad experimental se establece como una práctica recurrente, ya que fomenta la construcción del conocimiento mediante la exploración y experimentación directa (Pérez, 2017). Esta metodología no solo estimula la curiosidad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, sino que también permite a los estudiantes aplicar el conocimiento teórico en contextos

reales (García, 2020). En este sentido, los experimentos no solo verifican teorías, sino que permiten a los estudiantes derivar funciones a partir de las mediciones realizadas, las cuales describen los comportamientos observados y se comparan con las predicciones teóricas, facilitando así una retroalimentación continua entre práctica y teoría. Como ejemplo, la analogía de Carnot entre la máquina térmica y un molino le permitió aproximarse a la comprensión de la eficiencia, demostrando cómo la teoría y la práctica se interrelacionan para enriquecer la enseñanza de la termodinámica.

Ahora bien, la experimentación en la ciencia no solo involucra la realización de actividades prácticas sino que trae consigo una esencia que consiste en la manifestación de la conciencia, donde se relaciona la percepción, el pensamiento y las emociones de los estudiantes pues da interés a eso que perciben y comprenden, como asegura Acevedo-Díaz (2008), en el trabajo por interesar a jóvenes en la ciencias se da “un metaconocimiento”, pues establece que la actividad científica está vinculada a la evaluación constante de que es la ciencia, cómo se construye, qué relación tiene en la sociedad, como se ven implicados los valores y cómo transforma ese entorno tecno-científico aportando a la sociedad y la cultura de cada individuo. Destacando que la experimentación en ciencia va más allá de una simple práctica técnica, se puede afirmar que también conlleva una reflexión profunda sobre el papel de la ciencia en la sociedad y su impacto cultural y social. Esto fomenta un interés más profundo y consciente en los estudiantes (Malagón Sánchez et al., 2013, 42).

Este proceso de construcción hacia la actividad experimental ha resultado ser un reto pues no busca específicamente establecer una perspectiva basada en la *ciencia definitiva* como llama Dushl (1995) a trabajar la ciencia en sólo términos (hechos, hipótesis, conceptos o teorías y se limitan a verificar estas), sino invita a modificar estos métodos y reestructurar objetivos, permitiendo que la actividad experimental, posibilite la construcción de conceptos y/o nociones, desarrolle habilidades que le permitan al estudiante manipular herramientas que faciliten su relación con el entorno para elaborar explicaciones que enriquezcan la formalización del conocimiento científico y resaltando la formación en la acción y la crítica potenciando el carácter en la sociedad, validando su propia construcción.

El uso de experimentos en el aula es una fuente inagotable de conocimiento, pues fomenta el interés de los estudiantes debido a su práctica, desarrollando confianza en la investigación científica como también la motivación por descubrir y aproximarse por su propia observación a fenómenos o principios científicos, haciendo que parte de su aprendizaje se relacione con el quehacer de la misma

experiencia, involucrando al estudiante en un nuevo rol, ya no de espectador sino como protagonista de la caracterización del fenómeno y conceptos.

### ***Sobre las Concepciones alternativas:***

Existe una serie de especificaciones entre las cuales son interpretadas igualmente como las [ideas previas](#) de un individuo que se encuentran instauradas y son resistentes al cambio, por lo que en esta investigación se recalca las diferentes formas de nombrar las concepciones alternativas, pero así mismo son familiarizadas como errores conceptuales, preconceptos (Cuéllar López, 2009), teorías personales (Ruiz Limón, 2004) (Oliva Martínez, 1998) o construcciones personales (Tamayo, 2002). En este sentido, se debe reconocer que las concepciones alternativas tienen una serie de influencias derivadas de las experiencias físicas cotidianas, ya que el ser humano, desde su infancia, interactúa con el mundo exterior a través de los sentidos, formando una idea de lo que es un objeto, una situación o una observación, definiéndola en función de su experiencia. Por ello, estas definiciones están impregnadas de un lenguaje habitual, que resulta de su ambiente social, cultural y de las experiencias cotidianas vividas.

Las ideas de los estudiantes sobre fenómenos científicos específicos que les permiten comprenderlos y darles sentido, es una forma de establecer un lenguaje. El lenguaje se considera un instrumento que le permite al estudiante comunicar a otros el nombre del objeto, hablar de sus cualidades, acciones, de las situaciones, argumentar y establecer las relaciones que considere. Esto le permite conocer y verificar las bases de su propio pensamiento, permitiendo la transformación de un lenguaje cotidiano a un lenguaje científico. Ahora bien, en las clases de física se usan términos a los cuales se les asignan conceptos científicos que, generalmente, los estudiantes encuentran en libros o videos, es posible que estos términos ya posean una definición antes de que los conceptos sean contruidos y definidos de manera precisa por los científicos. El problema radica en que, en muchas ocasiones, estas definiciones no son compatibles, ya que el lenguaje cotidiano, con el que se expresan los estudiantes, está basado en ideas alternativas. Como veremos a continuación, Carrascosa (2014) expone ejemplos de esto en conceptos como "trabajo" y "calor".

... en el lenguaje cotidiano, suele identificarse el trabajo como esfuerzo y cansancio; este significado apoya la idea alternativa de que se realiza trabajo sobre un cuerpo solo cuando este se desplaza bajo la acción de una fuerza capaz de vencer obstáculos que se oponen a ello. La idea de calor como una sustancia o como una energía, en definitiva, como algo que puede entrar o salir y

pasar de unos cuerpos a otros, significado contradictorio con el científico —una forma de transferencia de energía, entre dos sistemas que se encuentran a distinta temperatura—. ... (Carrascosa, 2014, p. 10).

De acuerdo con la idea de Carrascosa, el error no radica en definir los términos usando el lenguaje cotidiano que maneja el estudiante, sino en la preocupación de que este pueda llegar a creer que esos conceptos se utilizan de la misma manera después de haber estudiado los conocimientos científicos correspondientes. El reto del docente es lograr que el estudiante tome conciencia de las diferencias entre estas formas de comunicación y de cuándo una definición u otra falla.

Cuando el estudiante se enfrenta con la noción del nuevo concepto, modelo, núcleo conceptual o teoría científica que está determinada y será comprendida o asimilada por la relación que establezca con los conceptos ya adquiridos desde la infancia, se le denomina evolución conceptual, este proceso puede llegar a ser facilitador o limitante a la hora de aprender ciencias y depende de la relación que se establezca con los nuevos conceptos a enseñar.

La importancia de tener presente las ideas instauradas de los estudiantes es fundamental para que el docente sepa de algún modo como se optimiza el aprendizaje y también para dotar o reestructurar las ideas previas que poseen, ya que esto los puede llevar a comprender los fenómenos de la naturaleza vinculados a su cotidianidad de forma sensata. Estas ideas que poseen los estudiantes resultan ser fundamentales ya que en muchas de las veces están instauradas de forma consistente y evidencian un enfrentamiento conceptual con definiciones estructuradas u opuestas a su experiencia, pues optimiza su aprendizaje (Cuéllar López, 2009).

El docente también las puede usar como parte de las actividades problemáticas en donde los alumnos tengan que emitir hipótesis (al emitir hipótesis han de hacer uso de sus ideas sean o no acertadas), utilizando adecuadamente la historia de la Ciencia (llena de ejemplos en donde se muestra el surgimiento y evolución de determinados conceptos), haciendo algún comentario crítico respecto al significado que en lenguaje cotidiano se da a determinados conceptos científicos, proponiendo el análisis crítico de cuestiones o ejemplos en los que se cometen errores conceptuales, etc. (Ortegón y Castiblanco, 2019).

De acuerdo a la importancia anteriormente mencionada, se resalta la pertinencia de establecer diagnósticos de aprendizaje, así como fomentar nuevas estrategias de aprendizaje para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje enriqueciendo y fomentando el pensamiento crítico, pues el

identificarlas, comprenderlas y usarlas hace la diferencia en el ambiente escolar, estas resultan esenciales ya que, facilitan un aprendizaje más efectivo y su principal característica es establecer ajustes necesarios, controlar la enseñanza contemplada, haciendo que descubra o promueva un pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

Finalmente, en este segundo capítulo se mostró un recorrido histórico que resalta la consolidación teórica de la relación calor trabajo y máquinas térmicas, además se destacó la importancia de la historia de las ciencias, ya que permite reconocer la evolución de estos conceptos y cómo los avances científicos a lo largo del tiempo han moldeado nuestro conocimiento actual. Esta perspectiva histórica y el establecimiento de las concepciones alternativas brindan la oportunidad de integrar el proceso de construcción del conocimiento científico en el aula. Asimismo, se enfatizó en la relevancia de la experimentación en el aula para fomentar la investigación científica y el pensamiento crítico. En este sentido, se realizó una interpretación conceptual de la relación calor trabajo en la Heat Wizard donde se pudo visualizar y comprender estos fenómenos. Por último, se ha resaltado la necesidad de identificar las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la relación calor - trabajo, lo cual permite orientar y enriquecer el proceso de enseñanza aprendizaje. Este enfoque se profundizará en el siguiente capítulo, donde se detallará la creación del mapa exploratorio y el análisis de las concepciones alternativas encontradas en los cursos de grado 8 de las instituciones CANC y SJA, elementos fundamentales para el diseño de la propuesta de las secuencias didácticas.

### Capítulo III “Identificación De Concepciones Alternativas”

En este capítulo se identifica las concepciones alternativas de los estudiantes partiendo de la construcción de una herramienta pedagógica que permita identificar la existencia de dichas concepciones en las instituciones Colegio San Juan de Ávila (SJA) y Colegio Agustín Nieto Caballero (CANC) con el fin de proponer una secuencia didáctica acorde a estas necesidades. Como resalta Carrascosa (2014), existen diversas técnicas para identificar, clarificar y cuantificar la incidencia de las concepciones alternativas que los estudiantes poseen en los distintos campos de las ciencias. Por ello, en esta investigación se emplean varias técnicas desde diferentes perspectivas.

La primera técnica utilizada fue la *ruta exploratoria*, que consta de un estudio poblacional y la observación de una clase en cada institución. El estudio poblacional tuvo como propósito analizar el entorno y contexto de las instituciones, identificar sus limitaciones y determinar el tipo de recurso pedagógico más adecuado para cada población. Por su parte, la observación de clase, denominada "mapa exploratorio", buscó realizar un diagnóstico inicial de las concepciones alternativas presentes en los estudiantes. Este diagnóstico no se enfocó exclusivamente en ciertos conceptos, ya que, como muestran diversas investigaciones, los estudiantes presentan una variedad de concepciones alternativas relacionadas con conceptos como el calor, la temperatura, la energía y el trabajo, entre otros. Estos conceptos están estrechamente ligados a la convertibilidad de la energía térmica en mecánica.

Durante la observación, se llevó a cabo una clase en cada institución para explorar el pensamiento y razonamiento de los estudiantes. Se les plantearon problemas específicos, se formularon preguntas abiertas sobre conceptos científicos y se utilizaron imágenes, videos y otros recursos para representar situaciones o fenómenos, fomentando que los estudiantes expresaran libremente sus ideas. Este tipo de observación es especialmente útil cuando no se tiene un conocimiento claro de cómo los estudiantes comprenden ciertos conceptos, ya que las preguntas abiertas facilitan la expresión de sus pensamientos, como también señala Carrascosa.

Otra técnica empleada fue la *encuesta*, la cual consistió en un cuestionario diseñado específicamente para obtener datos cuantitativos. Este instrumento se aplicó una vez identificadas las concepciones alternativas mediante el mapa exploratorio. Según Carrascosa, este tipo de herramientas permite profundizar en la cuantificación y análisis de las concepciones alternativas detectadas.

Finalmente, los datos obtenidos se interpretaron y analizaron de manera exhaustiva, con el fin de identificar, interpretar y evaluar la incidencia de estas concepciones en los estudiantes. A continuación, se presenta el desarrollo detallado de la ruta exploratoria y la encuesta, las cuales constituyen la base de esta investigación.

### ***Ruta exploratoria***

En esta sección se describe y define las técnicas e instrumentos que facilitaron la linealidad de la secuencia didáctica según las instituciones Colegio San Juan de Ávila (SJA) y Colegio Agustín Nieto Caballero (CANC). A través de observación y exploración, se buscó captar la diversidad de perspectivas de los estudiantes, como señaló Pozo (2008),

*... "las concepciones alternativas son entendimientos intuitivos que los estudiantes desarrollan de manera espontánea, basados en su experiencia cotidiana, y que a menudo divergen de los conceptos científicos establecidos" ...*

En este sentido, se diseñó una ruta para identificar, interpretar y evaluar las concepciones de los estudiantes, lo que facilitó comprender sus puntos de partida. Este proceso fue contemplado como lo sugiere Muñoz C., en su obra *El análisis de contextos educativos: Un enfoque integral* (2010), donde establece que para realizar una caracterización de un colegio es necesario considerar diversos aspectos que definen su identidad y funcionamiento, estos son: el contexto socioeconómico y cultural de la comunidad; pues influye en las características de los estudiantes, sus familias y sus necesidades educativas, la infraestructura; es decir, las condiciones físicas de los edificios, aulas, equipos y recursos con los que cuenta el colegio para el proceso de enseñanza-aprendizaje, y el perfil de los estudiantes; características demográficas, su nivel de rendimiento académico, motivación, actitudes hacia el aprendizaje, y otros aspectos relacionados con su bienestar, calidad de vida, necesidades y características del alumnado. Tal como afirma Pozo (2003), un diseño bien estructurado favorece la construcción del conocimiento y garantiza un desarrollo continuo, sin confusiones ni interrupciones.

De igual forma, las concepciones alternativas no solo son influenciadas por la forma como se dictan las clases de física, sino también por factores externos. De acuerdo con Pérez Tamayo (2017), las dimensiones sociales, culturales y del entorno de los estudiantes son factores determinantes en la formación de sus concepciones alternativas, ya que estas se nutren de las experiencias previas y del contexto en el que se desarrollan. Por ello, se realiza una caracterización

tanto del grupo de estudiantes como de los contenidos a enseñar, los recursos disponibles y la identidad de cada institución.

### ***Radiografía Institucional:***

Para llevar a cabo esta iniciativa, se realizó una caracterización detallada de las instituciones educativas donde se evaluó las particularidades de los Colegios. Esta caracterización abarcó aspectos como el contexto socioeconómico, el perfil de los estudiantes y la infraestructura disponible para las actividades prácticas, a continuación, se recopila alguno de los aspectos más relevantes en esta caracterización

El colegio SJA, ubicado en Bogotá y de carácter privado, tiene estudiantes que viven alrededor de la institución, en el barrio Villas del Madrigal, Engativá. Los estudiantes se caracterizan por su interés en la historia y la lectura, así como por tener una buena comunicación entre ellos. Además, la institución tiene un enfoque empresarial, con un énfasis especial en los procesos matemáticos. En cuanto a los recursos, el colegio dispone de computadoras y video beam en cada salón, y cuenta con una sala de computación que se comparte en parejas. El acceso a recursos físicos, como copias, es limitado.

La segunda institución, CANC, se ubica en el municipio de Chía, es de carácter privado y calendario B. Los estudiantes en su mayoría residen en Bogotá o en la Sabana Norte, y su ingreso a la institución se realiza después de las 8 de la mañana debido a los desplazamientos. El grupo de estudiantes del ciclo IV con énfasis en Ciencias Naturales se caracteriza por el interés hacia la lectura, la naturaleza, el mundo físico y la construcción de experimentos. Cuentan con todos los recursos necesarios para desarrollar sus actividades, lo que facilita la inclusión de las TIC en su proceso educativo.

Los datos recopilados y el análisis detallado de estas instituciones se encuentran documentados en el [Anexo 2](#) [Radiografía Institucional: Explorando el Entorno Educativo]. Esta información fue fundamental para adaptar la intervención de acuerdo con las necesidades y limitaciones específicas de los colegios. De esta manera, se establecieron las condiciones para que la implementación del cuestionario diagnóstico fuese viable y significativo para los estudiantes.

Ahora bien, como se menciona anteriormente esta ruta también cuenta con un mapa exploratorio como señalan Hernández F. (1998) y Taboada (2021), se convierte en un aspecto clave

para guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje debido a que se establece un primer acercamiento a las concepciones alternativas, como se muestra en la siguiente sección.

***Mapa exploratorio:***

El mapa exploratorio consistió en una guía cualitativa de observación, que detalla las preguntas orientadoras y los alcances de los estudiantes sobre algunos fenómenos térmicos y mecánicos durante la clase. Se usó como parte fundamental un formato para guiar la exploración, así como lo planteó César Coll (1998) quien propuso lineamientos acerca de la observación donde mencionaba *que debe ser claro y específico, incluir elementos como el nombre del observador, la fecha, la clase a explorar y la interacción docente-estudiante, haciendo factible la recogida y el análisis de estos datos* (p. 112). De esta manera se identificaron las concepciones alternativas de los estudiantes de ciclo IV del CANC y los estudiantes de grado octavo del CSJA, específicamente en los temas de temperatura, calor, energía interna, relación calor-trabajo y máquinas térmicas. Fue importante enfocarse en las interacciones y expresiones de los estudiantes durante las clases, lo que ayudó a identificar posibles ideas previas que no coincidían con las relaciones científicas.

A continuación, se muestran los hallazgos finales del análisis mostrado en el colegio SJA, el cual fue observado el 7 de marzo de 2024 en un tiempo de 110 min, la clase tuvo como objetivo comprender y analizar el comportamiento de la temperatura y las diferentes formas de energía, recordando los conceptos fundamentales sobre su naturaleza y clasificación. Los hallazgos de la clase ponen en evidencia que los estudiantes tienen conocimientos variados sobre temperatura y energía, pero también presentan concepciones alternativas que podrían dificultar su comprensión.

- Concepciones alternativas identificadas:
  - a) La importancia de utilizar un termómetro, ya que no es considerado un dispositivo térmico.
  - b) Algunos estudiantes podrían no relacionar la temperatura y las diferentes formas de energía. Aunque mencionaron ejemplos de energía, como la energía cinética y potencial, puede que no tengan claro cómo estas formas de energía se relacionan con otras.
- Acciones en la comprensión de los estudiantes: Realizar experimentos que evidencien la relación entre temperatura y energía u observar cómo cambia la temperatura en la transferencia de calor.

Los hallazgos finales del análisis mostrado en el colegio CANC observado el 17 de agosto de 2023 en un tiempo de 90 min, la clase tuvo como objetivo identificar y comprender el funcionamiento del motor de Stirling en el contexto del proyecto final, e interpretar y relacionar los conceptos de temperatura, trabajo y máquinas térmicas en el dispositivo propuesto. La clase observada fue un claro ejemplo de cómo la participación y la curiosidad de los estudiantes se transforma en un proceso dinámico. A través de actividades grupales y experimentos prácticos, se evidenció que los estudiantes no solo buscan respuestas, sino que también están dispuestos a cuestionar y explorar conceptos más allá de lo superficial.

- Concepciones alternativas identificadas:
  - a) Existe confusión al establecer la relación de “compartir” en lugar de “transferir”, debido a la diferencia de temperatura entre los cuerpos.
  - b) Los estudiantes aún presentan dificultades para comprender el concepto de calor, ya que lo consideran una sustancia cuando lo relacionan con el trabajo mecánico.
  - c) El funcionamiento general de las máquinas térmicas, carecen de una comprensión adecuada sobre la eficiencia y el ciclo de trabajo del calor, lo que los lleva a pensar que el calor se expulsa completamente después de su uso.
- Acciones en la comprensión de los estudiantes: Utilizar analogías que relacionen conceptos complejos con experiencias cotidianas. Por ejemplo, comparar la transferencia de calor con la forma en que el agua caliente fluye a través de una tubería para ayudar a entender la conductividad térmica.

La observación detallada y los momentos significativos se encuentran recopilados en el [Anexo 3 - Mapa de exploración \[Ruta para Identificar las Concepciones Alternativas\]](#). Finalmente, estas dos herramientas ayudaron a revelar cómo los estudiantes son protagonistas activos en su proceso de aprendizaje, permitiendo así una exploración en la interacción con el entorno y la reflexión sobre las experiencias previas (Coll, 2013; Pozo, 2014).

#### ***Cuestionario diagnóstico:***

Con el fin de establecer las necesidades identificadas a partir de las concepciones alternativas iniciales evaluadas en la ruta exploratoria; sobre los fenómenos térmicos y mecánicos en los estudiantes, se diseñó una encuesta aplicada tanto de forma impresa como mediante una plataforma digital (formulario de Google). Esto se hizo considerando los hallazgos de la radiografía institucional,

con el propósito de identificar, interpretar y evaluar de manera individual las concepciones alternativas de los estudiantes sobre fenómenos mecánicos y térmicos. De esta forma, se obtuvo información cuantitativa y cualitativa acerca de las nociones empíricas de los estudiantes.

A continuación, se presenta la interpretación y elaboración del cuestionario, basándose en investigaciones previas que orientaron la estructura y el tipo de preguntas más apropiadas para esta investigación. Según Carrascosa, existen diversas formas de diseñar un cuestionario, con preguntas de tipo verdadero/falso, las que requieren señalar la respuesta correcta o aquellas en las que los estudiantes expresan su punto de vista, permitiendo obtener un control detallado sobre su conocimiento. En este caso, el 87% de las preguntas para esta investigación fueron específicamente elaboradas. Partiendo de lo señalado por Cuellar (2009), se consultaron varios estudios que sugieren los diferentes tipos de preguntas que evitan sesgar las respuestas.

***Intención del cuestionario:***

El propósito de este cuestionario, titulado “Explorando Ideas: Diagnóstico de Concepciones”, es identificar y comprender las concepciones alternativas que los estudiantes tienen sobre los fenómenos térmicos y mecánicos. A través del diseño de este cuestionario se buscó evaluar el conocimiento previo sobre conceptos como el calor, la temperatura, el trabajo mecánico y las máquinas térmicas. Los resultados obtenidos serán utilizados para diseñar las secuencias didácticas que contribuyan a mejorar las dificultades conceptuales de los estudiantes.

***Elaboración del cuestionario:***

El diseño de este cuestionario tiene en cuenta las diferentes formas de aprendizaje de los estudiantes, las necesidades específicas de cada institución y la diversidad en la elaboración de los distintos tipos de preguntas, con el objetivo de minimizar cualquier tipo de influencia que pueda afectar los resultados. De esta manera, se buscó ofrecer un diagnóstico específico, ya que en ambas instituciones las evaluaciones se realizan mediante preguntas de opción múltiple, respuestas únicas, exámenes verbales y exposiciones. El cuestionario se divide en secciones para variar la estructura de las preguntas, adaptándolas a cada institución y a las posibilidades que ofrecía la plataforma, como se muestra a continuación:

***I. Discriminación de enunciados (falso o verdadero):***

Este tipo de preguntas permiten medir y fomentar diversas habilidades de pensamiento necesarias, ya que desafían al estudiante a reflexionar y adaptar el lenguaje científico al lenguaje

cotidiano. Las preguntas de tipo verdadero/falso tienen la ventaja de facilitar la manipulación de la respuesta por parte del estudiante, permitiéndole representarla de forma ágil y sencilla (Montero, Muñoz, Broce, Tejada, Quezada, & Espinosa, 2015). Sin embargo, los enunciados utilizados provienen de definiciones presentes en libros de texto, videos o páginas web, lo que puede generar dudas en los estudiantes sobre la veracidad de la información debido al formalismo que se emplea. Adicionalmente, como señala Carrascosa, estas preguntas son pertinentes para controlar la respuesta del estudiante.

Por ejemplo, el enunciado “*El calor siempre fluye de un objeto más caliente a uno más frío*” fue tomado y adaptado de la página web wikipedia.org, específicamente del enunciado: “... el calor solo puede fluir de un cuerpo más caliente a uno más frío...”

## II. *Asignación de etiquetas:*

Este tipo de preguntas busca que los estudiantes reconozcan y nombren los componentes de una imagen. Gottberg, Noguera y Noguera G. (2012, p.52) destaca el 'etiquetado' como una forma de evaluar la capacidad de los estudiantes para identificar y nombrar partes de una imagen o diagrama, lo que facilita medir su comprensión de un concepto.

En este caso, se presenta la máquina Heat Wizard para familiarizar a los estudiantes con esta herramienta desde el principio. Se les proporciona una lista cerrada de 9 palabras, y se espera que ubiquen las palabras, poniendo especial énfasis en 4 de ellas que son clave (trabajo útil, equilibrio térmico, fuente de calor, y transferencia de calor).

## III. *Elaboración de dibujos:*

Este tipo de preguntas genera una similitud con dispositivos o situaciones cotidianas, e incluye una observación más detallada, favoreciendo la memoria visual. Es una forma de comunicación que se utiliza cuando las palabras resultan insuficientes, ofreciendo una alternativa útil para quienes encuentran más complejo el lenguaje escrito. Goldman y Pellegrino (2015) señalan que el uso de diagramas junto con textos, o la incorporación de animaciones en una narración, puede mejorar el desempeño de los estudiantes en las pruebas, ya que facilitan la interpretación directa de conceptos, especialmente en ciencias.

En este contexto, esta pregunta permite a los estudiantes expresarse libremente sobre lo que entienden en cada enunciado. Por ejemplo, en el caso de “*el calor puede ser convertido en trabajo y*

*viceversa*”, se muestra un contexto claro de lo que el estudiante comprende acerca de este fenómeno, el cual está asociado a lo que observan y conocen según su experiencia y aprendizaje.

#### IV. Respuestas abiertas:

Estas preguntas, en general, buscan determinar una postura sobre el pensamiento del estudiante de manera más extensa y reflexiva. Efectivamente, deben fomentar habilidades argumentativas, la capacidad de análisis y un manejo adecuado de la escritura para reflejar lo que se pretende expresar. Macedo de Burghi y Soussan (1985, p. 885) destacan que este tipo de preguntas se utilizan de manera asociada, ya que, en la mayoría de los casos, se centran en una sola palabra clave, con la intención de dirigir la atención del estudiante hacia esa palabra al responder.

En el caso de esta sección del cuestionario, se plantean dos vías. La primera busca reflejar la comprensión personal y el pensamiento crítico del estudiante. En lugar de simplemente recitar definiciones o hechos aprendidos, se pretende que el estudiante use sus propias experiencias, conocimientos previos e intuiciones para explicar el fenómeno, como ocurre con la pregunta: “*¿Qué pasa cuando algo se calienta?*”. La segunda se relaciona con la experiencia cotidiana del estudiante. La pregunta “*Realiza un ejemplo de cómo utilizas la energía en tus actividades diarias*” tiene como objetivo que los estudiantes reconozcan la relevancia de los conceptos científicos en su vida diaria.

#### V. Interpretación de imagen:

Estas preguntas establecen una conexión directa a través de la representación visual, ya que requieren enfocar la memoria visual, detallar lo observado y poner en segundo plano el lenguaje verbal. Esta alternativa ofrece una forma diferente de comunicar las ideas, utilizando imágenes que reflejan el contexto sociocultural de los estudiantes. El uso de imágenes para diagnosticar las concepciones alternativas de los estudiantes puede ser una herramienta valiosa y proporcionar nuevos elementos a este campo de investigación en expansión. Según Perales y Jiménez (2004), “*las imágenes, al igual que cualquier otro símbolo, no tienen un significado intrínseco. Es la interpretación de las personas la que les da significado, dependiendo de sus necesidades de información, sus estrategias para procesarla, sus conocimientos previos y su capacidad de análisis*”

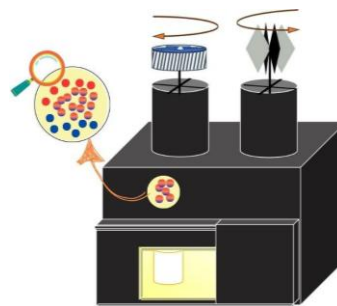
En esta investigación, las imágenes fueron seleccionadas y utilizadas en clases anteriores. La elección de estas se basó en su relación evidente con el enunciado. Por ejemplo, para el enunciado “*Dos objetos de diferentes temperaturas están en equilibrio térmico*”, se incluyó una imagen de un

café con una cuchara de metal, con el objetivo de que los estudiantes pudieran relacionarlo y comprender mejor el concepto.

***Desarrollo de habilidades en el cuestionario:***

Este cuestionario es una evaluación cualitativa a los alcances de cada estudiante, permitiendo resaltar diversas habilidades que implican resolver este tipo de preguntas. Este trabajo se centra específicamente en potenciar las habilidades de analizar, comprender y relacionar. En el análisis se refleja la capacidad del estudiante para examinar argumentos, evaluar criterios e identificar falacias lógicas<sup>8</sup>.

Sin embargo, para desarrollar estas habilidades superiores, es fundamental establecer primero habilidades básicas, como el reconocer conceptos a través de la memorización o el recuerdo. La observación es clave en este proceso, ya que genera parámetros como



*Imagen 19. Representación de la máquina térmica "Heat Wizard"*

recordar, y asociar formas de lo observado por medio de las representaciones visuales o gráficas, así como familiarizar con su vida cotidiana.

Las diferentes preguntas propuestas, como interpretación de imagen, respuestas abiertas, elaboración de dibujos, asignación de etiquetas y discriminación de enunciados (falso o verdadero), están diseñadas para fortalecer estas habilidades de la siguiente manera:

- **Analizar:** A través de la interpretación de imágenes y la discriminación de enunciados, los estudiantes descomponen información compleja, identifican detalles importantes y evaluar la veracidad de afirmaciones. Estas actividades estimulan el pensamiento crítico y la capacidad de examinar información desde diferentes perspectivas.
- **Comprender:** Las respuestas abiertas y la elaboración de dibujos requieren que los estudiantes expliquen y representen sus ideas, lo que fomenta una comprensión más profunda de los temas tratados. Al expresar sus pensamientos demuestran que han comprendido no solo los contenidos, sino también las conexiones con su entorno y el concepto.
- **Relacionar:** La asignación de etiquetas y las respuestas abiertas invitan a los estudiantes a conectar conceptos con nuevos conocimientos, pues integra información y aplicar lo aprendido en diferentes contextos.

<sup>8</sup> Reconocer errores en el razonamiento o argumentos que parecen válidos, pero que en realidad no lo son.

Finalmente, este cuestionario promueve un enfoque general para el desarrollo de habilidades cognitivas, pues el estudiante se convierte en un sujeto activo y reflexivo, que va más allá de la simple memorización, enfocándose en la capacidad de analizar, comprender e interpretar la información.

El diseño de este cuestionario se encuentra en el [Anexo 4: Explorando Ideas \[Diagnóstico de](#)

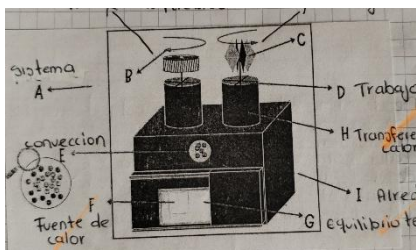


Imagen 20. Prototipo entregado a los estudiantes en el diagnóstico SJA, imagen propia (2024)

*Concepciones en SJA*], en el colegio San Juan de Ávila se presentó en pantalla video beam, se entregó hojas recicladas y el recuadro de la imagen de maquina térmica a blanco y negro como se observa en la imagen 20, este fue desarrollado el día 27 de marzo de 2024 en el horario de 11:00 - 12:50. En el caso del colegio Agustín Nieto Caballero, fue realizado de forma virtual

en el formulario de Google<sup>9</sup>, en la sala de cómputo el día 29 de agosto de 2023 comenzando a las 12:00 p.m., con un numero de 14 estudiantes. Los resultados obtenidos se contemplarán a continuación.

### **Análisis de los cuestionarios:**

Para el análisis de este cuestionario diagnóstico, se contemplaron diferentes formas de identificar las concepciones alternativas. Se realizó una evaluación individual, seguida de la identificación de puntos comunes, con el objetivo de mostrar de manera general cuáles eran esas concepciones alternativas presentes en el grupo.

Los estudiantes del Colegio San Juan de Ávila, en un 84,2%, finalizaron todas las preguntas de forma completa. El 27 de marzo de 2024 participaron 16 estudiantes, y en las clases siguientes se incorporaron 3 estudiantes más. En esta institución, los estudiantes presentan dificultades en las preguntas donde deben expresar bajo sus palabras la aplicación de los conceptos físicos. Se observó que en la sección 1 no hubo dificultades notorias, probablemente debido a que esta sección solo tenía dos respuestas (falso o verdadero), a diferencia de las secciones 3, 4, 5 y 6, que exigían un mayor esfuerzo al tener que basarse en lo que los estudiantes posiblemente reconocían o habían memorizado, así como en sus experiencias previas relacionadas con las situaciones planteadas en el cuestionario. Sin embargo, se quiere mostrar algunos aspectos relevantes en este análisis. Para el caso de la sección uno, se evidencia una mayor dificultad en la comprensión de cómo fluye el calor de un cuerpo con

<sup>9</sup> Para acceder al formulario, ingrese al siguiente enlace: <https://forms.gle/THwva2jLXEnWSBdE9>

mayor temperatura hacia uno con menor temperatura. Además, se refleja una dificultad en cuanto al principio fundamental de la energía y al funcionamiento de las máquinas térmicas. Los estudiantes establecen que el trabajo mecánico no está directamente vinculado a la energía térmica. Como se muestra en el gráfico la barra gris representa las respuestas correctas evidenciando mayor problema

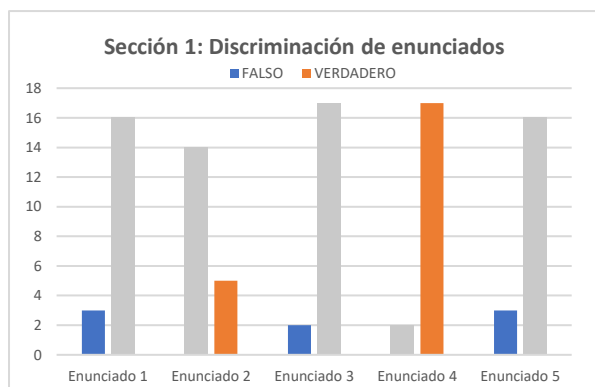


Ilustración 1. Resultado de sección 1 discriminación de enunciados

en el enunciado 4 “El movimiento siempre produce calor”.

En la sección 2 que trata sobre la etiqueta, los estudiantes asocian erróneamente cualquier mecanismo físico basado en el movimiento como trabajo útil. Se resalta una interpretación limitada del equilibrio térmico, que se entiende solo como la condición en la

que la temperatura de un sistema es la misma, restringiendo esta comprensión a situaciones simples. El 67% de los estudiantes comprendieron la sección 3 y 4. Sin embargo, hay una situación que llama la atención en el desarrollo de esta sección, un estudiante mencionó que “puso en una balanza dos recipientes, uno con agua fría y otro con agua caliente”, evidenciando que entiende el equilibrio térmico en relación con la cantidad física de los recipientes. Según este estudiante, si ambos tienen la misma cantidad, estarán en “equilibrio”, ignorando así la importancia de establecer un intercambio de calor para que se produzca la transferencia

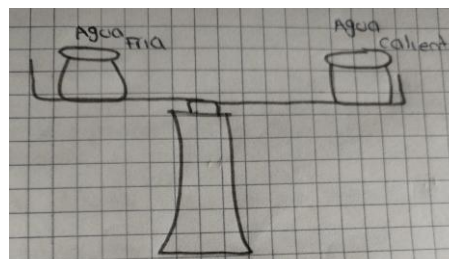


Imagen 21. Evidencia de respuesta sección 3  
Balanza en equilibrio. Imagen propia (2024)

de energía, lo cual cumple con la condición de que los cuerpos deben estar a diferente temperatura para que ocurra el proceso. Por último, en la sección 6, los estudiantes debían hacer uso de su memoria para establecer un ejemplo de lo que creen que es una máquina térmica y dónde la utilizan.

El 79% de las respuestas, los estudiantes relacionan las máquinas térmicas con objetos o dispositivos que generan o utilizan calor, como la plancha, el secador, la lavadora, el microondas o la estufa.

Al finalizar este análisis, se revelan una serie de patrones y aspectos que deben ser contemplados tanto en la identidad de los estudiantes como en el diseño y ejecución del cuestionario. Por lo que, para la institución SJA, se concluyó que:

- Clasificación de que cualquier dispositivo que genere calor o use energía es una máquina térmica.
- La energía se entendida como algo que se puede ver o se experimenta de inmediato.
- Cualquier movimiento produce calor.

Ahora bien, los estudiantes del Colegio Agustín Nieto Caballero finalizan su diagnóstico, el día 29 de agosto del año 2023 sobre las 13:45. En la sección 1 se evidencia una dificultad del 92,9% en la comprensión de cómo se relacionan el movimiento y el calor. Como se muestra en el gráfico el verde solo un estudiante responde correctamente,

evidenciando mayor problema en el enunciado 4 “*El movimiento siempre produce calor*”. En la sección 2, el 90% responden adecuadamente aún persiste una necesidad por comprender adecuadamente el funcionamiento en los sistemas, pues deben acercarse conceptualmente a la comprensión de la conversión de energía térmica en trabajo mecánico.

La sección 3, consistió en identificar la representación más adecuada según los enunciados, en este caso los estudiantes reflejan comprender la transferencia de energía térmica en trabajo mecánico de forma parcial y se hace notorio la interpretación del calor y el movimiento mientras que en otra imagen se observa que comprenden de una forma clara la conversión de energías, como las siguientes imágenes usadas lo reflejan en las opciones 1 y 2.



Imagen 22. Imágenes con las respuestas acertadas de la Sección 3, enunciado A. Imagen propia (2024)

Las respuestas de los estudiantes evidencian una amplia comprensión haciendo uso de definiciones científicas o ejemplos cotidianos de manera detallada, sin embargo, algunos muestran en sus respuestas brevedad, haciendo más difícil construir una idea acerca de la pregunta. Para esta

institución, los estudiantes muestran un manejo pertinente sobre algunos conceptos trabajados, sin embargo, es importante resaltar las concepciones alternativas más frecuentes y comunes, como:

- En su observación cualquier mecanismo en movimiento es flujo de calor o trabajo útil.

El movimiento siempre produce calor.  
1 de 14 respuestas correctas

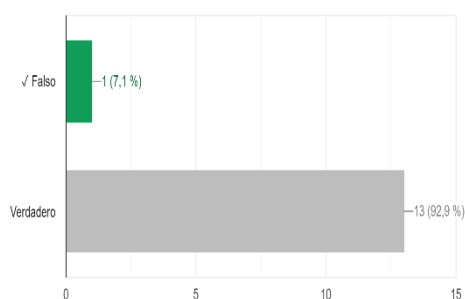


Ilustración 2. Análisis de sección 1, enunciado D. Imagen tomada del formulario de Google (2024)

- Vinculan visualmente la transferencia de calor a partir del contacto con los objetos.
- Cualquier movimiento produce calor.
- Clasificación de que cualquier dispositivo que genere calor o use energía es una maquina térmica.

Los detalles de este análisis sobre la configuración de concepciones alternativas se encuentran en los [Anexo 5](#) [*Análisis de Explorando Ideas SJA*] y [Anexo 6](#) [*Análisis Rumbo a las Ideas CANC*], los cuales permiten establecer la necesidad de actividades que involucren a los estudiantes en el desarrollo de su propio conocimiento, por lo que se propone como alternativa para mejorar las concepciones alternativas de las instituciones dentro de la propuesta de secuencia didáctica es realizar experimentos que permitan a los estudiantes experimentar directamente los conceptos clave y reforzar su comprensión y porque no desde la maquina Heat Wizard. En este sentido, se realizó en el siguiente capítulo el diseño y construcción de la Heat Wizard, el desarrollo de una guía experimental como recurso adicional y opcional en el uso de las secuencias didácticas.

## Capítulo IV “*Heat Wizard herramienta de aprendizaje*”

En este capítulo se presenta el diseño, desarrollo y análisis del funcionamiento de la Heat Wizard, incluyendo su construcción y el desarrollo de una guía experimental, la cual se ofrece como recurso adicional y opcional en el uso de las secuencias didácticas. Además, se presenta una alternativa viable para las clases de física a través del diseño del dispositivo Heat Wizard, integrado en la secuencia didáctica. La Heat Wizard busca generar un vínculo entre los contenidos trabajados en las clases de física y las experiencias cotidianas de los estudiantes, como el uso de electrodomésticos, los cambios de temperatura y el comportamiento de ciertos materiales.

La Heat Wizard es un prototipo de máquina térmica propio que se diseñó y construyó en dos etapas. La primera etapa tuvo lugar en la clase de termodinámica del semestre 2018-1, con el propósito de ilustrar de manera práctica los principios de la termodinámica. La segunda etapa, que se desarrolla en esta investigación, permite que los estudiantes evidencien y observen la relación entre calor y trabajo, buscando además que puedan llegar a interesarse por la experimentación en el aula.

Esta fue construida con materiales de fácil acceso que se pueden encontrar en casa (material reciclado), utilizando una caja de cartón con agujeros en su parte superior que permiten la entrada de aire impulsado por el viento ascendente desde la base de la caja, donde se encuentra una vela. La combustión de la vela genera un aumento de temperatura, lo que provoca que las partículas de aire se calienten y asciendan, impulsando la rotación de hélices construidas de manera artesanal.

A continuación, se detallarán los aspectos de la realización propia de este diseño y desarrollo con el fin de orientar la elaboración de la secuencia didáctica según las directrices establecidas en la construcción de concepciones alternativas. El objetivo es potenciar la curiosidad de los estudiantes, promover la observación responsable, la reflexión y la experimentación activa como parte de su aprendizaje en el entorno.

### **Diseño de la Heat Wizard**

La máquina térmica **Heat Wizard** se construyó y desarrolló a partir de un prototipo propio creado en la clase de termodinámica del semestre 2018-1<sup>10</sup>, con el objetivo de proporcionar una explicación observacional de los principios de la termodinámica. A este prototipo de máquina térmica

---

<sup>10</sup> Para observar el [prototipo anterior](https://drive.google.com/file/d/10FYGWmEFLm_DHJzc_TzLBmFfDCAGpUDz/view?usp=sharing), ingrese al siguiente enlace:  
[https://drive.google.com/file/d/10FYGWmEFLm\\_DHJzc\\_TzLBmFfDCAGpUDz/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/10FYGWmEFLm_DHJzc_TzLBmFfDCAGpUDz/view?usp=sharing)

se le llamó “Heat Wizard” y fue construida con materiales más robustos. Para esta investigación, se decidieron implementar mejoras en la máquina con el fin de convertirla en una herramienta pedagógica que facilite los procesos de enseñanza-aprendizaje en la clase de termodinámica, especialmente enfocándose en la relación entre calor y trabajo. Además, se buscó que la máquina fuese accesible y viable para ser incorporada en diversas instituciones con diferentes necesidades y recursos.

El esquema evidenciado en la imagen 23, permite hacer un primer acercamiento a la estructura del dispositivo; este por dentro del sistema, encienden velas que actúan como fuente de calor. Al desprender calor, las partículas del aire se alteran y ascienden, lo que genera trabajo en los mecanismos ubicados en la parte superior del sistema, que consisten en hélices de diferentes formas. Estas hélices comenzarán a moverse, y ese movimiento se convertirá en energía mecánica.

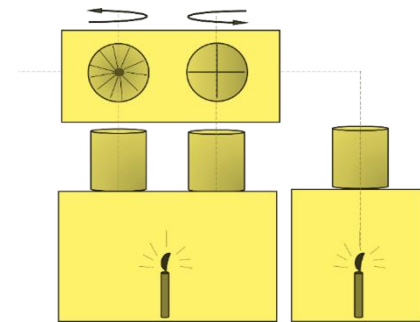


Imagen 23. Esquema de Heat Wizard.  
Representación propia 2024



Imagen 24. Construcción de Heat Wizard.  
Representación propia 2024

En la imagen 24 se observa el prototipo finalizado. Cabe destacar que, aunque hasta el momento no se ha producido ningún accidente con este prototipo, la máquina ha sido diseñada para minimizar riesgos. La caja rectangular estará recubierta con papel aluminio, y las velas actuarán como una fuente de energía, permitiendo observar el trabajo realizado al hacer girar las hélices, que están hechas de lámina de aluminio y ubicadas en el extremo superior de la máquina.

Si bien la máquina puede construirse con otros materiales, es importante usar el papel aluminio en su interior, ya que al hacer contacto directo entre la vela y la superficie o la tapa superior, no se presenta ningún riesgo. Además, el aluminio contribuye a la conservación del calor una vez que se ha generado. A continuación, se detallarán la estructura base y el proceso de construcción.

#### ***Elaboración de Heat Wizard:***

La **Heat Wizard** requirió el uso de materiales reciclados o caseros, entre los cuales se incluyen: una caja de cartón pequeña, papel aluminio, parte superior de ampollitas, dos tubos de papel higiénico, dos agujas punta roma, velas, latas de aluminio, cinta adhesiva, regla, tijeras, pinzas,

cartulina negra y pegamento. Adicional a esto, se encuentran disponibles videos<sup>11</sup> de apoyo que mejoran la experiencia en la construcción de esta herramienta, proporcionando una guía visual que facilita el seguimiento de los pasos. A continuación, se presenta una descripción paso a paso, dividida



Imagen 25. Materiales de construcción Heat Wizard. Imagen propia (2024)

por secciones, de la elaboración de esta herramienta. Los puntos clave que se detallan fueron esenciales para el desarrollo coherente de la máquina: construcción de la caja y el engranaje de las hélices, ensamblaje del engranaje de las hélices con la caja, fabricación de las hélices tipo molino de luz, hélices tipo aspas de turbina, ensamblaje final y montaje de las piezas adicionales.

### *Caja Y Engranaje De Las Hélices*

#### Engranaje de las hélices

Paso 1; Verificar los tubos: Antes de comenzar, se debe revisar que los tubos de papel higiénico estén en buen estado y limpios (sin pegante o residuos de papel). La medida estándar de un tubo es de 8,7 cm de largo y 4,5 cm de diámetro. Si se encuentra un tubo con medidas diferentes, se deben tomar las medidas estándar mencionadas para asegurar la precisión en los siguientes pasos.

Paso 2; Medir los tubos: Con una regla, medir el diámetro de los tubos de papel higiénico.

Paso 3; Colocar los tubos en la caja: Colocar los tubos medidos sobre una de las caras de la caja de cartón. La distancia entre el centro de un tubo y el centro del siguiente debe ser de 5 a 10 centímetros para asegurar un ajuste adecuado.

Paso 4; Trazar los círculos: Se deben trazar los círculos en la caja de cartón. Para esto, se debe utilizar el diámetro medido de los tubos, reduciendo el diámetro en 0,5 centímetro para permitir un ajuste necesario más adelante.

Paso 5; Cortar los círculos: Se cortan los círculos utilizando una herramienta adecuada, como un bisturí o tijeras, para que los tubos encajen perfectamente en los agujeros realizados.

#### Preparación y ensamble de la caja:

Paso 1; Elección de la caja ideal: Se debe comprobar que la caja tenga un tamaño adecuado.

<sup>11</sup> Para acceder a los videos, ingrese al siguiente enlace:

[https://drive.google.com/drive/folders/1YphdNXPWNNBSeIH\\_-FbRs9L4Xggh0amr?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1YphdNXPWNNBSeIH_-FbRs9L4Xggh0amr?usp=sharing)

Las medidas ideales son una altura de 20 cm, un ancho de 26 cm y una profundidad de 14,5 cm. La caja debe tener su tapa en buen estado y funcional, sin ninguna cara rota o dañada.

Paso 2; Asignar área para puerta: Antes de desdoblar la caja, se debe designar un área específica en la cara principal para crear una "puerta". Esta puerta debe tener aproximadamente 10 cm de ancho y 5 cm de largo. Debe ser funcional y permitir un acceso adecuado. La puerta debe ubicarse en el centro inferior de la cara principal y debe quedar unida a una parte de la caja (debe ser funcional).

Paso 3; Desdoblar la caja: Luego, se debe abrir la caja con mucho cuidado. Ubicar la unión de fábrica, que generalmente se encuentra a un costado y en la parte inferior de la misma. Desdoblar la caja suavemente para que quede plana, sin arrugar, sin debilitar o dañar el cartón interno o exterior.

Paso 4; Utilidad de la puerta: Una vez que la caja esté plana, se debe marcar claramente el contorno de la puerta en el área designada. Luego, cortar a lo largo de las líneas marcadas para crear la puerta funcional. He de recordar que debe quedar unida a una parte de la caja.

Paso 5; Preparar los materiales: Tome papel aluminio, pegamento tipo colbón y un pincel. Al preparar el papel aluminio, identifica las caras del material y asegúrate de colocar la parte más brillante hacia el exterior al ponerlo.

Paso 6; Aplicar el pegamento: Utiliza el pincel para aplicar una capa delgada de colbón sobre la superficie de la caja. Asegúrate de extender el pegamento de manera uniforme y en cantidades iguales, no se extienda demasiado en aplicar colbón ya que se puede secar.

Paso 7; Forrar la caja: Coloque el papel aluminio sobre la capa de colbón, presionando suavemente para que se adhiera, evite que el papel quede arrugado o con aire. Debe cubrirse toda la superficie de la caja, tanto por dentro como por fuera. El papel aluminio debe estar bien ajustado y que no queden áreas descubiertas o aire.

Paso 8; Secado: Deja secar el papel aluminio completamente antes de manipular la caja. Es fundamental que el aluminio se adhiera bien; de lo contrario, podría romperse o despegarse con facilidad. Considere las puntas de la caja rodearlas, estas también deben estar muy bien cubiertas de aluminio.

Paso 9; Cerrar y sellar: Al forrar la caja con papel aluminio, se debe volver a cerrar la caja en la forma en que estaba originalmente



*Imagen 26. Representación de ensamble de caja. Imagen propia (2024)*

unida. Se aplica colbón para sellar todos los bordes, asegurándose de que el papel aluminio esté bien adherido. Luego, se refuerza el sellado con cinta adhesiva de su preferencia. Este refuerzo adicional ayuda a prevenir fugas o desprendimientos futuros debido al uso.

Paso 10; Preparar la parte superior: En la parte superior de la caja, se deben sellar y forrar los agujeros realizados. Estos agujeros deben estar claramente identificados para su uso futuro.

#### Ensamble de engranaje de las hélices y caja:

Paso 1; Preparar los tubos de cartón: Tomar los tubos de cartón y colocarlos en una superficie plana.

Paso 2; Marcar el margen: En la parte superior de cada tubo, medir y dejar un margen de aproximadamente 5 cm hacia abajo desde el borde del tubo.

Paso 3; Marcar la primera pareja de ranuras: A 5 cm de los extremos del tubo, marcar dos ranuras de 2 cm de largo, situándose una frente a la otra.

Paso 4; Marcar la segunda pareja de ranuras: A 3 cm de los extremos del tubo, marcar la segunda pareja de ranuras de 2 cm de largo, hacia lo ancho, situándose también una frente a la otra, pero en la otra mitad del tubo.

Paso 5; Cortar las ranuras: Utilizar una herramienta para cortar las ranuras siguiendo las marcas hechas, asegurándose de que las ranuras sean lo más rectas posible y estén alineadas.

Paso 6; Forrar los tubos: Una vez realizadas las ranuras, forrar cada tubo por completo con papel aluminio, cubriendo tanto el interior como el exterior. Asegurarse de que el papel aluminio se ajuste correctamente y esté bien adherido.

Paso 7; Realizar cortes en la parte inferior: Hacer cortes de 1 cm de largo en la parte inferior (el lado opuesto de donde se encuentran las ranuras) de cada tubo para permitir la unión a la caja. Estas pestañas deben ser dobladas hacia afuera y forradas también de aluminio.

Paso 8; Preparar la caja: Aplicar pegamento en la parte exterior de la caja, exactamente en las áreas donde están los agujeros cortados y forrados.

Paso 9; Colocar los cilindros: coloque los tubos en los agujeros de la caja y ajustar su posición con cinta adhesiva. Mantener en su lugar mientras el pegamento se seca, puede hacer uso de cinta adhesiva para fijar los tubos.

Paso 10; Forrar las uniones: Finalmente, recortar tiras de 3 cm de ancho de papel aluminio y utilizarlas para forrar las uniones entre la caja y los tubos, asegurando un acabado uniforme y bien

sellado para evitar fugas. Para ayuda de este paso, revise el siguiente código que contiene un video de como realizarlo.



### *Hélices*

Estas hélices son esenciales en la evidencia de la convertibilidad de la energía térmica en mecánica,

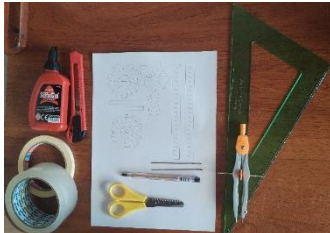


Imagen 27. Materiales de las hélices

los materiales para la construcción de las hélices propuestas en este apartado son: cabezas de ampolleta, latas de aluminio, papel aluminio, cinta adhesiva, tijeras, lija, pegante, regla, moldes de aspas, pinzas y agujas punta roma. A continuación, se muestra el paso a paso de la elaboración de las diferentes hélices.

## ***HÉLICES TIPO: MOLINO DE LUZ***

### ***Rombos del molino***

Paso 1; Materiales: Prepara los materiales necesarios, incluyendo una lata de aluminio vacía y limpia (desinfectada con alcohol), herramientas para cortar (como tijeras o bisturí), una regla para medir, y un marcador permanente delgado para marcar.

Paso 2; Preparación lata de aluminio: Corta la lata de aluminio y aplanar, asegurándose de no utilizar las tapas de la lata. Luego, se deben hacer 8 rombos pequeños en la superficie aplanada de la lata de aproximadamente 2 cm cada cara. Se traza una intersección en cada esquina para establecer el centro del rombo y en el centro de cada rombo, se realiza una ranura de aproximadamente 0,5 cm de largo.

Paso 3: Preparar la cartulina negra: Tomar cartulina negra y colocarla sobre una superficie de trabajo. Con una regla y los rombos realizados con la lata de aluminio calcar 8 rombos. Asegurarse de que los rombos sean del tamaño y forma establecida. Utilizar tijeras o un bisturí para recortar los rombos de la cartulina negra con precisión.

Paso 4; Rombos: Tome los rombos de lata de aluminio y pega en un lado de la superficie uno de cartulina negra, asegurando que queden bien fijados y en la posición correcta.

Paso 5; Cortar tiras de aluminio: En un trozo adicional de la lata de aluminio, se dibujan 4 rectángulos, cada uno de 0,4 cm de largo por 3 cm de largo Posteriormente, se recortan estas tiras con precisión.

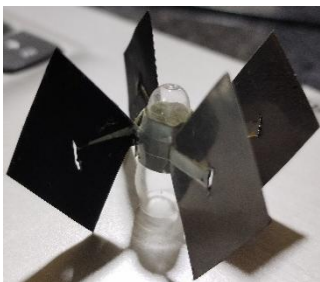


Imagen 28. Representación de hélice de luz. Imagen propia (2024)

Paso 6; Ensamble hélices: Tomar el rectángulo que se realizó con la lata de aluminio y hacer pasar la tira a través del centro de cada rombo. En cada rombo, doblar una pestaña de aproximadamente 1 cm hacia adentro para sujetar el rombo en su lugar. Asegurarse de que el resto de la tira quede libre y no se doble. Repita los pasos para cada uno de los rombos.

### **Cabeza de la hélice**

Paso 1; Reunir los materiales: Preparar los siguientes elementos: una ampolleta, una aguja de punta roma, una vela, fosfatos, papel de lija con granos de 3000 a 7000 y alicates.

Paso 2; Preparar la cabeza de la hélice: Tomar la parte superior de la ampolleta y utilizar el papel de lija con granos de 3000 a 7000 para pulir la superficie hasta que quede completamente plana. Pues al romper la ampolleta no siempre se rompe de forma recta, para asegurarse coloque la parte superior de la ampolleta en una superficie plana y rectifique su horizontal.

Paso 3; Calentar la aguja: Encender una vela o utilizar otra fuente de calor. tome la aguja de punta roma utilizando los alicates, calentar la aguja sobre la llama hasta que esté lo suficientemente caliente.

Paso 4; Modificar la cabeza de la hélice: Una vez que la aguja esté caliente, sujetar la parte superior de la ampolleta con otros alicates. Introducir la aguja caliente en la ampolleta para crear una punta más fina en la cabeza de la hélice.

Paso 5; Dejar enfriar: Permitir que la ampolleta se enfríe y que la modificación se endurezca completamente antes de continuar con el siguiente paso.

### **Construcción del molino**

Paso 1; Medir el diámetro de la cabeza de la hélice: Utilizar una regla o un calibrador para medir el diámetro de la cabeza de la hélice.

Paso 2; Dividir el diámetro: Dividir el diámetro medido por la cantidad de tiras que se han utilizado, en cuatro partes iguales, para asegurarse de que queden ubicadas a la misma distancia, marque con un marcador permanente delgado.

Paso 3; Insertar las tiras: Pasar cada tira a través de la ranura de cada

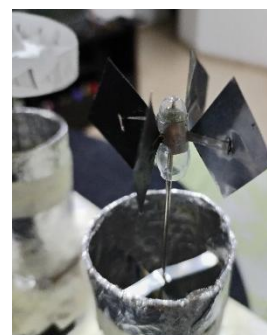


Imagen 29. Representación de posición de hélices, molino de luz en la Heat Wizard. Imagen propia (2024)

rombo, asegurándose de que queden bien ajustadas y corta cinta adhesiva de 1 cm de ancho para el siguiente paso.

Paso 4; Pegar a la cabeza de la hélice: Tome las tiras con los rombos y empiece a pegarlas con la cinta alrededor de la cabeza de la hélice de acuerdo con las líneas marcadas en cada línea debe ir un rombo, asegurándose de que quede bien fija.

Paso 5; Ajustar para el equilibrio: Asegurarse de que las tiras estén distribuidas de manera uniforme alrededor de la cabeza de la hélice. Esto es crucial para evitar un desnivel que podría causar inclinación y dificultar su operación.

### ***HÉLICES TIPO: ASPAS DE UNA TURBINA.***

#### ***Preparación de la plantilla para el diseño de hélices***

Paso 1; Reunir los materiales: Para el diseño de las hélices, se requiere reunir los siguientes materiales: pegamento tipo colbón, tijeras, bisturí, regla y una pinza o depilador.

Paso 2; Acceder a la plantilla: En la computadora, abrir el enlace proporcionado, [[INTRUMENTOS TG](#)], donde se pueden encontrar los moldes especiales para el diseño de las hélices. O revisa el siguiente código QR



Paso 3; Imprimir el documento: Imprimir el documento que contiene la plantilla. Este documento incluye varios elementos importantes para el diseño.

Paso 4; Identificar las partes de la plantilla: Circunferencia: Observar que el documento posee una circunferencia que se divide en 17 aspas. Rectángulo: Notar que incluye un rectángulo que configura un cilindro con 17 espacios donde se fijarán las aspas. Círculo para el cono: Identificar un círculo destinado a crear el cono del centro de la hélice. Medio círculo: Encontrar un medio círculo que representa el centro del aspa. Aro con líneas: Localizar un aro que contiene líneas en su interior, el cual se usará para fijar el cono del aspa.

Paso 5; Preparar las herramientas: Asegurarse de que todas las herramientas estén listas para utilizarse en el recorte y ensamblaje de las piezas de la plantilla.

#### ***Corte y preparación de piezas***

Paso 1: Impresión del documento; Después de finalizar el diseño, se procede a imprimir el documento correspondiente. Es fundamental asegurarse de que todos los detalles sean visibles y claros para facilitar los siguientes pasos del proceso.

Paso 2: Corte de las piezas; Una vez impreso, se lleva a cabo el corte de todas las piezas necesarias. Con sumo cuidado, se mide la circunferencia que contiene las 17 divisiones. Es crucial cortar con precisión, siguiendo las líneas marcadas para lograr un acabado limpio y exacto. Se comienza con el corte del exterior del círculo.



Imagen 30. Representación de hélice de tipo, aspa de una turbina. Imagen propia (2024)

Paso 3: Corte de las aspas; Seguidamente, se procede a cortar cada aspa hasta alcanzar el tercer círculo, manteniendo siempre la forma curvada de las aspas. Este detalle es esencial para garantizar que las piezas se ensamblen correctamente en las etapas posteriores.

Paso 4: Doblado de las aspas; Finalmente, se realiza un doblez en las aspas, llevándolas hasta el segundo rectángulo. Esta pestaña doblada será encajada en el rectángulo correspondiente, lo que permitirá un ensamblaje eficaz y seguro de la estructura.

### **Montaje de Aspas y Unión de Piezas**

Paso 1: Recortar de círculos; Se procede a realizar el recorte del cuarto círculo que se encuentra en las aspas. Es crucial tener mucho cuidado para no dañar la forma de las aspas. Una técnica recomendada es hacer una ranura con el bisturí y, posteriormente, utilizar tijeras para completar el corte del círculo.

Paso 2: Preparación de aberturas; Se toma el rectángulo que posee las aberturas. Con la ayuda de una regla y un bisturí, se realizan los cortes necesarios en el centro, respetando las distancias indicadas. Es importante tener cuidado de no excederse o quedarse corto en las aberturas, ya que su precisión será fundamental en los pasos posteriores.

Paso 3: Encajar la primera aspa; Se selecciona una de las aspas, asegurándose de que esté orientada en dirección contraria al rectángulo. Se encaja en la primera ranura del rectángulo, asegurándose de que la marca de las aberturas esté orientada hacia adentro.

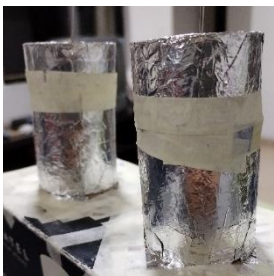


Imagen 31. Representación para fijar conos y hélices. Imagen propia (2024)

quede completamente pegada.

Paso 4: Asegurar la pestaña; Con la ayuda de pinzas, se jala la pestaña hacia afuera hasta que atraviese el rectángulo. Se aplica una pequeña gota de pegamento en la pestaña doblada y se ajusta hasta que

Paso 5: Encajar la segunda aspa; Para la segunda aspa, se gira ligeramente y se encaja en la abertura correspondiente. Nuevamente, se utilizan las pinzas para jalar la pestaña hasta que esté al

otro lado, aplicando otra gota pequeña de pegamento y ajustando hasta que pegue firmemente.

Paso 6: Repetir el proceso; Este procedimiento se repite con las siguientes 15 aspas, asegurándose de que cada una esté correctamente colocada y asegurada con pegamento.

Paso 7: Unión final; Para la última aspa, se realiza la unión exacta, garantizando que todas las uniones anteriores se hayan ejecutado correctamente. Esto permitirá que se deje el espacio adecuado para cerrar la circunferencia. Se aplica pegamento a una de las orillas, se aprieta y se ajusta para asegurar una buena fijación.

Paso 8: Cortar el exceso; Finalmente, se recorta el resto de la pieza sobrante del rectángulo para reducir la masa de la hélice, asegurando que tenga un acabado limpio y ordenado.

### Cono para las Aspas

Paso 1: Preparar el cono; Para hacer el cono de las aspas, se utilizan las piezas sobrantes del proyecto. Se toma el medio círculo y se dobla por la mitad, formando una estructura básica para el cono.

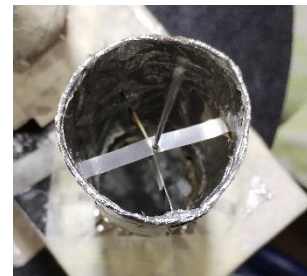
Paso 2: Unir los extremos; Se utiliza cinta adhesiva para unir uno de los extremos del medio círculo al otro, asegurando que la forma del cono sea estable y sin espacios.

Paso 3: Preparar el aro; Se toma el aro que tiene ranuras en el centro. Con un bisturí y una regla, se realizan los cortes necesarios en las ranuras, garantizando que sean precisos para el siguiente paso.

Paso 4: Fijar el cono al aro; Se aplica pegamento en la parte inferior del cono previamente formado. Luego, se coloca el cono sobre el aro y se pegan las pestañas del cono a la parte interna del mismo, asegurando una buena adherencia.

Paso 5: Integrar las aspas; Una vez que el cono está bien pegado, se aplica una pequeña cantidad de pegamento al aro. Se colocan las aspas de manera que el cono encaje en el círculo interno de las mismas.

Paso 6: Ajustar y presionar; Si el cono entra correctamente en el círculo interno de las aspas, se ejerce presión y se ajusta para unir ambas piezas de manera firme, asegurando la estabilidad de la estructura final. Para ayuda de este paso, revise el siguiente código que contiene un video de como realizarlo.



*Imagen 32. Representación de ubicación de las hélices. Imagen propia (2024)*



## *Ensamble Final*

### Tiras y montaje de la hélice

Paso 1: Preparación de la lata; Se comienza cortando la lata de aluminio, asegurándose de retirar las tapas. Después, se aplana cuidadosamente la lata para obtener una superficie uniforme.

Paso 2: Cortar las tiras; Se cortan dos tiras de 2 cm de ancho a partir del aluminio aplanado. Es fundamental que las tiras sean del mismo tamaño para garantizar un buen funcionamiento.

Paso 3: Marcar el centro; En una de las tiras, se calcula la mitad y se marca con precisión. Esta marca será útil para el siguiente paso.

Paso 4: 1ra tira por la aguja; Se toma una de las agujas de punta roma y se pasa la tira marcada por el agujero de la aguja, asegurando que quede bien ajustada.

Paso 5: 2da tira en la aguja; La otra tira se introduce a través del ojo de la aguja, preparándose para su inserción en las ranuras.

Paso 6: Tiras en los tubos; Cada tira se introduce en las ranuras de los tubos de papel higiénico. Es importante que las tiras queden bien sujetas dentro de los tubos.

Paso 7: Asegurar las pestañas; Se coloca cinta adhesiva alrededor de las pestañas que quedan de las tiras, asegurando que queden firmemente sujetas. Se debe ser generoso con la cinta, ya que esto es crucial para que la hélice soporte correctamente la estructura durante su funcionamiento.

### Montaje de las piezas adicionales.

Paso 1: Preparación; Se requiere una fuente de calor, por lo que se elige un recipiente resistente a altas temperaturas. En este recipiente, se colocan velas, asegurándose de que sea seguro para su uso.

Paso 2: Fuente de calor; En un recipiente de aluminio, se coloca una vela. Este recipiente debe ser resistente al calor y adecuado para contener la vela sin riesgo de incendio.

Este dispositivo cuenta con la facilidad de modificar de acuerdo con los recursos disponibles necesarios, para esta propuesta se establece una estructura más elaborada y se puede adaptar según las intenciones de quien la aplique, como también las características de la institución.

Para ayuda de este paso, revise el siguiente código que contiene un video de como realizarlo.



*Imagen 33.  
Representación de  
máquina Heat Wizard.  
Imagen propia (2024)*



## Funcionamiento

Este dispositivo que convierte la energía térmica en trabajo mecánico utilizando principios básicos de la termodinámica. Funciona aprovechando el calor generado por una vela para crear un flujo de aire caliente que pone en movimiento unas hélices. A lo largo del recorrido histórico, se ha ofrecido una descripción detallada de cómo la máquina se ajusta a los principios fundamentales de la termodinámica, permitiendo establecer que, en efecto, se trata de una máquina térmica capaz de transformar la energía térmica en movimiento. A continuación, se explican las etapas de cómo la vela enciende el sistema, cómo el aire se calienta y circula, y cómo las hélices se mueven para distribuir el calor de manera eficiente.

1. **Encendido de la vela:** el proceso de combustión se da por medio de una vela, al encender la vela dentro de la caja está produce energía térmica, pues la vela proporciona calor, que es absorbido por el aire en el interior de la caja.
2. **Conductividad térmica:** la energía térmica se transfiere a través del aire y las paredes de la caja por conducción, que es el flujo de energía térmica a través de un medio debido a una diferencia de temperatura.
3. **Calentamiento del aire:** el aire en contacto con la vela se calienta y sube porque es menos denso que el aire frío, creando una corriente de convección dentro de la caja.
4. **Trabajo y energía:** el calor absorbido por el aire provoca que se expanda y mueva, realizando trabajo al hacer girar las hélices.
5. **Movimiento de las hélices:** las corrientes de aire caliente que suben interactúan con las hélices en la parte superior de la caja, causando que giren.
6. **Rotación de las hélices:** éstas rotan de acuerdo con la corriente de aire dentro de la caja, al acercarse a la frontera con el exterior cambian de dirección y su velocidad.
7. **Fricción diferencial:** la fricción en los ejes de las hélices puede ser diferente, lo que podría hacer que una hélice comience a girar antes que la otra y en una dirección diferentes.
8. **Convección continua:** mientras la vela siga encendida, el proceso es eficiente para transferir calor en fluidos mantiene el movimiento de las hélices.

Para facilitar la comprensión de estos pasos, se recomienda revisar el siguiente código que contiene un video tutorial. Este recurso visual ofrece una guía paso a paso sobre cómo llevar a cabo el proceso, mostrando de manera clara y detallada cada una de las acciones necesarias. Al seguir el video, podrán obtener una mejor idea de la técnica y los materiales requeridos, lo que les permitirá realizar la tarea con mayor confianza y precisión. Se observa a continuación la demostración en código QR.



### **Propuesta de Guía Experimental:**

Se diseñó una propuesta que contiene un conjunto de pasos y procedimientos que los estudiantes podrán seguir para llevar a cabo la construcción de la “Heat Wizard”. La guía proporciona una estructura que facilita la ejecución y análisis de la máquina, buscando así promover el aprendizaje activo y la comprensión de conceptos térmicos y mecánicos. El instrumento<sup>12</sup> es un documento que contiene instrucciones claras, objetivos del experimento, materiales necesarios, procedimientos paso a paso, videos de la elaboración y preguntas de reflexión o análisis que los estudiantes podrán considerar después de realizar el experimento.

### **Propuesta didáctica: Secuencia didáctica**

Una alternativa efectiva para que los estudiantes relacionen fenómenos térmicos y mecánicos fue plantear el diseño de secuencia didáctica que permite fortalecer y mejorar el desarrollo de habilidades por medio de la Heat Wizard, pues busca un enfoque de aprendizaje práctico e interdisciplinario.

El objetivo de aprendizaje en la secuencia didáctica del colegio San Juan de Ávila es comprender la relación entre calor y trabajo, mediante la construcción, experimentación y análisis de la Heat Wizard, para aplicar principios de la termodinámica en situaciones de la vida cotidiana.

Para la secuencia didáctica del colegio Agustín Nieto Caballero el objetivo es comprender la relación entre calor y trabajo a través del análisis de situaciones problemáticas relacionadas con la transferencia de calor y la construcción de la Heat Wizard, permitiendo observar y experimentar la conversión de calor en trabajo y su aplicación en el funcionamiento de máquinas térmicas.

De acuerdo con el diagnóstico y las intenciones como la importancia de la historia y las ideas

---

<sup>12</sup> Para observar esta guía, ingrese al siguiente enlace:

[https://www.canva.com/design/DAGCuRWpWbQ/FAYtCjic8o1QtzpDaxLK7g/view?utm\\_content=DAGCuRWpWbQ&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=uniqueLinks&utlId=h50bb8fe5b4](https://www.canva.com/design/DAGCuRWpWbQ/FAYtCjic8o1QtzpDaxLK7g/view?utm_content=DAGCuRWpWbQ&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=uniqueLinks&utlId=h50bb8fe5b4)

sobres sus concepciones alternativas y el uso de experimentos, se plantea de la siguiente forma:

- I. Se denomina con claridad el tema a tratar, pues se especifica hasta donde y que ruta será tomada en caso de que el tema considerado tenga una serie variables.
- II. Se debe hacer uso de la ubicación de contexto, con ello se espera que defina el tiempo y espacio del tema considerado “realidad histórica y sociocultural”.
- III. Se estructuran los objetivos con el fin de conocer y comunicar el manejo necesario de información.
- IV. Se proponen resultados acordes a la meta pactada “objetivo” con el fin de hacerlo en tiempos claros y específicos para los estudiantes.
- V. Se deben considerar los recursos necesarios para llevar a cabo los resultados propuestos, estos recursos pueden ser: tiempos, humanos, instrumentos, instalaciones, financiamiento, entre otros.
- VI. Debe realizarse un calendario de trabajo, esto denotará el orden, duración y cumplimiento de objetivos. Este calendario puede ser modificado durante la aplicación, intentando siempre ser lo más oportuno a las necesidades de los estudiantes.

Además de considerar los pasos anteriores sobre el contenido y la estructura de una secuencia, se resalta que el docente como planificador, también debe considerar el desarrollo de la misma y según Hernández y Ventura (2014), es necesario tener la siguiente organización: Especificar el hilo conductor siendo este relacionado con el proyecto curricular de la institución, como la búsqueda específica de materiales, pues a partir de esto se obtienen los primeros objetivos, contenidos y lo que se puede aprender a partir de dicho diseño. El estudio y preparación del tema, es de suma importancia discriminar la profundidad y novedad del tema, pues este permite globalizar y establecer el planteamiento del problema. Integrar a los participantes del grupo, como se ha mencionado líneas anteriores se debe aterrizar la relevancia en dichos contenidos por el contexto sociocultural de la institución. El ejercicio se debe destacar por mantener un carácter evaluativo, cuestionar en torno a: qué saben, qué dudas surgen, qué cree el estudiante sobre..., qué ha aprendido y qué nuevas palabras en su vocabulario se han incorporado. La implementación de dicha guía se ordena en forma de programación, para contrastarlo y diseñar nuevas propuestas.

Se diseñaron dos secuencias didácticas, pues se busca adaptar específicamente las características particulares de cada institución en la que fue aplicada la indagación de las

concepciones alternativas, por ejemplo en el caso del colegio CANC; se plasma un desarrollo de aproximadamente un semestre de la clase de termodinámica, ya que al tener ciclo IV un énfasis en ciencias naturales permite diseñar actividades que sean abordadas durante 6 u 8 semanas, reflejando su enfoque humanista y constructivista. Esta secuencia promueve el desarrollo integral del estudiante y centrando la ejecución en el trabajo colaborativo, para el crecimiento personal desde una perspectiva humanista y en la construcción activa del conocimiento desde su enfoque. La secuencia didáctica se incorporará de manera integral en herramientas digitales para enriquecer el aprendizaje, pues garantiza la institución una variedad de recursos digitales que facilita la inclusión efectiva de las TIC en el proceso educativo y el ambiente de interactivo y dinámico.

En cuanto al colegio SJA se encuentran una serie de diferencias, pues al considerarse una institución con una educación "tradicional" y una serie de limitaciones, por lo que se sugiere que la secuencia didáctica sea implementada en grupos debido a la distribución del salón, se contará con 5 semanas para ejecutar en grado octavo en las clases de física. Esta propuesta se diseñó con materiales reciclados, se garantizan una manipulación y cobertura.

Finalmente, esta propuesta también cuenta con una planificación general que permitirá al docente quien desee hacer uso de ella una planeación mensual, con tiempos y objetivos de cada clase, esto se observa en los siguientes Anexos: La secuencia 1 CANC: Explorando la Energía con Heat Wizard<sup>13</sup> y Secuencia 2 SJA: Explorando la Energía con Heat Wizard<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> La secuencia 1 CANC: Explorando la Energía con Heat Wizard, observa en el siguiente enlace: [https://www.canva.com/design/DAGUfmP ITw/PtqDD79AFecZm28Fc2qBNg/view?utm\\_content=DAGUfmP ITw&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=uniquelinks&utm\\_id=h22c696359a](https://www.canva.com/design/DAGUfmP ITw/PtqDD79AFecZm28Fc2qBNg/view?utm_content=DAGUfmP ITw&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=uniquelinks&utm_id=h22c696359a)

<sup>14</sup> Secuencia 2 SJA: Explorando la Energía con Heat Wizard [Anexo 11– observa en el siguiente enlace: [https://www.canva.com/design/DAGUfjiSrYk/f0hyTHuebw5qSdyzqU0LUQ/view?utm\\_content=DAGUfjiSrYk&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=uniquelinks&utm\\_id=h372a778476](https://www.canva.com/design/DAGUfjiSrYk/f0hyTHuebw5qSdyzqU0LUQ/view?utm_content=DAGUfjiSrYk&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=uniquelinks&utm_id=h372a778476)

## Conclusiones

- En esta investigación se analizó la posibilidad de que los estudiantes de los colegios SJA y CANC pudieran relacionar fenómenos térmicos y mecánicos a través del diseño de una máquina térmica, "Heat Wizard".
- La investigación muestra que la experimentación en las clases de física es una alternativa que facilita el aprendizaje de conceptos como temperatura, movimiento, calor, trabajo y su relación. Permitiendo así la creación y desarrollo de una secuencia didáctica centrada en la Heat Wizard, donde los estudiantes integran de manera práctica lo aprendido, favoreciendo su comprensión y aplicabilidad en la cotidianidad.
- El recorrido histórico desarrollado sobre la relación calor trabajo con la construcción de máquinas térmicas fue importante para el desarrollo de la investigación. Pues a través de la revisión de los referentes, se comprendió cómo los conceptos de temperatura, movimiento, calor, trabajo y la conversión de energía térmica en trabajo mecánico han sido clave en la evolución de las máquinas térmicas. Este recorrido proporcionó las herramientas teóricas y prácticas necesarias para la construcción de la "Heat Wizard" y el desarrollo de la secuencia didáctica.
- El diseño y elaboración de un diagnóstico para la identificación de las concepciones alternativas debe ser manejable, accesible y comprensible para los estudiantes, así como debe ser aplicado en un ambiente que fomente el pensamiento crítico, la reflexión sin usar juzgamientos o desconfianza, los cuales pueden mostrar errores dentro de la identificación de las concepciones. La correcta aplicación del diagnóstico se ve reflejada en la precisión de las ideas preconcebidas de los estudiantes de las instituciones San Juan de Ávila y Colegio Agustín Nieto Caballero.
- La recolección e interpretación en el diagnóstico refleja las concepciones alternativas identificadas que poseen en común estudiantes de grado 8 en dos diferentes instituciones, como: cualquier movimiento produce calor, cualquier dispositivo que use energía es una máquina térmica, y la transferencia de calor ocurre solo por contacto, las cuales muestran una comprensión limitada sobre la energía, trabajo y calor aspectos que permitieron desarrollar una secuencia didáctica única de acuerdo a las intenciones en la clase de física, además influye en su propia elaboración y construcción de la Heat Wizard.

- El diseño y uso de la Heat Wizard se convierte en una herramienta que busca fortalecer las habilidades de pensamiento trabajadas en la investigación (analizar, comprender y relacionar), de modo que los estudiantes analicen su funcionamiento (fenómenos térmicos y mecánicos) para comprender los conceptos detrás de ella (calor - trabajo) y con esto poder relacionarla a sus experiencias cotidianas y el entorno.
- La Heat Wizard se convierte en una herramienta que potencializa la construcción de artefactos e instrumentos de ciencias, cuya relación directa está dada a la propia experimentación, el participar y el manejo científico que recae en este tipo de instrumentos. Demostrando así que no se requiere de materiales sofisticados, pero sí una manipulación rigurosa y comprometida para la elaboración de este.
- La identificación y construcción de un diagnóstico permitió establecer las estrategias necesarias que buscan promover un aprendizaje capaz de nutrir y transformar las concepciones alternativas erróneas, como: cualquier movimiento produce calor, cualquier dispositivo que use energía es una máquina térmica, y la transferencia de calor ocurre solo por contacto.
- La secuencia didáctica caracterizada para cada institución fortalece los procesos de enseñanza en los conceptos termodinámicos, como calor, trabajo, energía, transferencia de calor y máquinas térmicas porque a partir de las actividades planeadas los estudiantes nutren sus concepciones alternativas, intentando establecer una mejor versión en sus propias definiciones.
- Se espera que los docentes interesados en la explicación de fenómenos térmicos y mecánicos hagan uso de la secuencia didáctica y la Heat Wizard con el fin de fortalecer los procesos de enseñanza aprendizaje y facilitar la comprensión de los conceptos que están a la base las máquinas térmicas.

## Referentes Bibliográficos

- Acuña, M. (2017). *Aprendizaje por Proyectos: Resolviendo y construyendo juntos*. Obtenido de [https://www.evirtualplus.com/aprendizaje-por-proyectos/#Rol del docente en el aprendizaje por proyectos](https://www.evirtualplus.com/aprendizaje-por-proyectos/#Rol%20del%20docente%20en%20el%20aprendizaje%20por%20proyectos)
- Aguilar-Olivera, A. G., López-Cruz, C. I., Monroy-Anaya, G. F., & Pérez-León, J. M. (2023). *Máquinas térmicas. Tepexi: Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río*, 10(19), 47-50. Recuperado de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/issue/archive>
- Antón Boza, J. L., Andrés Cabrerizo, D. M., & Barrio Pérez, J. (2008). *Física y Química 4 ESO*. Toledo: Editex.
- Arce Urbina, M. E. (2002). *El valor de la experimentación en la enseñanza de las ciencias naturales. El taller de ciencias para niños de la sede del atlántico de la universidad de Costa Rica: una experiencia para compartir*. Revista Educación, 147-154.
- Ayala M, M. M. (2006). *Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos*. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. Pro-PosiÁtes, 19-37.
- Barriandos, A. L. (2023). *Observar clases de matemáticas y retroalimentar a los profesores usando Promate*. Fondo Editorial Universitario.
- Bolívar Torres, M. T., & Lamar Rodríguez, K. L. (2018). *Aprendizaje basado en proyectos: estrategia pedagógica que posibilita el aprendizaje de la primera ley de la termodinámica* (Tesis de Pregrado). Medellín: Universidad de Antioquia.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. Heinemann.
- Carretero, M. (2017). *Constructivismo y educación: Teoría y práctica*. Editorial Morata.
- Carpi, A., & Egger, A. (2008). Visionlearning. Recuperado el Estados Unidos, de *Métodos de la investigación. La Experimentación en la investigación Científica*: <https://www.visionlearning.com/es/library//49/La-Experimentaci%C3%B3n-en-laInvestigacion-Cient%C3%ADfica/150/reading>
- Cecil, W. (1997). *Historia de la ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión*. Madrid: TECNOS, S.A.
- Cervo, A., & Bervian, P. (1980). *La investigación: Nociones generales*. En A. Cervo, & P. Bervian, *Metodología Científica* (pág. 137). Bogotá: McGraw-Hill Interamericana, S.A

- Coll, C. (2013). *Psicología de la educación y prácticas educativas*. Editorial Graó
- Córdoba Arévalo, C., & Téllez Mena, R. (Eds.). (2016). *Investigación-acción en contextos educativos*. Universidad Estatal a Distancia.
- Cuéllar López, Z. (2009). *Las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia*. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-10.
- DeissyT1. (2014, 9 de octubre). *Fenomenología*. SlideShare.  
<https://es.slideshare.net/deissy1/fenomenologia-41319979>
- Díaz Barriga, Á. (2013). *Secuencia de aprendizaje. ¿Un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas? Profesorado*. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 17(3), 11-33.
- Díaz Barriga, F. (2016). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista*. McGraw-Hill.
- Díaz, M., Escalona, M., Castro, D., León, A., & Ramírez, M. (2013). *Metodología de la Investigación*. México: Trillas
- Domínguez, J. M., De Pro Bueno, A., & García, E. (1998). *Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura: Un estudio transversal*. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 461-475
- Duarte, J. (2018). *La investigación-acción como estrategia de formación docente*. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 1-10.
- Fernández, E. (2018). *Eso no estaba en mi libro de Historia de las Ciencias*. Córdoba (España): Editorial Almuzara.
- Fordham University. (2023). *Documents from the History of the Modern World*.
- Forster, P. M., et al. (2007). "Light Emission from Burning Candles." *Physical Review Letters*, 98(17), 178701.
- Forero Díaz, S. M. (2014). *Sadi Carnot y la Segunda ley de la termodinámica: La historia de la Ciencia como pedagogía natural* [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional.
- Fromm, E. (1968). *The revolution of hope: Toward a humanized technology*. Harper & Row.

- García Colín, L. S. (s. f.). De la máquina de vapor al cero absoluto (calor y entropía). Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE). Recuperado de <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/05/htm/maqvapor.htm>
- García Martínez, Á., & Izquierdo Aymerich, M. (2014). Contribución de la historia de las ciencias al desarrollo profesional de docentes universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 265-281. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.758>
- Giri, L. (2020). *Máquinas térmicas desde la antigüedad al siglo XVII: Análisis histórico desde la filosofía de la técnica*. *Llull*, 43(87), 29-44. <https://doi.org/10.47101/llull.2020.43.87.02>
- Goldman, S. R., & Pellegrino, J. W. (2015). *Research on learning and instruction: Implications for curriculum, instruction, and assessment*. *Educational Psychology Review*, 2(1), 33-41. [https://www.researchgate.net/publication/282427461\\_Research\\_on\\_Learning\\_and\\_Instruction](https://www.researchgate.net/publication/282427461_Research_on_Learning_and_Instruction)
- González Maura, V. (2008). *La educación de posgrado en la formación de competencias profesionales*. *Perfiles Educativos*, 30(120), 8-23. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14042022002>
- González, F. (2023). *Investigación-acción participativa liderada por jóvenes para la construcción de la paz [Informe]*. United States Institute of Peace.
- Gottberg de Noguera, E., Noguera Altuve, G., & Noguera Gottberg, M. A. (2012). *El aprendizaje visto desde la perspectiva ecléctica de Robert Gagné y el uso de las nuevas tecnologías en educación superior*. *Universidades*, (53), 50–56. Unión de Universidades de América Latina y el Caribe.
- Hernández, A. (s.f.). *Las competencias básicas: Implicaciones para la enseñanza y el aprendizaje*. Asociación de Docentes de Enseñanza Primaria de la República Argentina (ADEEPRA). [https://www.adeepra.org.ar/congresos/Congreso%20IBEROAMERICANO/COMPETENCIASBASICAS/RLE3304\\_Hernandez.pdf](https://www.adeepra.org.ar/congresos/Congreso%20IBEROAMERICANO/COMPETENCIASBASICAS/RLE3304_Hernandez.pdf)
- Hernández, R. (2014). *Metodologías de la investigación*. México: mcgraw-hill / interamericana editores, s.a. de c.v.
- Holton, G. (1989). *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas* (2da ed., corregida y revisada). Editorial Reverté, S. A.

- Ibarrola García, S. (2009). *El desarrollo de competencias emocionales en los adolescentes*. Revista de Educación, (349), 117-136. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2941198.pdf>
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (2018). *El método de proyectos como técnica didáctica*. México.
- Isidoro, J. (2019). *Title of the document*. UPM.  
<http://webserver.dmt.upm.es/~isidoro/bk3/History.pdf>
- Jaramillo Suárez, M. (2011). *Estudio del impacto de los conceptos fundamentales de la termodinámica en el desarrollo de la máquina térmica y el surgimiento de la Revolución Industrial* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Colombia.
- Jou, D. (1987). *El desarrollo de la termodinámica en el XIX*. En Real Academia de Ciencias Exactas y Naturales, *Curso de conferencias sobre historia de la física siglo XIX* (pp. 11-40). Madrid.
- Joule, J. P., & Faraday, M. (1850). *On the mechanical equivalent of heat*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 140, 61-82.  
<https://doi.org/10.1098/rstl.1850.0004>
- Kasten, F., & C. H. Young. (1989). *"Revised optical air mass tables and approximation formula."* *Applied Optics*, 28(15), 2112-2115.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *El camino de la investigación-acción*. Barcelona: Laertes.
- Levy, D. (1998). *The New industrial revolution: How the future of manufacturing will transform our world*. Archive.org.
- Malagón Sánchez, J. F., Ayala, M. M., & Sandoval Osorio, S. (2013). *Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: Un sentido para la enseñanza de las ciencias*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Marín Oviedo, G. (2017). *Enseñanza de máquinas térmicas mediante el enfoque CTS*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Marquès Graells, P. (2001). *El aprendizaje: Requisitos y factores. Operaciones cognitivas y rol de los estudiantes*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Maurizio, A. (1932). *Histoire de l'alimentation végétale depuis la préhistoire jusqu'à nos jours*. Traducido por F. Gidon. París: Payot.

- Mason, S. F. (1953). *Historia de las ciencias 2: Del siglo XVIII al XX* (p. 231). Editorial Titivillus.
- Meléndez Reyes, K. J., & López Flores, Y. (2020). *Errores conceptuales de Calor y Temperatura que poseen los libros de texto de Física, utilizados por los docentes en la planeación didáctica y su incidencia en el aprendizaje de los estudiantes de tres centros educativos*. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2004). *Estándares Básicos de Competencias*. Colombia: Espantapájaros Taller.
- Macedo de Burghi, B., & Soussan, G. (1985). *Estudio de los conocimientos pre-adquiridos sobre las nociones de calor y temperatura en alumnos de 10 a 15 años*. Investigación y experiencias didácticas en la enseñanza de las ciencias, 83–90.
- Montero, B., Muñoz, D., Broce, L., Tejada, M. E., Quezada, R., & Espinosa, S. (2015). *Reactivos de pruebas objetivas: Verdadero y falso* (Trabajo grupal n° 2). Universidad Especializada de las Américas.
- Morcillo Molina, C. (2015). *La experimentación en la enseñanza de las Ciencias para docentes en formación inicial: un caso en microbiología*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Newton, I. (1687). *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. Royal Society. Recuperado de <https://plato.stanford.edu/archives/win2017/entries/qm-principia/>
- Ortegón, L., & Castiblanco, N. (2019). *Concepciones alternativas de los estudiantes de la Escuela Normal Superior Distrital María Montessori del grado 902 en torno al concepto de ecosistema*. Bio-grafía, 348-360.
- Peña Dix, B. (2012). *Exploraciones sobre el aprendizaje de lenguas y contenidos en programas bilingües: Una indagación en la escuela primaria*. Ediciones Uniandes.
- Peña Medina, C. J. (2018). *Unidad didáctica para la enseñanza aprendizaje de los conceptos fundamentales de la termodinámica dirigida a estudiantes de grado octavo*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Pérez Tamayo, M. (2017). *La influencia del contexto sociocultural en las concepciones científicas de los estudiantes*. Editorial Universitaria.
- Pérez, J. A., & Gómez, M. T. (2007). *La investigación-acción como estrategia para mejorar la calidad de la educación médica*. Educación Médica Superior, 21(4), 325-332

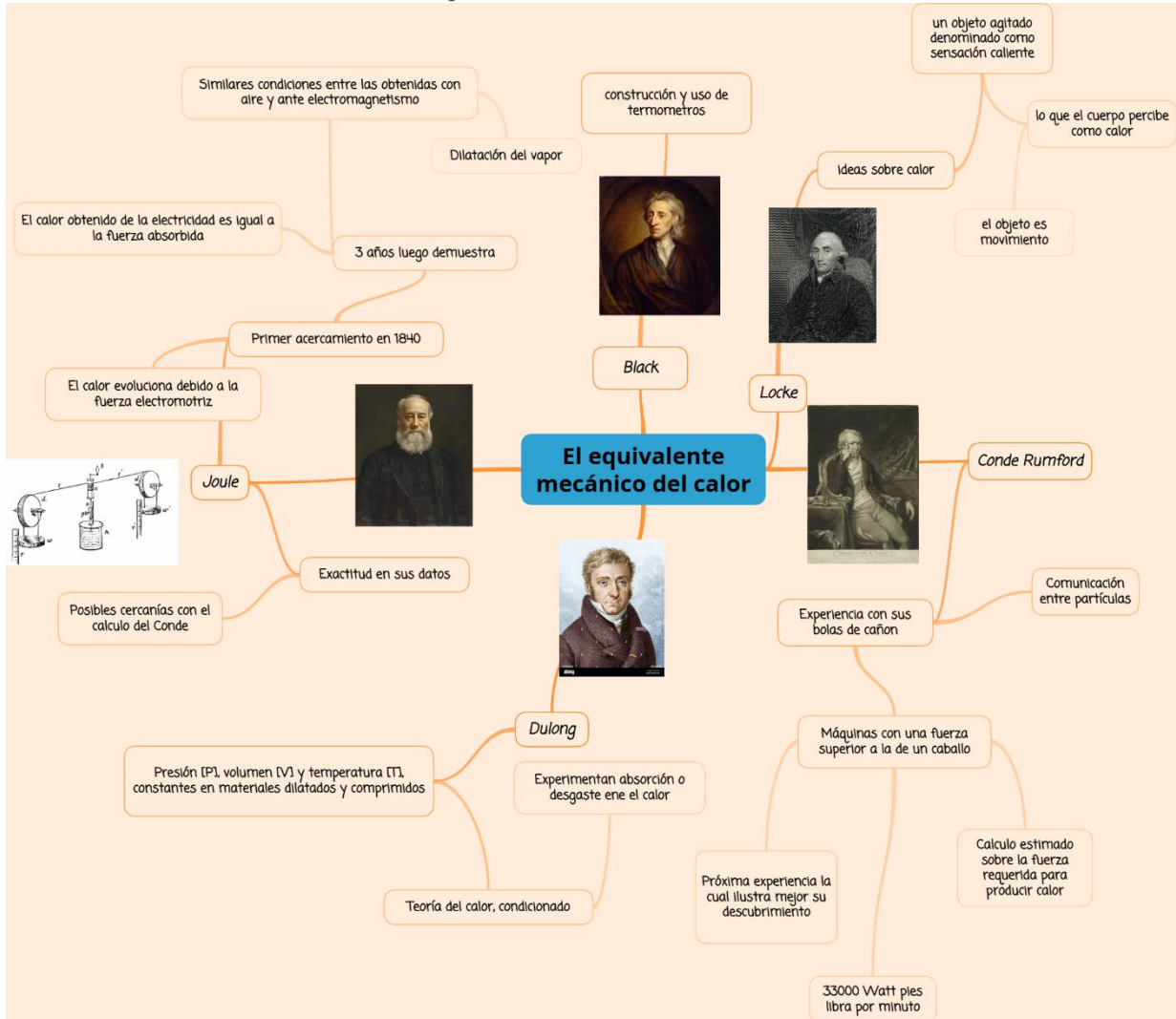
- Pérez, M. A., & García, J. L. (2020). *Construyendo conocimiento científico en el aula: una experiencia de investigación-acción en la enseñanza de la termodinámica*. Revista Iberoamericana de Educación, 82, 1-15.
- Perilla Triana, L. E. (2013). *Movimiento y Calor: una transformación fenomenológica en la enseñanza de las ciencias naturales*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Piaget, J. (1950). *The Psychology of Intelligence*. Routledge & Kegan Paul.
- Pozo, J. I. (2014). *Aprendices y maestros: La psicología cognitiva del aprendizaje*. Alianza Editorial.
- Pulido, J. P., & Rodríguez, M. D. (2015). *Caracterización del Subsuelo Utilizando el Método Geofísico de Refracción por Microtremores Remis para Segmento de la Avenida Circunvalar y Parque Central Simón Bolívar*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Quintana, L. (2006). *Métodos y Técnicas de Investigación I*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Redondo Moralo, F., & Cañada Cañada, F. (2016). Concepciones alternativas de alumnos de segundo y tercer ciclo de primaria sobre el sistema Sol-Tierra-Luna. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, 46(1), 147-174.  
<https://www.redalyc.org/journal/270/27044739007/html/>
- Reif, F., & Larkin, J. (1994). *El conocimiento científico y el cotidiano: comparación e implicación para el aprendizaje*. Pennsylvania: Comunicación, lenguaje y Educación.
- Restrepo Gómez, B. (2004). *La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico*. Educación y Educadores, 7, 45-55.
- Restrepo Gómez, B. (2004). *La investigación-acción educativa y la construcción del saber pedagógico*. Educación y Educadores, 7, 45-55. Universidad de La Sabana, Cundinamarca, Colombia
- Rincón-Gallardo, S. (2020). *Liberating Learning: Educational Change as Social Movement*. Routledge.
- Riveros, H. (1995). *El papel del laboratorio en la enseñanza de la Física en el nivel medio superior*. Perfiles Educativos, No.68.
- Riveros, H. (2000). Para el profesor. En H. Riveros, *Experimentos impactantes I: Mecánica y Fluidos* (págs. 11-24). México: Trillas.

- Rolle, K. (2006). *Termodinámica*. México: Pearson Education.
- Rosen, R. (1998). *Thermal Radiation Heat Transfer*. Taylor & Francis.
- Salinas Cardona, D. L. (2018). 1. *Análisis de corte histórico para la recontextualización del trabajo de Carnot, acerca de la máquina térmica, en la enseñanza de la termodinámica*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Sánchez Jaramillo, L. F. (2005). La historia como ciencia. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (Colombia), 1(1), 54–82. Universidad de Caldas.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134116845005>
- Savery Steam Engine, (1698). *Institute of Human Thermodynamics and IoHT Publishing Ltd. (n.d.)*. Recuperado de <http://www.humanthermodynamics.com/HT-history.html#element59>
- Sears, F. W., & Salinger, G. L. (1978). *Termodinámica, teoría cinética y termodinámica estadística*. Barcelona: Editorial Reverté S.A.
- Stevenson, W. (1903). *A dictionary of national biography*. Archive.org.
- Stiefvater, E. (2018). *Using Project-Based Blended Learning to Engage Career and Technical Education Students*. Education Northwest.
- TED. (2015). *Your body language may shape who you are | Amy Cuddy* [Video]. YouTube.  
<https://www.youtube.com/watch?v=IZxDdbUwBo>
- Tipler, P. A. (1995). *Física*. New York: Editorial Reverté.
- Tippens, P. E. (1987). *Física, Conceptos y Aplicaciones*. México: Mc Graw Hill.
- Thompson, B. (1798). An experimental enquiry concerning the source of the heat which is excited by friction. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 88, 80–102.  
<https://doi.org/10.1098/rstl.1798.0006>
- Universidad de Antioquia y el Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje*. Colombia: Panamericana Formas E Impresos S.A.
- Valenzuela, J. (2019). *Pedagogía crítica y educación popular en América Latina*. Siglo XXI Editores.
- Valenzuela, J. (2008). *Habilidades de pensamiento y aprendizaje profundo* [Videoconferencia organizada por la Escuela de Psicología de la Universidad Austral de Chile]. Iberoamericana de Educación, 1-9.

- Vélez Van Meerbeke, A., & Roa Carrillo, C. E. (2019). *Determinantes de la calidad de la educación básica y media en Colombia: Evidencia para los colegios oficiales. Cuadernos de Economía*, 38(78), 401-435.
- Vilches Encina, S. (2015). *¿De qué tratan las Habilidades de Pensamiento Científico? (M. y. Departamento de Evaluación, Entrevistador)* Chile: Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educativo. Obtenido de ¿De qué tratan las Habilidades de Pensamiento Científico?: <https://demre.cl/noticias/2015-08-13-pensamiento-cientifico-sara-vilches>.
- Villamil Beltran, N. (2017). *La Analogía Máquina Térmica e Hidráulica, y su uso en la Enseñanza de la Física*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Wikipedia. (2024). *History of the steam engine*. Wikipedia.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_the\\_steam\\_engine#cite\\_note-Johnson\\_2008-13](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_steam_engine#cite_note-Johnson_2008-13)
- Wikipedia. (2024). *Newcomen atmospheric engine*. Wikipedia.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Newcomen\\_atmospheric\\_engine](https://en.wikipedia.org/wiki/Newcomen_atmospheric_engine)
- Wikipedia. (2024). *Revolución Industrial*. Wikipedia.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Revoluci%C3%B3n\\_Industrial](https://es.wikipedia.org/wiki/Revoluci%C3%B3n_Industrial)
- Wikipedia. (2024). *Thomas Newcomen*. Wikipedia.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Thomas\\_Newcomen](https://es.wikipedia.org/wiki/Thomas_Newcomen)

Anexo

**Anexo 1**  
**Memorias de James Prescott Joule**  
*Esquema del texto de Joule*



## Anexo 2

### *Radiografía Institucional: Explorando el Entorno Educativo*

Para llevar a cabo esta iniciativa, se realizó una caracterización detallada y configurada de acuerdo con el libro *Observar clases de matemáticas y retroalimentar a los profesores usando Promate*, en el que Barriendos, A. L. (2023) ofrece estrategias relevantes para la construcción de diagnósticos. El proceso de caracterización incluyó un análisis exhaustivo del contexto socioeconómico de los estudiantes, sus características académicas y las particularidades del entorno escolar.

Se evaluó la infraestructura disponible, con especial énfasis en los recursos físicos y tecnológicos necesarios para el desarrollo de las actividades prácticas, así como la adecuación de los espacios para la implementación de nuevas estrategias didácticas. A continuación en la tabla 1A. Radiografía educativa se presenta una orientación general sobre cómo fueron diseñados y elaborados los parámetros pues se consideró los hallazgos investigativos contemplados por Peña Dix, B. (2012) en su libro *Exploraciones sobre el aprendizaje de lenguas y contenidos en programas bilingües: Una indagación en la escuela primaria*, así como algunas consideraciones necesarias que son indispensables para completar y cumplir con la intención de construir la identidad de las instituciones.

Todos los detalles de la caracterización, así como el análisis contextual y las recomendaciones específicas para cada colegio, se detallada a continuación, en la tabla 1B Radiografía educativa en el Colegio Agustín Nieto Caballero y tabla 1C Radiografía educativa en el Colegio San Juan de Ávila donde describe las condiciones influyentes en la propuesta educativa y su integración en el currículo de física.

Institución 1:

Tabla 2. Radiografía educativa en CANC

<i>Parámetros</i>	<i>Instituciones educativas</i>
<i>Nombre de la institución.</i>	Colegio Agustín Nieto Caballero
<i>Contexto sociocultural</i>	Colegio de calendario B, campestre ubicado a las afueras de Bogotá, Carretera Central del Norte, KM 14 / Chía – Cundinamarca. Este colegio busca promover el desarrollo del ser desde un enfoque humanista, y potenciar las capacidades de cada estudiante desde un enfoque constructivista. Las familias y estudiantes que hacen

<i>Características del grupo de estudiantes</i>	parte del colegio oscilan entre los estratos 4, 5 y 6, algunos de ellos residen dentro de la capital y otros en la Sabana Norte.
<i>Contenidos enseñados</i>	El colegio se organiza en ciclos, según la etapa de desarrollo de los estudiantes. El ciclo IV incluye a los alumnos de los grados 7, 8 y 9, con un máximo de 14 estudiantes por grupo. En este ciclo, los estudiantes deben elegir uno de los tres énfasis disponibles: Ciencias Naturales, Ciencias Sociales o Artes y Humanidades, según sus intereses personales. Para esta investigación, se trabajará con el grupo de estudiantes del ciclo IV que han elegido el énfasis en Ciencias Naturales. Este grupo se distingue por su pasión por la lectura, su interés por la naturaleza y el mundo físico, así como por su entusiasmo en la realización de experimentos y proteger su entorno. La estructura de las clases es semestral [16 semanas], al aplicar la herramienta los estudiantes estuvieron trabajando durante 3 horas semanales en la clase de física alrededor de los conceptos de termodinámica, escalas de temperatura, expansión térmica, calor y máquinas térmicas.
<i>Recursos disponibles</i>	El colegio cuenta con recursos digitales necesarios, esto quiere decir, computadores, impresoras, video beam, etc., así como los dispositivos digitales personales de los estudiantes, haciendo que la inclusión de las TIC sea más sencilla.

Institución 2:

Tabla 3. Radiografía educativa en CSJA

<i>Parámetros</i>	<i>Instituciones educativas</i>
<i>Nombre de la institución.</i>	Colegio San Juan de Ávila
<i>Contexto sociocultural</i>	Colegio de carácter privado tradicional, con doctrina de la iglesia católica, ubicada Carrera 100B # 75B - 05, en la localidad número 10 al occidente de Bogotá. La institución establece la formación de los estudiantes en valores, que se apropian y construyen en un proceso de interacción socio afectiva, cuyo fin es el bienestar comunitario, el crecimiento personal y la formación ética de los integrantes de la comunidad educativa.
<i>Características del grupo de estudiantes</i>	El grupo está conformado por aproximadamente 20 estudiantes de grado 8°, distribuidos entre 6 hombres y 14 mujeres, una de ellas con un Plan Individual de Ajustes Razonables (PIAR) y un Proyecto Educativo Personalizado (PEP). La infraestructura de la institución limita la rotación de los estudiantes y no cuenta con un espacio de esparcimiento propio, por lo que deben utilizar un parque público cercano. Para el año 2024 el horario académico se manejó por días rotativos, los días 2 tenía clase de física con 8. A pesar de estas limitaciones, es un grupo dócil y con grandes habilidades. Se destacan por su pasión por la historia y la lectura, y mantienen lazos de comunicación sólidos, especialmente entre las mujeres, quienes en su mayoría han estudiado juntas desde la primaria. Los procesos matemáticos son fundamentales en la institución, que tiene un enfoque empresarial.
<i>Contenidos enseñados</i>	Desde 2022, la asignatura de Física ha contado con un profesor de tiempo completo, lo que ha brindado continuidad a los procesos académicos, a diferencia de años anteriores en los que se presentaron varios cambios de docentes. La institución divide su año escolar en 4 periodos cada uno con aproximadamente 11 semanas, en particular las clases de física constan de 2 horas semanales, los estudiantes para segundo y tercer periodo trabajaron alrededor de los siguientes conceptos: temperatura, calor, trabajo, energía térmica, máquinas térmicas y eficiencia.

*Recursos  
disponibles*

El colegio cuenta con computador y video beam en cada salón de uso estrictamente del docente, poseen una sala de cómputo con 11 computadores los cuales deben compartir en parejas a la hora de querer trabajar y depende los espacios pues estos son compartidos con los estudiantes de primaria. El acceso a recursos físicos (copias) era limitado.

### Anexo 3

#### *“Mapa de exploración; Ruta para Identificar las Concepciones Alternativas”*

##### *Modelo exploratorio*

Para identificar las concepciones alternativas que los estudiantes de las instituciones poseen sobre los temas clave como la temperatura, el calor, la energía interna, la relación entre calor y trabajo, y las máquinas térmicas. Estas ideas a menudo no coinciden con las explicaciones científicas y este tipo de controles no son comunes en el aula, pues afectan la comprensión de los estudiantes sobre los fenómenos físicos.

Para reconocer las concepciones alternativas, se empleó un formato de observación siguiendo las recomendaciones planteadas por Coll (1998), pues es fundamental que el formato sea claro y estructurado. Esta organización permitió recoger y analizar datos precisos, facilitando el proceso de enseñanza aprendizaje.

El instrumento fue usado y seleccionado para las clases de física según las instituciones educativas, tuvo especial atención a las interacciones estudiante - docente, se evaluó la forma de expresar sus ideas o gestos comunes. Estas exploraciones se usaron para identificar y clasificar las concepciones alternativas iniciales, pues esta herramienta consolida la información obtenida en las exploraciones. Se usó en el Colegio San Juan de Ávila (SJA) con estudiantes de octavo grado y en el Colegio Agustín Nieto Caballero (CANC) con estudiantes de ciclo IV. Esta primera exploración en el aula sirvió como punto de partida para elaborar y construir un instrumento adicional, cuestionarios tipo diagnóstico.

#### *“Descubriendo Ideas” Exploración en CSJA*

**Nombre del observador:** Julieth Nathalia Rodríguez Cuéllar

**Fecha de la observación:** jueves, 7 de marzo 2024

**Sesión:** Uno

**Hora observada:** 11:00 – 12:50

**Tema:** Energía y Temperatura.

**Duración de la clase:** 110 min

**Profesor:** Julieth Nathalia Rodríguez Cuéllar

**Número de estudiantes:** 15 estudiantes

**Objetivo de la exploración:** Comprender y analizar el comportamiento de la temperatura y las diferentes formas de energía, recordando los conceptos fundamentales sobre su naturaleza y clasificación.

#### *1. Estructura General de la Clase*

Tabla 4. Descripción general de la clase explorada

Aspecto	Descripción	Percepción
Inicio de la clase	Al iniciar la clase sobre temperatura y energía la docente preguntó si "¿Alguna vez han notado cómo se siente el aire más frío por la mañana y más cálido al mediodía?", ella comparte una experiencia personal: "Cuando salgo de mi cuarto hacia el baño, a menudo percibo un cambio de temperatura en mis piernas debido a la diferencia entre el aire interior y el exterior." La docente continuó con otro ejemplo como: ¿Han notado cómo se calienta una cuchara al dejarla dentro de una taza caliente? Este es un claro ejemplo de cómo la energía térmica se transfiere de un objeto caliente a otro más frío." Recordó a los estudiantes que "cuando encendemos una estufa para cocinar o tomamos un baño con agua caliente, estamos utilizando diferentes formas de energía." Para profundizar, el docente preguntó: "¿Sabían que hay varios tipos de energía?"...	La introducción a la clase logró captar la atención de los estudiantes desde el principio. El docente utilizó ejemplos y situaciones personales que fueron relevantes para los alumnos, lo que facilitó su conexión. Preguntas como "¿Alguna vez han notado cómo se siente el aire más frío por la mañana?" invita a los estudiantes a pensar sobre sus propias experiencias, promoviendo participación e intercambio de ideas.
Explicación del docente	La docente planteó preguntas para incentivar el intercambio de ideas entre los estudiantes sobre la temperatura, luego los dividió en pequeños grupos para que trabajaran sobre la representación de algunas situaciones similares. Inició mostrando y preguntando: "¿Cómo sabemos si tenemos fiebre? (mostró una imagen de persona con cara de enfermo y un termómetro", lo que los llevó a pensar sobre la medición de la temperatura corporal. Luego se habló sobre las escalas de temperatura "un horno (mostró una imagen de un horno digital donde se observa como gradúa la temperatura)", aclarando que se mide en grados Celsius (°C) o Fahrenheit (°F), y la importancia de conocer estas escalas al cocinar. Finalmente, preguntó: "¿A qué temperatura hierve la leche?", generando respuestas variadas que llevaron a discutir la temperatura de ebullición de los líquidos.	La docente, usa como recurso visual imágenes y diversas preguntas que derivan al intercambio, pero convergen en respuestas alejas a las esperadas, desviando la mirada a aspectos poco relevantes. Las preguntas y respuestas no solo incentivaron el diálogo en clase, sino que también ayudaron al docente a identificar donde los estudiantes necesitan más aclaraciones y conexiones con los conceptos de clase.
Interacción entre estudiantes y profesor	Los estudiantes participan activamente durante la clase. Respondieron las preguntas planteadas por la profesora, algunas respuestas no estaban alineadas con el tema. Estaban dispuestos a participar, pero necesitaron en varias ocupaciones orientación más claras para formular respuestas más precisas. Los estudiantes parecen hacer preguntas que se relacionan con su vida personal sobre la fiebre y el uso del horno. Esto muestra que intentan conectar la teoría con ejemplos prácticos.	La interacción entre los estudiantes y el profesor se considera positiva. Al utilizar ejemplos cotidianos, como la fiebre y la cocción de alimentos, ayudó a los estudiantes a identificar rasgos sobre la temperatura y energía con su entorno.
Dinámicas de la clase	Se distribuyó la discusión en grupos pequeños, cada uno realizaba ejemplos con dibujos de alguna situación similar a las mencionadas. Los estudiantes discutieron entre ellos sobre ejemplos cotidianos del tema, lo que les permitió compartir ideas y aclarar conceptos. Algunos estudiantes que inicialmente dudaban se sintieron más cómodos al expresar sus opiniones en un ambiente colaborativo, luego se realizó una evaluación verbal donde explicaban su situación y cuál era el concepto por examinar.	La dinámica de la clase fue interactiva y participativa, la docente inició la sesión planteando preguntas que incentivaron la reflexión y la conexión de los estudiantes con su vida cotidiana. La clase fomentó la colaboración, ya que las preguntas generaron un intercambio de ideas y comentarios entre ellos. A pesar de que hubo confusiones en algunas respuestas, la interacción permitió a la profesora identificar donde se requiere más atención y aclaración.

## 2. Concepciones Alternativas Identificadas

### Concepción 1: Medición de la Temperatura

Tabla 5. Identificación de concepciones alternativas - Medición de la Temperatura

Situación	Respuesta o comentario del estudiante	Concepción alternativa observada
La docente planteó algunas preguntas para fomentar la contextualizar y resaltar las experiencias de los estudiantes sobre el tema de la temperatura. Comenzó preguntando: "¿Cómo sabemos si tenemos fiebre?"	Un estudiante contesta: "Podemos saber si tenemos fiebre porque nos sentimos mal." Esta respuesta muestra que el estudiante relaciona la fiebre más con la sensación de malestar que con una medición objetiva de la temperatura.	Esta confusión podría llevar a malentendidos sobre la importancia de utilizar un termómetro además el termómetro no lo consideran como un dispositivo térmico.

### Concepción 2: Temperatura y Energía

Tabla 6. Identificación de concepciones alternativas - Temperatura y Energía

Situación	Respuesta o comentario del estudiante	Concepción alternativa observada
La profesora hizo una explicación sobre temperatura y energía, mencionó un ejemplo: "Cuando sacamos un helado del congelador, notamos que se derrite. Esto sucede porque el calor del ambiente se transfiere al helado, aumentando su energía térmica. Esto hace que cambie de estado" Entonces, ¿qué energías están presentes en esta situación?	Un estudiante comparte con la clase "Cuando hablamos de energía, creo que solo se trata de cosas que se mueven, como un vehículo en movimiento. No sé entonces qué relación tienen si la nevera es una cosa y el helado es otra, no entiendo, ¿puede ser la energía del calor?"	Algunos estudiantes podrían no relacionar la temperatura y las diferentes formas de energía. Aunque mencionaron ejemplos de energía, como la energía cinética y potencial, puede que no tengan claro cómo estas formas de energía se relacionan con otras.

## 3. Actitudes y Participación

Tabla 7. Percepción de participación en la observación

Aspecto	Percepción
<b>Diálogo de los estudiantes</b>	Los estudiantes participan activamente, contribuyendo con respuestas y comentarios cuando se les da la oportunidad, aunque a veces requieren de una motivación extra para hacerlo. En algunos casos, los estudiantes que poseen dudas suelen comentar aspectos más personales que propiamente de los temas específicos de clase.
<b>Interés en los temas</b>	Los estudiantes muestran curiosidad, realizan preguntas a partir de los ejemplos prácticos, para contribuir en su actividad grupal y poder relacionar conceptos, aunque algunas preguntas pueden ser superficiales.
<b>Retroalimentación</b>	Cuando se corregían, los estudiantes generalmente mostraron disposición a aceptar la nueva información y ajustar sus comentarios, aunque algunos necesitaron más tiempo para relacionar o atender a los cambios. En ocasiones mostraron duda, pues denotaban que era la misma explicación que ellos habían especificado.

## 4. Reflexión Final

Los hallazgos de la clase ponen en evidencia que los estudiantes tienen conocimientos variados sobre temperatura y energía, pero también presentan concepciones alternativas que podrían dificultar su comprensión. Se considera que esto fortaleció a estar en un ambiente donde los estudiantes se sientan cómodos al hacer preguntas y expresar sus pensamientos o experiencias.

- Concepciones alternativas identificadas:
  1. La importancia de utilizar un termómetro, ya que no lo consideran como un dispositivo térmico.

2. Algunos estudiantes podrían no relacionar la temperatura y las diferentes formas de energía. Aunque mencionaron ejemplos de energía, como la energía cinética y potencial, puede que no tengan claro cómo estas formas de energía se relacionan con otras.

- Acciones en la comprensión de los estudiantes:

Realizar experimentos que evidencie la relación entre temperatura y energía u observar cómo cambia la temperatura en la transferencia de calor.

*“Perspectivas Inéditas” Exploración en CANC*

**Nombre del observador:** Julieth Nathalia Rodríguez Cuéllar

**Fecha de la observación:** jueves, 17 de agosto de 2023

**Sesión:** Uno

**Hora observada:** 8:00 - 9:30 a.m.

**Tema:** Máquinas Térmicas “motor de Stirling” - Calor - Eficiencia

**Duración de la clase:** 90 min

**Profesor:** Didier Stiven Figueredo Rodríguez

**Número de estudiantes:** 10 estudiantes.

**Objetivo de la exploración:** Identificar y comprender el funcionamiento del motor de Stirling en el contexto del proyecto final, e interpretar y relacionar los conceptos de temperatura, trabajo y máquinas térmicas en el dispositivo propuesto.

*1. Estructura General de la Clase*

Tabla 8. Descripción general de la clase observada.

Aspecto	Descripción	Percepción
Inicio de la clase	El profesor inicia la clase en relación hacia el proyecto semestral "motor de Stirling" los estudiantes deben elaborar y desarrollar una propuesta haciendo uso de este dispositivo. El profesor menciona ejemplos que conectan con las ciencias naturales y en la resolución de problemas, como las cocinas a gas y los termos de café, por ejemplo; un termo funciona para mantener la temperatura de la bebida por medio de minimizar la transferencia de calor. El profesor realiza ejemplo similar con el motor de Stirling, mencionado que opera utilizando diferencias de temperatura al aislarlo para conservar el calor en su interior.	Los estudiantes mostraron interés y participación durante la introducción del tema, interactuando entre ellos para ayudar en la comprensión de esto. El profesor formuló preguntas para generar discusión y utilizar ejemplos que asemejan el comportamiento del proyecto. Sin embargo, se identificó la necesidad de incluir más ejemplos prácticos para reforzar la comprensión de las diferencias de temperatura en el funcionamiento del motor de Stirling. En general, la clase logró mantener el interés de los estudiantes, aunque es necesario trabajar en la aclaración de algunos conceptos.
Explicación del docente	El docente empleó un recurso visual una presentación sobre el motor y la aplicación de este, hizo uso de una presentación y un video de cómo hacer el motor de Stirling, este fue compartido y analizado en parejas para establecer de forma individual las dudas presentadas. Se discutió sobre los conceptos clave en las ciencias naturales.	La presentación fue clara y bien estructurada, permitiendo a los estudiantes seguir el hilo de la explicación de manera organizada, los mismos estudiantes hacen uso de la presentación para elaborar su pregunta. Por su parte, el video proporcionó una representación visual dinámica que complementó la información teórica, haciendo que los conceptos fueran más fáciles de asimilar.

Interacción entre estudiantes y profesor	Los estudiantes participaron haciendo preguntas y comentando sobre sus experiencias previas en experimentos pasados, haciendo uso de proyectos pasados. Se observa una colaboración constante entre pares, los más jóvenes preguntando insistentemente a los más grandes, donde los mayores guían a los más pequeños en la construcción de sus proyectos.	Se observa que los estudiantes participan de manera activa, haciendo preguntas y compartiendo sus experiencias previas como referencia. Este trabajo en equipo ayudó a que todos construyeran mejor sus preguntas o respuestas, el ambiente en el aula fue muy dinámico ya que la mayoría mostraban un interés alto.
Dinámicas de la clase	Se incluyen actividades grupales donde los estudiantes discuten sobre la problemática que abordarán en su proyecto semestral. También se realizó un experimento en el aula, que tenía como objetivo identificar la conductividad térmica con materiales como agua y parafina. Esto permitió a los estudiantes aplicar los conceptos aprendidos, mostrando entusiasmo, curiosidad y algo de claridad frente a su objetivo principal, el motor de Stirling.	El docente llevó a cabo una actividad grupal en la que los estudiantes discutieron sobre el proyecto semestral. Se habló sobre la eficiencia en el motor, a partir de la conductividad térmica de los materiales en el intercambio de calor, a partir de un experimento. Durante el experimento, los estudiantes mostraron interés y curiosidad. Avanzaron en relación con el motor de Stirling, aún se percibió la necesidad de aclarar para mantener el objetivo final.

## 2. Concepciones Alternativas Identificadas

### Concepción 1: Temperatura y Calor

Tabla 9. Identificación de concepciones alternativas - Temperatura y Calor.

Situación	Respuesta o comentario del estudiante	Concepción alternativa observada
Durante una discusión sobre qué es la temperatura, un estudiante menciona que "la temperatura es la que da que tanto calor tiene" El profesor toma la respuesta del estudiante como punto de partida y le pregunta: "¿Podrías explicar por qué piensas que la temperatura es la cantidad de calor? ¿Dame un ejemplo?".	Comenta un estudiante "la temperatura mide en grados por ejemplo en el celular se da el clima en °C, mientras que el calor es la energía que se transfiere entre cuerpos por ejemplo cuando yo me subo a la ruta y me arruncho con Sara mientras llegamos al colegio y tener el mismo calor porque estamos juntos". La mayoría de los estudiantes demuestran familiarizarse con las ideas del estudiante en relación con la idea de temperatura y calor.	Aunque los estudiantes intentan establecer una diferencia entre calor y temperatura, existe confusión ya que establece una relación de "compartir" en vez de mencionar transferir debido a la diferencia de temperatura de los cuerpos. Esto sugiere que necesitan profundizar en las diferencias entre ambos conceptos.

### Concepción 2: Trabajo

Tabla 10. Identificación de concepciones alternativas - Trabajo.

Situación	Respuesta o comentario del estudiante	Concepción alternativa observada
El profesor preguntó: ¿El calor genera trabajo? Entre todos buscaron un ejemplo relacionado con el exterior, "el motor de automóvil o una olla de presión. ¿Cómo creen que el calor que se genera en estos casos se utiliza para mover el vehículo o cómo se da la cocción de los alimentos?	Un estudiante responde que "el calor desaparece el gas usado para calentar la olla para convertirse en trabajo". Otro menciona que "el carro se caliente al moverse" y varios establecen relaciones similares y el docente dice, ¿en este caso "desaparece el movimiento", se detiene el carro por caliente? Un estudiante responde que "sí el carro se calienta mucho, empieza a fallar"	Los estudiantes tienen una noción de los conceptos de calor, energía y trabajo, pero no comprende completamente cómo se da ese cambio de convertibilidad, lo que los lleva a pensar que el calor "desaparece" al convertirse en trabajo. Este error se relaciona a considerarlos como sustancias que se consumen o se agotan.
En el experimento: conductividad térmica, se les pidió que relacionen el proceso de transferencia de calor a partir del trabajo mecánico en el motor de Stirling. Explicaron cómo el calor absorbido o liberado por los materiales podría generar trabajo mecánico en el objeto.	Un estudiante comentó: "El calor que pasa a través del material hace que el motor se empuje, pero no entiendo, ¿cómo es que el calor por sí solo puede convertirse en fuerza, el calor es qué objeto?" Varios estudiantes de la clase asientan con la cabeza lo mencionado por el compañero.	Los estudiantes aún presentan dificultad sobre el calor pues al parecer piensan que el calor es una sustancia a la hora de relacionarlo con el trabajo mecánico.

### Concepción 3: Máquinas Térmicas

Tabla 11. Identificación de concepciones alternativas - Máquinas Térmicas

Situación	Respuesta o comentario del estudiante	Concepción alternativa observada
En la presentación utilizada por el profesor, observar un diagrama del ingreso de una máquina térmica, un estudiante comenta que "estos dispositivos funcionan porque absorben calor y lo expulsan completamente".	Un estudiante comenta que "Yo sé que las máquinas térmicas comparten el calor y la energía para moverse. Sin embargo, no estoy seguro de cómo se mide qué tan bien hacen esto o cómo se repite el proceso de calor y trabajo."	Aunque los estudiantes entienden el funcionamiento general de las máquinas térmicas, carecen de una comprensión adecuada sobre la eficiencia y el ciclo de trabajo del calor, lo que los lleva a pensar que el calor se expulsa completamente después de su uso.

### 3. Actitudes y Participación

Tabla 12. Percepción de participación en la observación.

Aspecto	Percepción
<b>Diálogo de los estudiantes</b>	Los estudiantes contribuyeron activamente en las actividades, no solo respondiendo cuando se les preguntó directamente, sino también haciendo preguntas espontáneas relacionadas con el tema. A lo largo de la clase interactuaron, involucrándose tanto en las actividades grupales como en los experimentos. No se limitaron a responder únicamente cuando se les preguntó directamente, sino de manera voluntaria formularon preguntas y comentarios relacionados con la discusión. Reflejaron una buena actitud, demostraron interés en profundizar en los conceptos.
<b>Interés en los temas</b>	En varias ocasiones, durante las explicaciones y el desarrollo del experimento, mostraron deseo de saber más. Al plantear preguntas, algunos de ellos indagaban más allá de las explicaciones ofrecidas, conectando el tema con conocimientos previos. Las preguntas no se centraron en la ejecución del experimento, sino también en relación con el motor de Stirling. Este interés por comprender más a fondo muestra una disposición activa hacia entender cómo estos se interrelacionan en un contexto práctico.
<b>Retroalimentación</b>	Cuando se corrigieron sus concepciones alternativas, los estudiantes respondieron de manera abierta y dispuesta. A pesar de la confusión inicial sobre ciertos conceptos, como la relación entre calor y trabajo mecánico, mostraron interés en reforzar y continuar profundizando en el tema de forma autónoma.

### 4. Reflexión Final:

La clase observada fue un claro ejemplo de cómo la participación y la curiosidad de los estudiantes se transforma en un proceso dinámico y enriquecedor. A través de actividades grupales y experimentos prácticos, se evidenció que los estudiantes no solo buscan respuestas, sino que también están dispuestos a cuestionar y explorar conceptos más allá de lo superficial.

- Concepciones alternativas identificadas:
  1. Existe confusión al establecer la relación de “compartir” en lugar de “transferir”, debido a la diferencia de temperatura entre los cuerpos.
  2. Los estudiantes aún presentan dificultades para comprender el concepto de calor, ya que lo consideran una sustancia cuando lo relacionan con el trabajo mecánico.
  3. El funcionamiento general de las máquinas térmicas, carecen de una comprensión adecuada sobre la eficiencia y el ciclo de trabajo del calor, lo que los lleva a pensar que el calor se expulsa completamente después de su uso.
- Acciones en la comprensión de los estudiantes:
 

Utilizar analogías que relacionen conceptos complejos con experiencias cotidianas. Por ejemplo, comparar la transferencia de calor con la forma en que el agua caliente fluye a través de una tubería para ayudar a entender la conductividad térmica.

### Anexo 4

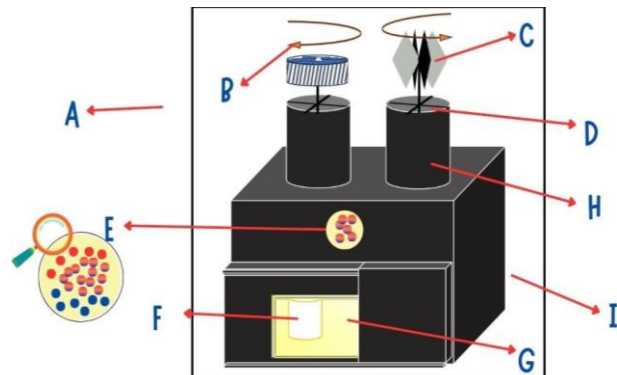
#### *Explorando Ideas: Diagnóstico de Concepciones en SJA*

*Este es un cuestionario sobre los conocimientos previos necesarios para el segundo periodo. Este no poseerá una calificación sino contará como firma acumulativa según los puntos obtenidos.*

Marca la hoja con tu nombre completo.

- 1) Lee cada enunciado, enumere la hoja reciclada suministrada y escriba con una "V" si consideras que es verdadero o con una "F" si consideras que es falso.
  - a) El calor siempre fluye de un objeto más caliente a uno más frío. (V/F)
  - b) La energía puede crearse o destruirse. (V/F)
  - c) Una máquina térmica convierte calor en trabajo mecánico. (V/F)
  - d) El movimiento siempre produce calor. (V/F)
  - e) Dos objetos en equilibrio térmico tienen la misma temperatura. (V/F)

- 2) Pega en la hoja la imagen que se entregó y etiqueta las partes (trabajo útil, foco de bajas temperaturas, foco de altas temperaturas, equilibrio térmico, fuelle de calor, convección, sistema, alrededor y transferencia de calor). A cada parte asigna una letra y al frente etiquétala con el nombre que considere.



*Imagen 34. Diseño de maquina Heat Wizard para responder pregunta de la sección 2. Imagen propia (2024)*

- 3) Dibuja un escenario donde se muestran los siguientes enunciados. Asegúrate de que el dibujo sea claro y detallado (por ejemplo, el enunciado, dos objetos de diferentes temperaturas lleguen a equilibrio térmico; el ejemplo puede ser una taza de café caliente y un cubo de hielo.

- a) La energía térmica se transfiere desde un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura.
- b) El calor puede ser convertido en trabajo y viceversa
- c) Dos objetos de diferentes temperaturas están en equilibrio térmico



Imagen 35. Taza de café frente a vaso [Imagen]. Última Hora. Última Hora. (2024)

- 4) Describe en tus propias palabras:
- a) ¿Qué pasa cuando algo se calienta?
  - b) ¿Cómo sentimos el calor?
  - c) A partir de las partes de la máquina mencionada anteriormente, haz memoria e intenta *definir con tus palabras alguna de ellas.*
- 5) Piensa en cómo usas la energía cada día. Con tus propias palabras realiza un ejemplo de cómo utilizas la energía en tus actividades diarias. *"La energía es lo que hace que las cosas se muevan, cambien o funcionen. Es como una fuerza que hace que todo trabaje"*
- ¿Cómo utiliza la energía en las actividades diarias?*
- 6) Describe un ejemplo en el que creas que usas una máquina térmica *"Una máquina térmica es como una máquina mágica que usa calor para hacer cosas"*
- a) ¿Dónde utilizas una máquina térmica en la vida diaria?
  - b) ¿Cómo utilizar esa máquina térmica?

**Anexo 5**  
**Análisis Explorando Ideas**  
*Diagnóstico de Concepciones Alternativas en Colegio SJA*

A continuación, se realiza un [análisis detallado](#) en torno a las respuestas dadas en el diagnóstico de concepciones alternativas titulado *Explorando Ideas* por los estudiantes de octavo grado en la clase de física del Colegio San Juan de Ávila, donde fue resuelto de forma manual e individual el día 27 de marzo de 2024. Este diagnóstico se divide por secciones entendiendo cada punto como una sola sección, la cual va a ser evaluada de forma diversa y con un rigor necesario de acuerdo con la intención de la sección a estudiar.

Análisis de preguntas:

**Sección 1:**

En la primera parte del cuestionario los estudiantes debían responder si era falso o verdadero el enunciado, se hará uso de una tabla la cual recopila el número de respuestas según los estudiantes y se mostrará las respuestas de esta sección correspondiente.

- A. El calor siempre fluye de un objeto más caliente a uno más frío. (V/F)
- B. La energía puede crearse o destruirse. (V/F)
- C. Una máquina térmica convierte calor en trabajo mecánico. (V/F)
- D. El movimiento siempre produce calor. (V/F)
- E. Dos objetos en equilibrio térmico tienen la misma temperatura. (V/F)

La tabla muestra una discriminación de respuestas recogidas de forma individual, haciendo una observación superficial del número de respuestas obtenidas.

*Tabla 13. Sección 1 [discriminación de enunciados]*

Preg.	# de resp	# de resp	Observación
Sec 1.	<b>FALSO</b>	<b>VERDA.</b>	A continuación, se realiza un comentario general y breve de las respuestas obtenidas de la sección.
A	3	16	De acuerdo con la respuesta se establece una tasa de acierto positivo en los temas sobre el comportamiento del calor, pues demuestran que la energía térmica va de los cuerpos que tienen una "alta" temperatura comparada con los cuerpos que tienen menor temperatura.
B	14	5	Se muestra una variación significativa en las respuestas, pues se hace necesario prestar atención en cómo están interpretando la energía, "se crea o se destruye" refleja una confusión grave ante un principio fundamental y significativo, donde se considera que esta debía estar más clara.
C	2	17	La mayoría de los estudiantes demuestran que no presentan dificultad al interpretar el comportamiento de una máquina térmica, ya que resalta que se convierte el calor en trabajo

			mecánico, haciendo muy positiva su respuesta para abordar los temas en clase.
<b>D</b>	2	17	Esta respuesta teniendo el nivel más alto en ser la respuesta incorrecta refleja una <i>alerta</i> , ya que posiblemente esto sea la interpretación de las experiencias con poca profundidad, estableciendo necesariamente incidir en la palabra “siempre”, ya que esto refleja un mismo comportamiento, todo el tiempo y es necesario establecer unas condiciones que al observar se evidencie posibles cambios en su comportamiento.
<b>E</b>	3	16	Estas respuestas establecen un manejo adecuado en el comportamiento a la hora de hablar sobre el equilibrio térmico, se debe indagar acerca de cómo son interpretados en diferentes conceptos y explorar en donde está fallando o que observación está complejizando la interpretación de temperaturas de dos cuerpos en contacto.

#### Sección 1: A

Enunciado: "el calor siempre fluye de un objeto más caliente a uno más frío".

Afirmación: de acuerdo con las leyes de la termodinámica se establece como afirmación verdadera que el calor fluye de un cuerpo de mayor temperatura a uno de menor temperatura.

Causas de confusión: la respuesta alejada a este enunciado pudo haber sido por posibles confusiones a la hora de explicar o como se mencionó anteriormente por una observación sin detalle como ocurre por ejemplo a la hora de usar ejemplos y no ser claro en establecer que *el flujo de calor siempre ocurre de manera espontánea de caliente a frío, a menos que haya un trabajo externo (como el refrigerador)*.

Concepción alternativa identificada: algunos estudiantes creen incorrectamente que el calor NO siempre fluye de un objeto más caliente a uno más frío, de acuerdo con sus experiencias.

#### Sección 1: B.

Enunciado: “la energía puede crearse o destruirse.”

Afirmación: de acuerdo con la ley de la conservación de la energía, solo se debe *transformar* de una forma a otra esto quiere decir que no sea ni se destruye. Por lo mencionado anteriormente, esto falsea totalmente el enunciado plasmado para esta pregunta.

Causas de confusión: en algunos casos puede ser que estas interpretaciones sobre la creación o destrucción de la energía este estrechamente ligada a algunas experiencias que reflejan este comportamiento, como la “aparición o desaparición” de la energía, así mismo puede estar relacionada al concepto de transformación, pues en los sistemas se puede hacer una lectura confusa sobre este comportamiento en la energía, así como a la falta de explicación clara sobre el principio de conservación de la energía. Se deja en evidencia la falta de comprensión en el proceso de transformación y como se conserva en los diferentes procesos la energía.

Concepción alternativa identificada: un grupo considerable de estudiantes cree que la energía puede ser creada o destruida, contradiciendo el principio de conservación de la energía.

#### Sección 1: C.

Enunciado: “una máquina térmica convierte calor en trabajo mecánico”

**Afirmación:** cumpliendo los principios de la termodinámica resulta verdadero el enunciado ya que una máquina en efecto convierte la energía térmica en trabajo mecánico, aunque se debe resaltar que también se puede establecer de forma viceversa.

**Causas de confusión:** el estudiante al cual le corresponde el 5% puede estar asociando el funcionamiento de la máquina térmica a otros aspectos, pudo haber sido por falta de conocimiento en relación con el concepto o la poca familiarización con ejemplos de su propia experiencia los que le permitan tener claridad sobre la convertibilidad.

**Concepción alternativa identificada:** El estudiante sostiene que el funcionamiento de las máquinas térmicas no produce trabajo mecánico transferido por energía térmica, pues este depende de otros aspectos.

#### Sección 1: D.

**Enunciado:** “El movimiento siempre produce calor”

**Afirmación:** este enunciado es falso ya que la palabra usada en la oración “siempre” es un término definitivo el cual en los fenómenos físicos depende de las condiciones iniciales y finales del sistema. Especialmente debe evaluarse esta oración para sistemas ideales, donde no existen fuerzas de fricción o de resistencia, pues debido a esas condiciones el enunciado puede cambiar.

**Causas de confusión:** puede estar estrechamente relacionada a situaciones cotidianas que dificultan su observación, pues al no considerar hacer discusiones adecuadas acerca de la forma en que la ciencia habla de las condiciones ideales y sistemas perfectos, así como de las experiencias y exploraciones de la vida diaria puede desencadenar a considerar enunciados que manejan una postura radical al usar la palabra “siempre”.

**Concepción alternativa identificada:** La mayoría de los estudiantes establecen que el movimiento siempre produce calor, dando por hecho que el movimiento de los objetos se da a partir del calor.

#### Sección 1: E.

**Enunciado:** “dos objetos en equilibrio tienen la misma temperatura”

**Afirmación:** cuando tiene dos cuerpos de diferentes temperaturas al ponerse en contacto, el cuerpo con mayor temperatura le transfiere al cuerpo con menor temperatura hasta obtener la misma temperatura a esto se le llama “equilibrio térmico” por lo que este enunciado es verdadero ya que al estar en equilibrio se tiene la misma temperatura. Esto corresponde a la Ley Cero de la Termodinámica.

**Causas de confusión:** En este caso las causas pueden estar ligadas a la experiencia que traen consigo, pues a primera vista se puede observar dos objetos que parecen tener diferente temperatura

y considerar que no hay transferencia de calor, pues la percepción humana varía. Se puede inferir que estos estudiantes pueden ser los mismos que interpretaron la energía como desaparece o aparece.

Concepción alternativa identificada: Un pequeño grupo de estudiantes consideran que el concepto de equilibrio térmico es la interacción de 2 o más cuerpos que poseen diferentes temperaturas de forma permanente.

En esta sección se evidencia una mayor dificultad en como fluye en calor de un cuerpo con una temperatura mayor a una con menor temperatura, se muestra una percepción generalizada en el movimiento siempre produce calor donde sugieren que el calor es la única fuente del movimiento. Entre otros aspectos a resaltar se refleja dificultad en cuando al principio fundamental de la energía y sobre el funcionamiento de las maquinas térmicas, establecen que el trabajo mecánico no está directamente vinculado a la energía térmica.

## Sección 2:

Para esta sección los estudiantes debían relacionar una serie de palabras llamadas elementos con señales colocadas en la máquina térmica como se observa en la imagen 1. Se les dio a etiquetar las partes como se evidencia en la imagen 2 los siguientes elementos: trabajo útil, foco de bajas temperaturas, foco de altas temperaturas, equilibrio térmico, fuelle de calor, convección, sistema, alrededor y transferencia de calor, en la siguiente imagen.

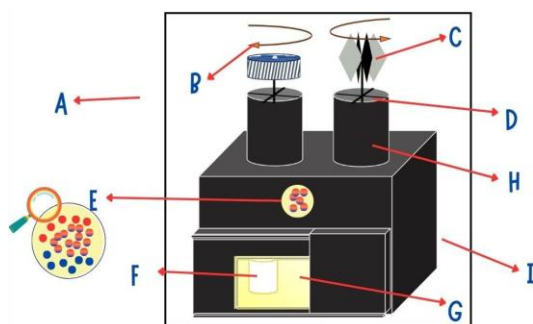


Imagen 38. Diseño de Heat Wizard con asignación de elementos. Imagen propia (2024)

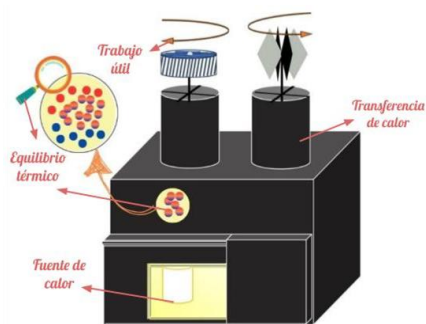


Imagen 37. Diseño de Heat Wizard con las respuestas de los elementos principales en el análisis del diagnóstico. Imagen propia (2024)

Para analizar esta parte se tomará sólo en consideración las partes resaltadas denominadas también elementos principales; *trabajo útil*, *equilibrio térmico*, *fuelle de calor* y *transferencia de calor*. De acuerdo con el gráfico las partes debieron haberse ubicado como se observa en la imagen 19.

La tabla muestra una discriminación de respuestas recogidas de forma individual, haciendo una observación superficial del número de respuestas obtenidas.

Tabla 14. Sección 2[Elementos de la máquina térmica]

Etiquetas	Parte	Ubicada	Relacionada	Otra ubicación	Observación
Trabajo útil	En B	0	5	14	Total: 19, los mismo 5 que responden equilibrio térmico también ubican bien el trabajo útil
	En C	8	6	5	
Equilibrio térmico	En E	6	4	9	4 de los 6 estudiantes que respondieron en trabajo útil “relacionadas” respondieron equilibrio térmico y en equilibrio térmico pusieron trabajo útil.
Fuente de calor	En F	15	0	4	En este caso se hizo evidente y poseen una idea básica de la fuente de calor.
Transferencia de calor	En D	6	5	8	Los 4 estudiantes que respondieron en equilibrio térmico relacionada intercambiaron con transferencia de calor en E
	En H	6	3	10	
	En E	6	9	4	

Se buscó centrar su atención en los elementos tales como trabajo útil, equilibrio térmico, transferencia de calor y fuente de calor, este análisis revela cómo identifican y diferencian los conceptos claves relacionados a las máquinas térmicas, especialmente en el funcionamiento, si bien en su mayoría responden adecuadamente aún persiste una necesidad por comprender adecuadamente el funcionamiento en los sistemas, pues deben acercarse conceptualmente a la comprensión de la conversión de energía térmica en trabajo mecánico, la distribución y el equilibrio de las temperaturas y el protagonismo de cada una de las componentes en la máquina, a continuación se detalla e identifica la concepción alternativa presentes en cada elemento principal.

**Trabajo útil:** en esta parte se observa según las respuestas que poseen dificultad en cómo interpretan el trabajo mecánico, no logrando identificar donde está presente la energía térmica y como esta se convierte en trabajo mecánico del sistema. Como concepción alternativa se puede establecer que no logran identificar con claridad y asocian el trabajo útil a cualquier mecanismo físico observable que interviene en el movimiento.



Imagen 39. Evidencia de respuesta sección 2 opciones más correctas. Imagen propia 2024

**Equilibrio térmico:** en este caso, existe una particularidad donde los estudiantes asocian la imagen especialmente diseñada para destacar la distribución de la temperatura y ese “equilibrio” relacionándolo con otras partes principales. Por lo que los estudiantes indican según sus respuestas que existen otros procesos térmicos como fuente de calor (calor que ingresa al sistema) o trabajo útil

(movimiento) reconociendo como concepción alternativa la interpretación a que el equilibrio térmico es una manifestación observable donde la temperatura es la misma en ese sistema.

*Fuente de calor:* las respuestas de este elemento son satisfactorias ya que son los que tienen

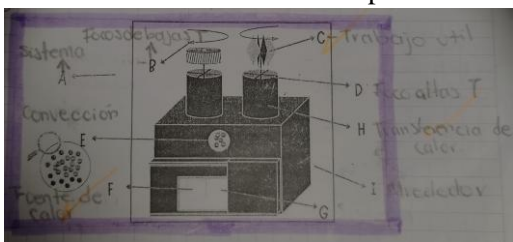


Imagen 40. Evidencia de respuesta sección 2 opciones más correctas. Imagen propia 2024

una puntuación elevada en la respuesta más acertada, sin embargo, aún se observa dificultades a la hora de reconocer que este elemento es fundamental, ya que es la encargada de alimentar el sistema térmico completo para que de esta manera se evidencie él trabaja útil.

*Transferencia de calor:* para este elemento la

mayoría de las ubicaciones fueron relacionadas a

objetos particularmente donde interpretan la transferencia de calor como una pieza más del sistema como equilibrio térmico o la generación de calor. Esta respuesta está acercada a las que erróneamente interpretan sobre la energía, resaltando que el concepto de energía y ese proceso de convertibilidad es reiterativo en su comprensión.

En esta sección es evidente que asocian erróneamente cualquier mecanismo físico que parte del movimiento como trabajo útil, sin comprender la energía transferida que realiza una tarea específica. Otro de los aspectos a resaltar es la interpretación del equilibrio térmico como la condición en la que la temperatura de un sistema es la mismo limitando esta comprensión desde situaciones simples.

### Sección 3:

La sección tres, consiste en realizar una representación de los enunciados expresados a continuación, con el fin de reflejar lo que comprendía según su experiencia con los fenómenos térmicos y mecánicos:

- A. La energía térmica se transfiere desde un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura.
- B. El calor puede ser convertido en trabajo y viceversa
- C. Dos objetos de diferentes temperaturas están en equilibrio térmico


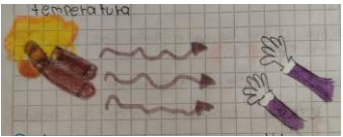

La forma de analizar esta sección se establece a partir del contexto que le den:

#### Gráfico A:

Este enunciado pretende que el estudiante muestre cómo se da el proceso de transferencia entre cuerpos al estar con diferentes temperaturas. En todos los casos los estudiantes reflejan comprender la transferencia de energía térmica a cuerpos de diferentes temperaturas, resaltando la visualización, cotidianidad y facilidad de dicha comprensión, 2 estudiantes realizaron situaciones diferentes, pero también cumplen con la representación adecuada “agua con hielo” y “una tetera”.

La tabla muestra una discriminación de respuestas recogidas de forma individual sobre la transferencia de calor, haciendo una observación superficial en lo que se muestra en la representación realizada por los estudiantes.

Tabla 15. Sección 3[representación de situaciones]


Situación	Olla encima de estufa	Manos cerca de una fogata	Líquido caliente en un recipiente
Imagen	 <p>Imagen 41. Evidencia de respuesta sección 3 Olla encima de estufa. Imagen propia (2024)</p>	 <p>Imagen 42. Evidencia de respuesta sección 3 Manos cerca de una fogata. Imagen propia (2024)</p>	 <p>Imagen 43. Evidencia de respuesta sección 3 Líquido caliente en un recipiente. Imagen propia (2024)</p>
Total	9	5	4
Observación	Esta situación es muy familiar y por ello fue la más recurrente. Se identifica claramente el concepto de transferencia de calor.	Esta representación refleja cómo el calor se transfiere de un objeto caliente a uno más frío. Establece una relación con la memoria ya que está conectada a los recuerdos.	Si bien esta representación es un poco más elaborada ya que habla del movimiento de un cuerpo y como este transfiere a otro objeto.


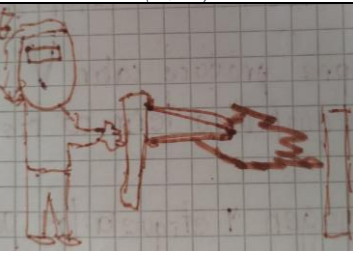

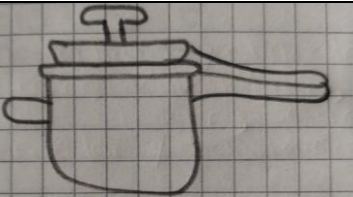

#### Gráfico B:

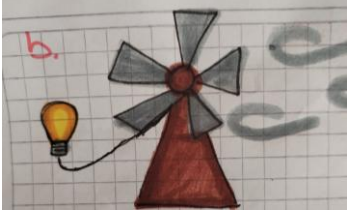
Para este enunciado se espera que reflejen la comprensión entre la relación calor- trabajo, pues el enunciado establece que el calor producido puede transformarse en trabajo y a su vez el trabajo puede generar calor.

La tabla muestra una discriminación de respuestas recogidas de forma individual sobre la relación calor-trabajo, haciendo una observación superficial en lo que se muestra en la representación realizada por los estudiantes.

Tabla 16. Sección 3[representación de situaciones]

Situación	Imagen	Observación	Total
Movimiento de tapa en una olla que hierve	 <p>Imagen 44. Evidencia de respuesta sección 3, Movimiento de tapa en una olla que hierve. Imagen propia (2024)</p>	este ejemplo refleja como el vapor que se forma en la olla al calentarlo y posiblemente mueva la tapa. En este caso se demuestra el trabajo que se realiza a partir del calor, donde establece que el trabajo es movimiento.	5

Panel Solar	 <p>Imagen 45. Evidencia de respuesta sección 3 Panel Solar. Imagen propia (2024)</p>	<p>Representa este dibujo la forma adecuada de cómo aprovechar la energía solar en los hogares para usarla como generadora de electricidad, esto establece que la energía solar es interpretada como luz y calor, además evidencia el trabajo útil a partir de la energía eléctrica.</p>	4
Soldadura	 <p>Imagen 46. Evidencia de respuesta sección 3 Soldadura. Imagen propia (2024)</p>	<p>En este ejemplo se refleja como la soldadura en especial como el calor es utilizada al fundir metales y que al unir piezas se realiza trabajo mecánico en el contexto de los estudiantes.</p>	4
Derretir alimentos	 <p>Imagen 47. Evidencia de respuesta sección 3 Derretir alimentos. Imagen propia (2024)</p>	<p>Este ejemplo es sin duda uno de los más comunes ya que para el número de estudiantes que respondieron no era el más común, pero en sus dibujos muestran dónde está relacionado con el cambio de la materia. Al calentar la estufa un recipiente se derrite convirtiendo la energía térmica en un trabajo realizado a partir de la transformación física de la sustancia.</p>	3
Olla de presión	 <p>Imagen 48. Evidencia de respuesta sección 3 Olla de presión. Imagen propia (2024)</p>	<p>Para este caso la olla de presión ilustra cómo el calor no sólo cocina lo que está internamente, sino que a partir de este el pito de la olla se mueve por medio del aumento de presión.</p>	2
Molino de agua	 <p>Imagen 49. Evidencia de respuesta sección 3 Molino de agua. Imagen propia (2024)</p>	<p>Estos sistemas reflejan más cómo se interpretan las energías, ya que refleja cómo el flujo de agua “movimiento” es transformado en energía cinética y realiza entonces trabajo al mover las hélices. Si bien no se refleja claramente el calor producido ya que estos muestran más la conversión de energías (cinética - eléctrica)</p>	1

Molino de viento	 <p data-bbox="483 405 829 485"><i>Imagen 50. Evidencia de respuesta sección 3 Molino de viento. Imagen propia (2024)</i></p>	1
------------------	--	---

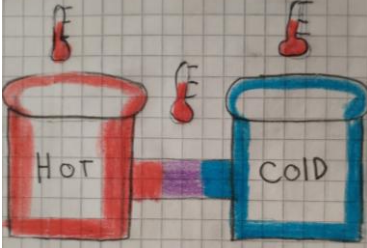

Para este enunciado se presenta la misma situación que la anterior donde demuestran que sus experiencias cotidianas favorecen en su aprendizaje ya que en todos los casos los estudiantes efectivamente comprenden el concepto de convertidor de energía, pues demuestra cómo el calor puede transformarse en trabajo y viceversa.

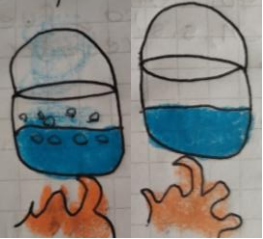
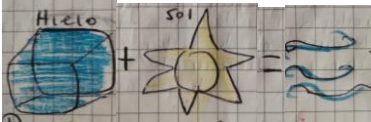
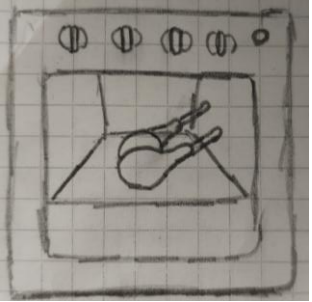
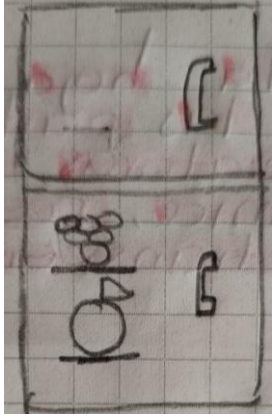
### Gráfico C:

Para este caso, el enunciado circula en torno a una representación de dos cuerpos en contacto con diferentes temperaturas y al cabo de su interacción se da la transferencia haciendo que el objeto de mayor temperatura cede al cuerpo de menor temperatura y establecer una misma temperatura.

La tabla muestra una discriminación de respuestas recogidas de forma individual sobre el equilibrio térmico, haciendo una observación superficial en lo que se muestra en la representación realizada por los estudiantes.

Tabla 17. Sección 3[representación de situaciones]

Situación	Imagen	Observación	Total
Esquema de equilibrio térmico	 <p data-bbox="380 1428 776 1507"><i>Imagen 51. Evidencia de respuesta sección 3 Esquema de equilibrio térmico. Imagen propia (2024)</i></p>	En este caso, hicieron uso de la memoria y recordaron el esquema clásico del equilibrio térmico, pues sobra decir que en esta representación es evidente como se observa la transferencia de calor entre los dos cuerpos hasta tener la misma temperatura. En el caso particular de esta representación existe un error que posiblemente fue por descuido ya que los termómetros que están en la parte superior reflejan que están a la misma temperatura, pero no puede ser de esta forma ya que el color de cada recipiente y como está escrito [hot y cold] están a diferente temperatura.	4
Café helado	 <p data-bbox="396 1801 763 1881"><i>Imagen 52. Evidencia de respuesta sección 3 Café helado. Imagen propia (2024)</i></p>	Aquí se refleja cómo de manera correcta el calor transferido y haciendo el cambio de estado, debido a la mezcla del café con hielo, derritiéndose y estableciendo una misma temperatura. En este caso no se hace una representación del estado final del mismo para tener una representación más completa.	3

Olla hierve	 <p><i>Imagen 53. Evidencia de respuesta sección 3 Olla hierve. Imagen propia (2024)</i></p>	Este caso igual al anterior es una clara situación del equilibrio térmico y la transferencia de calor a partir del calentamiento de la olla y transferida al agua de este.	2
El sol en pavimento, aire y en la Tierra.	 <p><i>Imagen 54. Evidencia de respuesta sección 3 El sol en pavimento, aire y en la Tierra. Imagen propia (2024)</i></p>	Esta representación refleja una experiencia cotidiana bastante común, a medida que sale el sol en plenitud eleva la temperatura del aire, haciendo que este afecte el entorno y poniendo en evidencia la transferencia de calor, pero no el equilibrio térmico ya que no necesariamente se dan las condiciones para tener la misma temperatura ambos cuerpos. Este ejemplo revela cómo la experiencia del individuo puede dificultar su interpretación o limitarla.	3
Pollo al horno	 <p><i>Imagen 55. Evidencia de respuesta sección 3 Pollo al horno. Imagen propia (2024)</i></p>	En esta situación se observa como demuestra correctamente la transferencia de calor. Para que el pollo se pudiera cocinar debe aumentar la temperatura para que se cocine uniformemente. En todo el horno se establece una temperatura constante.	1
Fruta en refrigerador	 <p><i>Imagen 56. Evidencia de respuesta sección 3 Fruta en refrigerador. Imagen propia (2024)</i></p>	Esta situación no demuestra con exactitud el concepto de equilibrio térmico, ya que el refrigerador es un dispositivo que está diseñado para extraer el calor de su interior, por lo tanto, contradice el principio de transferencia de calor. Al ingresar la fruta se cumple la transferencia de calor del cuerpo con mayor temperatura al de menor temperatura, pero el ambiente al tener mayor cantidad hace que este ejercicio pierda calor. Alcanza la fruta "equilibrio" con el aire circundante pero no con todo el refrigerados, ya que la temperatura del refrigerador no es igual en toda su área.	2

La mayoría de los estudiantes comprendieron este enunciado sin embargo, 2 estudiantes no resolvieron esta situación, los 2 estudiantes restantes hicieron dibujos diferentes como “dos termómetros, un con temperatura bajo y otro con temperatura alta”, el otro estudiante “puso en una balanza dos recipientes uno con agua fría y otro con agua caliente” evidenciando que comprende el equilibrio térmico como la relación con la cantidad física de estos recipientes ya que si tienen la

misma cantidad estos estarán en “equilibrio”, dejando de lado la importancia de establecer un intercambio para establecer la transferencia de calor y cumple con la condición de dos cuerpos a diferente temperatura. En diferencia los estudiantes evaluados en la tabla.

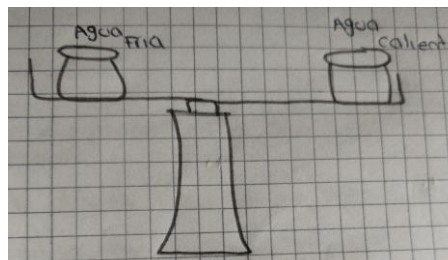


Imagen 57. Evidencia de respuesta sección 3  
Balanza en equilibrio. Imagen propia (2024)

#### Sección 4:

En esta sección los estudiantes debían responder con sus propias palabras una serie de preguntas relacionadas al fenómeno del calor, donde resaltan la importancia, involucra los sentidos y la interacción con este fenómeno. El entender cómo perciben el calor, desde cómo se eleva la temperatura de un objeto, hasta cómo es percibido por los sentidos el aumento de esa temperatura puede identificar algunas ideas o experiencias que han interpretado cómo el mundo que rodean. Para analizar las respuestas de las preguntas establecidas a continuación se plantea una rúbrica que permita establecer relaciones cualitativas de las preguntas

a. ¿Qué pasa cuando algo se calienta?:

Respuesta esperada: Cuando un objeto se calienta, aumenta su temperatura por el incremento de la energía cinética, mediante la transferencia de calor hacia el objeto dado por la fuente de calor. Este proceso de calentamiento se da debido al aumento de energía interna traducido en una mayor temperatura del objeto el cual puede ser medido con un termómetro, como al poner una olla con agua en la estufa con un fogón encendido, se transfiere la energía del fogón a la olla y de la olla al agua, de esta manera aumenta la temperatura del agua hasta llegar a su punto máximo que es la ebullición. Además, este aumento de la temperatura es percibido por la piel al acercarse a la estufa y el cuerpo experimenta radiación térmica debido a la transferencia de calor, pues este aumento depende en gran medida de cada ser humano.

b. ¿Cómo sentimos el calor?

Respuesta esperada: Sentimos el calor a través de la transferencia de energía térmica hacia nuestra piel, lo que activa los termorreceptores. Esta energía puede transferirse de tres formas, cuando el calor pasa por contacto directo entre dos objetos, cuando el calor se mueve mediante un fluido, y cuando estamos a exposición solar. Por ejemplo, al tocar una taza de café caliente, experimentamos la conducción del calor desde la taza hacia nuestra mano. Si estamos cerca de una fogata, sentimos el calor por radiación, ya que las ondas de energía térmica se desplazan hacia nuestro cuerpo. Otra de las formas de sentir la transferencia de calor es sintiendo cómo el aire caliente nos rodea y el aumento de la temperatura se evidencia por medio de la piel. La percepción del calor varía entre personas, dependiendo de la sensibilidad de sus receptores térmicos y de la rapidez con la que se transfiere el calor.

## Rúbrica de evaluación

## Preguntas A: ¿Qué pasa cuando algo se calienta?:

Tabla 18. Sección 4, pregunta A [Rúbrica de evaluación en situaciones CSJA]

Criterios	Muy buena	Buena	Básica	Mejorar
Definición científica	Tiene información correcta y carece de errores. Hace uso de conceptos relacionados con el calor.	Incluye algunos conceptos e información que tiene sentido	Presenta algunos errores que afectan conceptos mencionados en la respuesta.	Su información es confusa en torno a la pregunta y no usa conceptos científicos.
Evaluados		IIII	IIII	I
Detalle y profundidad	Su explicación es detallada y bien desarrollada	Desarrolla una buena explicación, aunque carece de profundidad	Su explicación es superficial	No desarrolla en detalle la pregunta
Evaluados		II	IIIIII	II
Aspectos cotidianos	Hace uso de experiencias cotidianas de manera clara para responder la pregunta, refleja cómo estos aspectos influyen en nuestra vida diaria.	Hace una conexión con experiencias, pero no son lo suficientemente claras y profundas	Usa un aspecto cotidiano que no refleja relación con la pregunta	No incluye ejemplos o indicios de experiencias cotidianas.
Evaluados			III	IIIIII

La mayoría de las respuestas de los estudiantes asocian esta pregunta al efecto del calentamiento de diferentes materiales, algunos estudiantes muestran en sus respuestas que son demasiado breves, haciendo más difícil construir una idea acerca de la pregunta. Dentro de las respuestas de los estudiantes se resalta las siguientes:

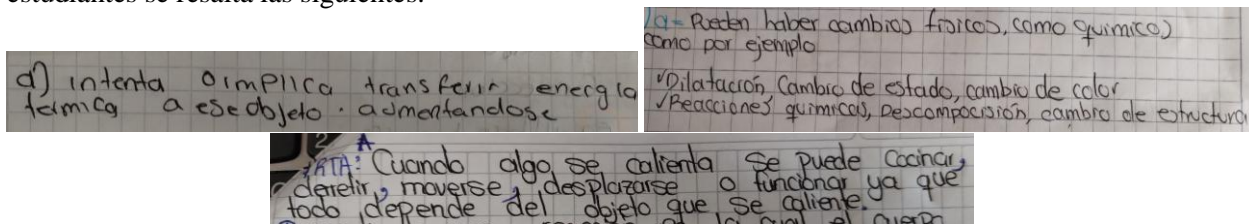


Imagen 58. Evidencia de respuesta sección 4, pregunta A respuesta más cercanas. Imagen propia (2024)

En algunos casos los estudiantes hablan o relacionan sus respuestas con definiciones científicas como el ya mencionado calentamiento y sus efectos en materiales, pero también hicieron uso de conceptos como el aumento de temperatura, cambios de estado y producción de energía térmica, pero se hace necesario ser más cuidadoso en la construcción de preguntas con contexto para que les permita mayor extensión y una conexión con aspectos cotidianos. Además, se resalta la necesidad de abordar las experiencias contempladas en algunos estudiantes para analizar la teoría detrás de estos procesos y de esta manera enriquecer la comprensión del fenómeno.

## Preguntas B: ¿Cómo sentimos el calor?:

Tabla 19. Sección 4, pregunta B [Rúbrica de evaluación en situaciones CSJA]

Criterios	Muy buena	Buena	Básica	Mejorar
Definición científica	Tiene información correcta y carece de errores. Hace uso de conceptos relacionados con el calor.	Incluye algunos conceptos e información que tiene sentido	Presenta algunos errores que afectan conceptos mencionados en la respuesta.	Su información es confusa en torno a la pregunta y no usa conceptos científicos.
Evaluados	II	III	III	
Análisis sensorial	Explica a detalle cómo los sentidos juegan al “sentir el calor”	Describe qué sentidos están presentes al “sentir el calor”	Menciona algunos sentidos, pero no explica cómo “siente el calor”	No aborda los sentidos y no realiza una mención, descripción o explicación de cómo “siente el calor”
Evaluados	III	II	IIII	
Aspectos cotidianos	Hace uso de experiencias cotidianas de manera clara para responder la pregunta, refleja cómo estos aspectos influyen en nuestra vida diaria.	Hace una conexión con experiencias, pero no son lo suficientemente claras y profundas	Usa un aspecto cotidiano que no refleja relación con la pregunta	No incluye ejemplos o indicios de experiencias cotidianas.
Evaluados		III	I	IIII

A diferencia de las respuestas elaboradas por los estudiantes en la anterior, en este caso se observa un mayor esfuerzo por manifestar su postura, para este caso los estudiantes describen “cómo perciben el calor”, en cada respuesta se muestra las diferentes sensaciones y las experiencias que están relacionadas con el concepto calor. Las respuestas reflejan su comprensión intuitiva sobre cómo el calor afecta su entorno y a partir de, por ejemplo, la piel o el sudor, el contacto con el sol, la lluvia o la manipulación de objetos calientes. Algunas de las respuestas más destacadas están:

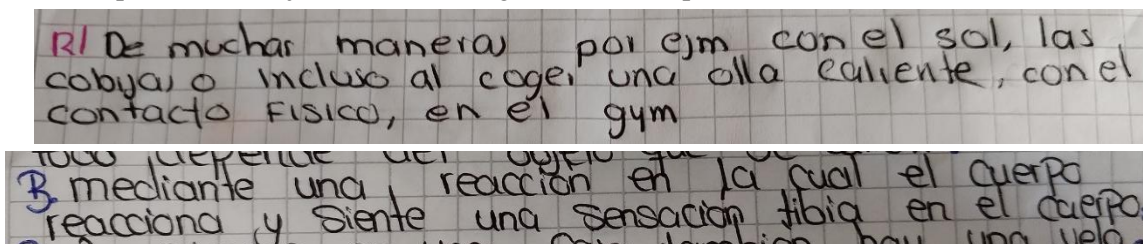


Imagen 59. Evidencia de respuesta sección 4 respuesta más cercanas Pregunta B. Imagen propia (2024)

Sin embargo, estas así mismo carecen de profundidad en el manejo del concepto o presentan dificultad en relacionar la situación con el desarrollo del concepto, dando como posibilidad que

algunos estudiantes no comprenden completamente como el calor se transfiere al cuerpo, los diferentes mecanismos y no reconocer a los sentidos como parte de su construcción de la experiencia y el concepto.

Preguntas C: A partir de los elementos dados para la máquina, tome uno y construya con sus propias palabras una definición:

Para esta pregunta los estudiantes debían escoger entre los elementos usados en la sección 2: trabajo útil, foco de bajas temperaturas, foco de altas temperaturas, equilibrio térmico, fuente de calor, convección, sistema, alrededor y transferencia de calor. En esta pregunta se establece un análisis acerca del acercamiento a la definición, el funcionamiento, las características y la importancia de esa definición, de acuerdo con las elecciones de los estudiantes se esquematiza la frecuencia en sus respuestas como se refleja a continuación:



Imagen 60. Constancia en definición de la máquina Heat Wizard.

Las partes principales designadas fueron establecidas por la intención de este diagnóstico y la relevancia dentro de esta investigación, los elementos fueron: trabajo útil, equilibrio térmico, fuente de calor y transferencia de calor.

La mayor parte de los estudiantes define los elementos principales como la fuente de calor, según es el encargado de proporcionar la energía, además que juega un papel crucial en el funcionamiento del dispositivo, indican cómo se produce la elevación de temperatura, cómo se produce calor y trabajo útil, establecen una relación con el aire y el movimiento. Aunque no se centran en las características o explica de forma detallada, si suelen mencionar ejemplos o interpretaciones cercanas al funcionamiento de la máquina como la fuente de calor “vela” o que contiene “aire” el dispositivo. Otros de ellos hacen definiciones más breves y fijas como “*equilibrio térmico: es donde*

*hay una estabilidad de temperatura*”, en este tipo de definiciones se resalta los términos adecuados, pero dejando de lado la relación directa con la máquina pues se aproxima a una definición de diccionario donde lo abunda en su experiencia o relación a ello.

El 20% corresponde a 5 estudiantes los cuales presentaron diferencias en sus definiciones, se resalta que estas son importantes pero que pueden ser categorizadas como secundarias, por lo que eran definidas como oraciones exactas, sin relacionarlo con su contexto o conectarlas entre ellas. Los estudiantes tomaron los focos de temperatura como la concentración de mayor o menor temperatura, el sistema como todo lo que encierra la máquina o el conjunto de todas las partes. Se muestra una aproximación, pero se hace necesario que profundicen más en la máquina.

En conclusión, los estudiantes demuestran una comprensión básica, aunque se hace necesario profundizar, mantener una estructura y establecer conexiones con lo que viven a diario para enriquecer este tipo de preguntas. Para esta sección la concepción alternativa identificada es la forma aislada, sin comprensión completa e interacción entre todos los elementos, así como la simplificada visión que tienen sobre términos, por lo que se debe plantear actividades integradoras entre ejemplos prácticos, conexión conceptual y experiencias cotidianas.

### **Sección 5:**

En la sección 5 los estudiantes debían establecer con sus propias palabras como hacen uso de la energía en sus actividades diarias

*¿Cómo utiliza la energía en las actividades diarias?*

Para analizar esta respuesta se establece a partir de comentario específicos que reflejaran si la actividad no se relaciona con las situaciones, si describen en poco detalle la actividad diaria donde usan la energía y si el estudiante muestra una aplicación coherente y clara acerca de cómo se utiliza la energía. Dentro de los 20 estudiantes evaluados se toman las respuestas de cada nivel para hacer el análisis detallado de la respuesta por parejas.

Estudiante 1 y 2:

Estos estudiantes se centran en la estufa y la comida, uno de ellos es más descriptivo sobre cómo utiliza el calor. Ambos muestran tener una visión limitada sobre el uso de la energía, se centran en un ejemplo común, pero es trabajado de forma superficial.

Estudiante 3 y 4:

En sus respuestas se observa que uno de ellos ofrece un robusto panorama de la aplicación de las fuentes de energía a diferencia del otro que solo las menciona sin descripción detallada sobre “dónde está” la energía. Ambos demuestran el uso de la energía uno con mayor claridad que el otro e involucran el impacto en la vida diaria. En esta pareja se resaltan las respuestas más robustas de

todos sus compañeros, se reconoce que poseen claridad sobre la energía, pero se establece como concepción alternativa trabajar acerca de la aplicación detallada de la energía.

En la mayoría de los casos se presenta dificultad sobre la comprensión y aplicación de la energía, muestran en todas las respuestas los estudiantes que identifican de forma superficial el uso de la energía, también se muestra que observa la energía únicamente como de uso inmediato y visible, así como una desconexión en la comprensión de cómo se aplica la energía en diferentes contextos y situaciones de mayor complejidad. Para esta sección se resalta la concepción alternativa en torno a la visión reducida y superficial sobre el concepto de energía.

### **Sección 6:**

Para esta sección los estudiantes debían hacer uso de la memoria y establecer un ejemplo sobre lo que creen que es una máquina térmica, y donde la utilizan. De acuerdo con estas respuestas se identifica la concepción alternativa en torno al concepto de máquinas térmicas y su experiencia cotidiana.

En el análisis de esta sección se evidencio que 2 estudiantes hablaron acerca del movimiento de un vehículo el cual cumple con las características de una máquina térmica, entendiendo que la energía térmica se convierte en trabajo, otros 2 estudiantes mencionan el uso de un dispositivo que tiene como función ser un aislante térmico cuya idea no está relacionada a las máquinas térmicas pues este termo no genera, ni transforma energía, simplemente conserva la temperatura de los alimentos. En un 78% de las respuestas, lo relacionan a objetos o dispositivos que utilizan o generan calor son máquinas térmicas como la plancha, el secador, la lavadora, el microondas o al encender la estufa.

En conclusión, se identifica como concepción alternativa que los estudiantes establecieron que todos los dispositivos que generan calor o utilizan energía son una máquina térmica, sin comprender cómo se da la conversión de energía térmica en trabajo mecánico. Otra de ellas, son los aislantes térmicos que por “mantener” el calor la consideran como máquina térmica, poniendo en consideración el trabajo mecánico empleado en dicho dispositivo.

## Anexo 6

### *Análisis Rumbo a las Ideas*

#### *Diagnóstico de Concepciones Alternativas en CANC*

Se realizará a continuación un análisis detallado en torno a las respuestas dadas en el diagnóstico de concepciones alternativas titulado *Rumbo a las Ideas: Diagnóstico de Concepciones en CANC*, en 14 estudiantes que cursaban ciclo IV en la clase de termodinámica del Colegio Agustín Nieto Caballero, donde fue resuelto de forma virtual e individual por medio de la plataforma digital Formulario de Google el día 29 de agosto de 2023 e inicia a las 12:00 p.m. Este diagnóstico se divide por secciones como se refleja en el formulario, la cual va a ser evaluada de forma diversa y con un rigor necesario de acuerdo con la intención de la sección a estudiar. Se tiene en cuenta la interpretación de resultados realizada por la misma plataforma.

#### Análisis de preguntas:

#### **Sección 1:**

En la primera parte del cuestionario los estudiantes debían seleccionar si era falso o verdadero el enunciado, se hará uso de una tabla la cual recopila el número de respuestas según los estudiantes y se mostrará las respuestas de esta sección correspondiente.

- A. El calor siempre fluye de un objeto más caliente a uno más frío. (V/F)
- B. La energía puede crearse o destruirse. (V/F)
- C. Una máquina térmica convierte calor en trabajo mecánico. (V/F)
- D. El movimiento siempre produce calor. (V/F)
- E. Dos objetos en equilibrio térmico tienen la misma temperatura. (V/F)

La tabla muestra una discriminación de respuestas recogidas de forma individual, haciendo una observación superficial del número de respuestas obtenidas.

*Tabla 20. Sección 1 [discriminación de enunciados]*

Preg.	# de resp	# de resp	Observación
Sec 1.	<b>FALSO</b>	<b>VERDA.</b>	A continuación, se realiza un comentario general y breve de las respuestas obtenidas de la sección.
<b>A</b>	1	13	De acuerdo con la respuesta se establece una tasa de acierto positivo en los temas sobre el comportamiento del calor, pues demuestran que la energía térmica va de los cuerpos que tienen una “alta” temperatura comparada con los cuerpos que tienen menor temperatura.
<b>B</b>	14	0	Se muestra significativamente en las respuestas cómo están interpretando la energía, refleja la comprensión del principio fundamental.
<b>C</b>	3	12	La mayoría de los estudiantes demuestran que no presentan dificultad al interpretar el comportamiento de una máquina térmica, ya que resalta que se convierte el calor en trabajo mecánico, haciendo muy positiva su respuesta, aunque se debe considerar a los estudiantes que consideran el funcionamiento de una máquina térmica de otra forma.
<b>D</b>	1	13	Esta respuesta teniendo el nivel más alto en ser la respuesta incorrecta refleja una alerta, ya que posiblemente esto sea la interpretación de las experiencias, se hace necesario establecer los límites de una palabra “siempre”, ya que esta palabra habla de un mismo comportamiento, todo el tiempo y es necesario establecer unas condiciones. Se debe observar sus posibles cambios.

E	1	13	Estas respuestas establecen un manejo adecuado en el comportamiento a la hora de hablar sobre el equilibrio térmico, se debe indagar acerca de cómo es interpretado en diferentes situaciones y explorar si se mantiene esta comprensión al interpretar la temperatura de dos cuerpos en contacto.
---	---	----	--

#### Sección 1: A

Enunciado: "el calor siempre fluye de un objeto más caliente a uno más frío".

Afirmación: de acuerdo con las leyes de la termodinámica se establece como afirmación verdadera que el calor fluye de un cuerpo de mayor temperatura a uno de menor temperatura.

Causas de confusión: La confusión del estudiante posiblemente es la mala interpretación acerca de la transferencia de calor, suelen relacionar sus experiencias cotidianas donde el calor parece comportarse de otra forma, así como las condiciones al percibir el flujo térmico.

Concepción alternativa identificada: El estudiante que considera que el calor no fluye de esta forma, puede considerar que los objetos de bajas temperaturas fluyen hacia el objeto de mayor temperatura, esto refleja una confusión entre la percepción del concepto de temperatura y principios físicos como la transferencia de calor.

#### Sección 1: B.

Enunciado: "la energía puede crearse o destruirse."

Afirmación: de acuerdo con la ley de la conservación de la energía, solo se debe *transformar* de una forma a otra esto quiere decir que no sea ni se destruye. Por lo mencionado anteriormente, esto falsea totalmente el enunciado plasmado para esta pregunta.

Causas de confusión: Para esta respuesta no existe confusión alguna en torno a cómo interpretan la energía pues todos los encuestados falsean también esta respuesta.

#### Sección 1: C.

Enunciado: "una máquina térmica convierte calor en trabajo mecánico"

Afirmación: cumpliendo los principios de la termodinámica resulta verdadero el enunciado ya que una máquina en efecto convierte la energía térmica en trabajo mecánico, aunque se debe resaltar que también se puede establecer de forma viceversa.

Causas de confusión: Los tres estudiantes que responden incorrectamente, reflejan una confusión en definir las máquinas térmicas, es posible que presenten dificultades a la hora de visualizar cómo el calor puede transformarse en trabajo mecánico, especialmente no trabajar adecuadamente ejemplos en concreto sobre la energía.

Concepción alternativa identificada: Para este caso la identificación de la concepción está relacionada con la relación errónea sobre la conversión de calor y la pérdida de energía, de esta manera no se aproxima el proceso de conversión eficiente "trabajo útil".

#### Sección 1: D.

Enunciado: "El movimiento siempre produce calor"



temperaturas, foco de altas temperaturas, equilibrio térmico, fuelle de calor, convección, sistema, alrededor y transferencia de calor, en la siguiente imagen.

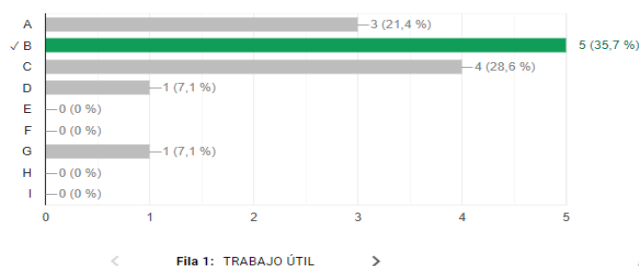


Imagen 62. Tabla estadística Sección 2. Imagen propia (2024)

Para analizar esta parte se tomará sólo en consideración las partes resaltadas denominadas también elementos principales; *trabajo útil*, *equilibrio térmico*, *fuelle de calor* y *transferencia de calor*. De acuerdo con el gráfico las partes debieron haberse ubicado como se observa en la imagen 63.

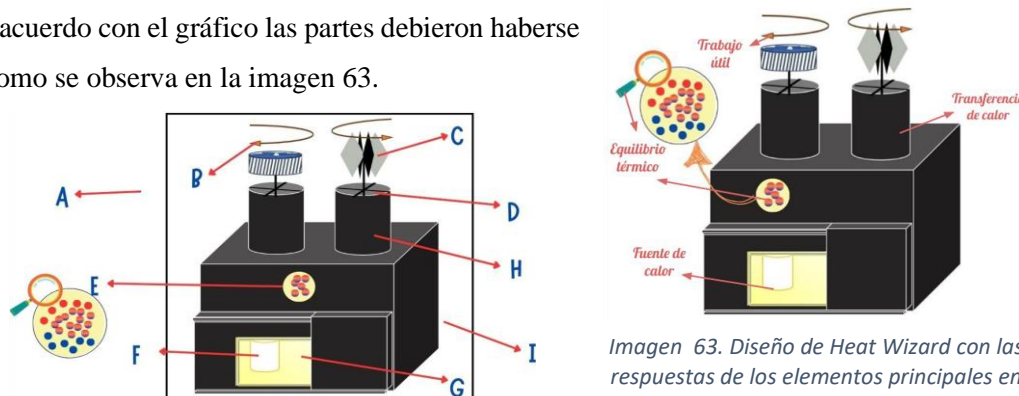


Imagen 64. Diseño de Heat Wizard con asignación de elementos. Imagen propia (2024)

Imagen 63. Diseño de Heat Wizard con las respuestas de los elementos principales en el análisis del diagnóstico. Imagen propia (2024)

La tabla muestra una discriminación de respuestas recogidas de forma individual, haciendo una observación superficial del número de respuestas obtenidas.

Tabla 21. Sección 2[Elementos de la máquina térmica]

Etiquetas	Parte	Ubicada	Relacionada	Otra ubicación	Observación
Trabajo útil	En B	5	5	4	4 estudiantes que tomaron en B relacionados en C colocaron trabajo útil.
	En C	4	6	4	
Equilibrio térmico	En E	10	3	1	Se obtuvo una ubicación correcta en la mayoría de los casos.
Fuente de calor	En F	12	2	0	
Transferencia de calor	En D	13	0	1	

Se buscó centrar su atención en los elementos tales como trabajo útil, equilibrio térmico, transferencia de calor y fuente de calor, este análisis revela cómo identifican y diferencian los conceptos claves relacionados a las máquinas térmicas, especialmente en el funcionamiento, si bien en su 90% responden adecuadamente aún persiste una necesidad por comprender adecuadamente el funcionamiento en los sistemas, pues deben acercarse conceptualmente a la comprensión de la conversión de energía térmica en trabajo mecánico, a continuación se detalla e identifica la concepción alternativa presentes en el elemento principal más crítico.

*Trabajo útil:* en esta parte se observa según la respuesta que poseen dificultad en cómo interpretan el trabajo mecánico, no logrando identificar donde está presente la energía térmica y como esta se convierte en trabajo mecánico del sistema.

Como concepción alternativa se puede establecer que no logran identificar con claridad y asocian el trabajo útil a cualquier mecanismo físico observable que interviene en el movimiento.

### Sección 3:

La sección tres, consiste en identificar la representación más adecuada según los enunciados expresados a continuación, con el fin de reflejar lo que comprendía según su experiencia con los fenómenos térmicos y mecánicos, para este caso existían 2 posibles respuestas:

- a) El calor puede ser convertido en trabajo y viceversa
- b) La energía térmica se transfiere desde un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura.
- c) Dos objetos de diferentes temperaturas están en equilibrio térmico

Enunciado A:

Para este enunciado se espera que reflejen la comprensión entre la relación calor- trabajo, pues el enunciado establece que el calor producido puede transformarse en trabajo y a su vez el trabajo puede generar calor. En la imagen de la opción 1 se observa un camino que tiene llamas saliendo de los tubos de escape y humo en la parte de atrás, simulando un aparente movimiento. En la imagen de la opción 2 se observa la parte inferior de un vagón de tren, justo el sistema de suspensión donde se

El calor puede ser convertido en trabajo y viceversa

 Copiar

14 de 14 respuestas correctas

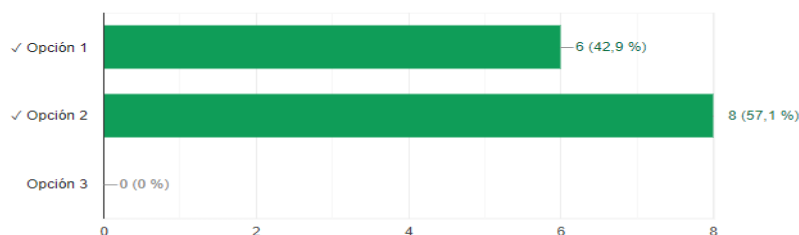


Imagen 65. Tabla estadística Sección 3, enunciado A. Imagen propia (2024)

enfoca en los resortes y el sistema de freno, en la imagen de la opción 3 se observa una serie de ladrillos representados en un escenario.

En todos los casos los estudiantes reflejan comprender la transferencia de energía térmica en



Imagen 66. Imágenes con las respuestas acertadas de la Sección 3, enunciado A. Imagen propia (2024)

trabajo mecánico, como se evidencia en la imagen 1 es una comprensión parcial del proceso, donde hace más notorio la interpretación del calor y el movimiento mientras que en la imagen 2 se observa que comprenden de una forma más clara la conversión de energías, haciendo esta imagen la más acertada dentro de las opciones. Se resalta que en ambos casos poseen un manejo específico sobre la relación calor- trabajo, sin embargo, se identifica como concepción alternativa que suelen asociar el calor a fenómenos visibles.

#### Enunciado B:

Este enunciado pretende que el estudiante muestre cómo se da el proceso de transferencia entre cuerpos al estar con diferentes temperaturas. En la imagen de la opción 1 se observa una olla calentada en un fogón de madera al aire libre.

En la imagen de la opción 2 se observa una olla caliente con alimento cocido, este tiene debajo una tabla que se interpreta que posee aun una temperatura significativa. En la imagen de la opción 3 se observa un astronauta en el espacio.

En esta situación se interpreta que los estudiantes se familiarizaron con las situaciones e identificaron correctamente la transferencia de

calor, aunque de forma parcial ya que estas respuestas están ligadas a escenarios visualmente claros. Se resalta que poseen un manejo específico sobre la transferencia de calor, sin embargo, se identifica como concepción alternativa que suelen asociar el calor a fenómenos visibles.



Imagen 67. Imágenes con las respuestas más acertadas de la Sección 3, enunciado B. Imagen propia (2024)

La energía térmica se transfiere desde un cuerpo o sistema a otro debido a una diferencia de temperatura.



14 de 14 respuestas correctas

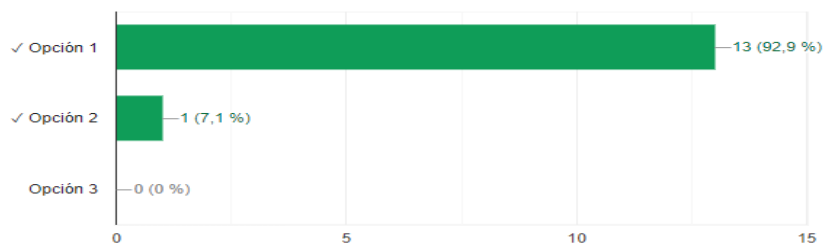


Imagen 68. Tabla estadística Sección 3, enunciado B. Imagen propia (2024)

### Enunciado C:

Para este caso, el enunciado circula en torno a una representación de dos cuerpos en contacto con diferentes temperaturas y al cabo de su interacción se da la transferencia haciendo que el objeto de mayor temperatura cede al cuerpo de menor temperatura y establecer una misma temperatura. En la imagen de la opción 1 se observa dos tazas que debajo tienen un plato, las tazas poseen café caliente. En la imagen de la opción 2 se observa una taza que posee café, dentro de él se encuentra una cuchara

Opción 2

Opción 3

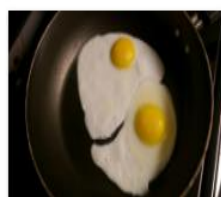


Imagen 69. Imágenes con las respuestas más acetadas de la Sección

metálica. En la imagen de la opción 3 se observa un sartén con dos huevos fritos casi finalizando su cocción, el sartén se encuentra sobre una estufa.

En esta respuesta se establece una comprensión limitada sobre el equilibrio térmico, pues algunos reconocen que el calor puede transferirse de un objeto caliente a uno más frío, dejan en evidencia que asociar el proceso de equilibrio térmico está relacionado a la transferencia de calor. Para este caso la cuchara con el café caliente evidencia el equilibrio térmico, ya que involucra el contacto de dos cuerpos y muestra cómo estos "poseen diferentes temperaturas".

Dos objetos de diferentes temperaturas lleguen a equilibrio térmico



13 de 14 respuestas correctas

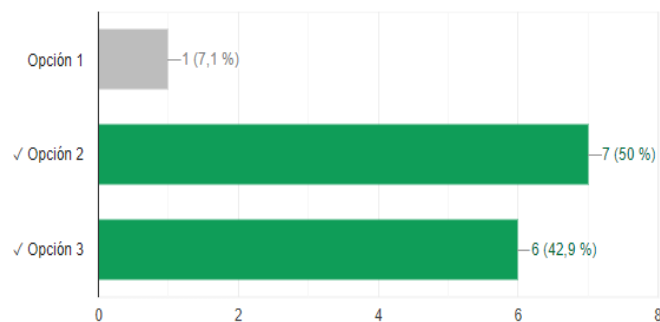


Imagen 70. Tabla estadística Sección 3, enunciado C. Imagen propia (2024)

#### Sección 4:

En esta sección los estudiantes debían responder con sus propias palabras una serie de preguntas relacionadas al fenómeno del calor, donde resaltan la importancia, involucra los sentidos y la interacción con este fenómeno. El entender cómo perciben el calor, desde cómo se eleva la temperatura de un objeto, hasta cómo es percibido por los sentidos el aumento de esa temperatura puede identificar algunas ideas o experiencias que han interpretado cómo el mundo que rodean. Para analizar las respuestas de las preguntas establecidas a continuación se plantea una rúbrica que permita establecer relaciones cualitativas de las preguntas

##### A. ¿Qué pasa cuando algo se calienta?:

Respuesta esperada: Cuando un objeto se calienta, aumenta su temperatura por el incremento de la energía cinética, mediante la transferencia de calor hacia el objeto dado por la fuente de calor. Este proceso de calentamiento se da debido al aumento de energía interna traducido en una mayor temperatura del objeto el cual puede ser medido con un termómetro, como al poner una olla con agua en la estufa con un fogón encendido, se transfiere la energía del fogón a la olla y de la olla al agua, de esta manera aumenta la temperatura del agua hasta llegar a su punto máximo que es la ebullición. Además, este aumento de la temperatura es percibido por la piel al acercarse a la estufa y el cuerpo experimenta radiación térmica debido a la transferencia de calor, pues este aumento depende en gran medida de cada ser humano.

##### B. ¿Cómo sentimos el calor?

Respuesta esperada: Sentimos el calor a través de la transferencia de energía térmica hacia nuestra piel, lo que activa los termorreceptores. Esta energía puede transferirse de tres formas, cuando el calor pasa por contacto directo entre dos objetos, cuando el calor se mueve mediante un fluido, y cuando estamos a exposición solar. Por ejemplo, al tocar una taza de café caliente, experimentamos la conducción del calor desde la taza hacia nuestra mano. Si estamos cerca de una fogata, sentimos el calor por radiación, ya que las ondas de energía térmica se desplazan hacia nuestro cuerpo. Otra de las formas de sentir la transferencia de calor es sintiendo cómo el aire caliente nos rodea y el aumento de la temperatura se evidencia por medio de la piel. La percepción del calor varía entre personas, dependiendo de la sensibilidad de sus receptores térmicos y de la rapidez con la que se transfiere el calor.

#### Rúbrica de evaluación

##### Preguntas A: ¿Qué pasa cuando algo se calienta?:

Tabla 22. Sección 4, pregunta A [Rúbrica de evaluación en situaciones CANC]

Criterios	Muy buena	Buena	Básica	Mejorar
-----------	-----------	-------	--------	---------

Definición científica	Tiene información correcta y carece de errores. Hace uso de conceptos relacionados con el calor.	Incluye algunos conceptos e información que tiene sentido	Presenta algunos errores que afectan conceptos mencionados en la respuesta.	Su información es confusa en torno a la pregunta y no usa conceptos científicos.
Evaluados	III	IIIIIII	III	
Detalle y profundidad	Su explicación es detallada y bien desarrollada	Desarrolla una buena explicación, aunque carece de profundidad	Su explicación es superficial	No desarrolla en detalle la pregunta
Evaluados	III	III	III	III
Aspectos cotidianos	Hace uso de experiencias cotidianas de manera clara para responder la pregunta, refleja cómo estos aspectos influyen en nuestra vida diaria.	Hace una conexión con experiencias, pero no son lo suficientemente claras y profundas	Usa un aspecto cotidiano que no refleja relación con la pregunta	No incluye ejemplos o indicios de experiencias cotidianas.
Evaluados	III	II		IIIIIII

La mayoría de las respuestas de los estudiantes evidencia una amplia comprensión haciendo uso de definiciones científicas o ejemplos cotidianos de manera detallada, sin embargo, algunos muestran en sus respuestas brevedad, haciendo más difícil construir una idea acerca de la pregunta. Dentro de las respuestas de los estudiantes se resalta las siguientes:

Se resalta la necesidad de abordar las experiencias con ejemplos del mundo real para analizar

SE TRANSIERE AL OBJETO, COMO POR EJEMPLO SI ES EL AGUA Y LO PONEMOS A HERVIR AL TENER LA TEMPERATURA ALTA EMPIEZA A BURBUJIAR YA QUE ESTAS PARTICULAS DE DICHA MASA VAN A QUERER SALIR PORQUE NO LES GUSTA EL CALOR  
Aumenta su temperatura y se puede evidenciar a partir del tacto o de la vista, un ejemplo es cuando se hierve agua, se evidencia cuando comienza a burbujear y empieza a salir el vapor de esta misma

*Imagen 71. Respuestas más acetadas de la Sección 4, pregunta A. Imagen propia (2024)*

la teoría detrás de estos procesos y de esta manera enriquecer la comprensión del fenómeno. La concepción alternativa identificada tiene que ver con el interiorizar el proceso complejo que es el movimiento de los objetos microscópicos y cómo se da la transferencia de energía.

Preguntas B: ¿Cómo sentimos el calor?:

*Tabla 23. Sección 4, pregunta B [Rúbrica de evaluación en situaciones CANC]*

Criterios	Muy buena	Buena	Básica	Mejorar
Definición científica	Tiene información correcta y carece de errores. Hace uso de conceptos relacionados con el calor.	Incluye algunos conceptos e información que tiene sentido	Presenta algunos errores que afectan conceptos mencionados en la respuesta.	Su información es confusa en torno a la pregunta y no usa conceptos científicos.

Evaluados	III	III	IIII	I
Análisis sensorial	Explica a detalle cómo los sentidos juegan al “sentir el calor”	Describe qué sentidos están presentes al “sentir el calor”	Menciona algunos sentidos, pero no explica cómo “siente el calor”	No aborda los sentidos y no realiza una mención, descripción o explicación de cómo “siente el calor”
Evaluados	III	III	IIII	II
Aspectos cotidianos	Hace uso de experiencias cotidianas de manera clara para responder la pregunta, refleja cómo estos aspectos influyen en nuestra vida diaria.	Hace una conexión con experiencias, pero no son lo suficientemente claras y profundas	Usa un aspecto cotidiano que no refleja relación con la pregunta	No incluye ejemplos o indicios de experiencias cotidianas.
Evaluados	III	III	IIII	III

La mayoría de las respuestas de los estudiantes mostraron debilidad en la relación de los conceptos con ejemplos cotidianos y la profundidad de sus análisis sensoriales, se generó un panorama sobre la comprensión superficial de cómo perciben el calor, al no poder conectar la teoría con situaciones prácticas o su entorno cotidiano. Algunas de las respuestas más destacadas están:

Los estudiantes tendieron a descripciones generales y superficiales de sensaciones de calor, generalmente es una sensación agradable para el ser, para el cuerpo y esto depende mucho de nuestra homeostasis y nuestra temperatura corporal  
Lo sentimos a través de nuestra piel un ejemplo puede ser cuando tocamos una superficie que se encontraba caliente, por medio de esta sentimos una mayor temperatura.

*Imagen 72. Respuestas más acetadas de la Sección 4, pregunta B. Imagen propia (2024)*

haciendo uso de oraciones como “sensaciones”, en otros casos los estudiantes manejaron los ejemplos cotidianos sin profundidad, mencionando procesos físicos sin mayor detalle, situación que dificulta aún más la forma de comprender la visión de calor.

Preguntas C: A partir de los elementos dados para la máquina, tome uno y construya con sus propias palabras una definición:

Para esta pregunta los estudiantes debían escoger entre los elementos usados en la sección 2: trabajo útil, foco de bajas temperaturas, foco de altas temperaturas, equilibrio térmico, fuente de calor, convección, sistema, alrededor y transferencia de calor. En esta pregunta se establece un análisis acerca del acercamiento a la definición, el funcionamiento, las características y la importancia de esa definición, de acuerdo con las elecciones de los estudiantes se esquematiza la frecuencia en sus respuestas como se refleja a continuación:



Imagen 73. Constancia de respuestas en definiciones de la máquina Heat Wizard.

Las partes principales designadas fueron establecidas por la intención de este diagnóstico y la relevancia dentro de esta investigación, los elementos fueron: trabajo útil y equilibrio térmico.

La mayor parte de los estudiantes definen los elementos principales como por ejemplo en el caso del equilibrio térmico se refleja una serie de definiciones claras sobre qué es el estado en el cual dos cuerpos alcanzan la misma temperatura, en cuanto a su funcionamiento o características son muy precarias las descripciones, pero resaltan la importancia de este concepto dentro del dispositivo.

En cuanto a la construcción de definición, funcionamiento, importancia y las características se encuentra el trabajo útil, si bien estas definiciones fueron específicas ya que en su mayoría lo mostró a partir de ejemplos puntuales que les permitió extender la idea.

En conclusión, los estudiantes demuestran una comprensión fundamental sobre los conceptos de equilibrio térmico y trabajo útil. Para esta sección la concepción alternativa identificada es la profundidad en otras partes que también establecen una relevancia en la relación calor - trabajo, se espera plantear actividades integradoras entre ejemplos prácticos, conexión conceptual y experiencias cotidianas de transferencia de calor, transferencia de calor, así como de analizar y reforzar las ideas que poseen en cuanto a la termodinámica.

### **Sección 5:**

En la sección 5 los estudiantes debían establecer con sus propias palabras como hacen uso de la energía en sus actividades diarias

*¿Cómo utiliza la energía en las actividades diarias?*

Para analizar esta respuesta se establece a partir de comentario específicos que reflejaran si la actividad no se relaciona con las situaciones, si describen en poco detalle la actividad diaria donde usan la energía y si el estudiante muestra una aplicación coherente y clara acerca de cómo se utiliza

la energía. Dentro de los 14 estudiantes evaluados se toman las respuestas de cada nivel para hacer el análisis detallado de la respuesta por parejas.

Estudiante 1 y 2:

En este caso los estudiantes mencionan aspectos relevantes sobre el uso de electrodomésticos en la cocina. Se destaca que la estufa o el horno son utensilios que usan calor en la preparación de alimentos.

Estudiante 3 y 4:

Los estudiantes destacan el uso de la energía térmica en el transporte y los electrodomésticos, realizan descripciones detalladas sobre la aplicación a carros o el refrigerador e incluso el sistema de aire acondicionado.

Estas respuestas establecen un contexto de aplicación y el manejo adecuado del calor y la energía térmica. Cada grupo refleja desde sus experiencias una idea diversa en la manipulación de estos artefactos.

### **Sección 6:**

Para esta sección los estudiantes debían hacer uso de la memoria y establecer un ejemplo sobre lo que creen que es una máquina térmica, y donde la utilizan. De acuerdo con estas respuestas se identifica la concepción alternativa en torno al concepto de máquinas térmicas y su experiencia cotidiana.

En el análisis de esta sección se evidenció que los estudiantes manejan una comprensión de cómo las máquinas térmicas se reconocen en la cocina, el transporte y en el cuidado personal, enlazan sus experiencias cotidianas con principios científicos como la energía y su transferencia

En conclusión, se identifica como concepción alternativa que algunos estudiantes establecen que todos los dispositivos que generan calor o utilizan energía son una máquina térmica, sin comprender cómo se da la conversión de energía térmica en trabajo mecánico.