



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

***APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS: ESTRATEGIA PEDAGÓGICA QUE
POSIBILITA EL APRENDIZAJE DE LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA***

Trabajo de grado presentado para optar al título de:

**Licenciadas en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación
Ambiental**

MARÍA TERESA BOLÍVAR TORRES

KAREN LUCÍA LAMAR RODRÍGUEZ

Asesores:

Diana Paola Martínez Salcedo

Christian Fernney Giraldo Macías

Línea

Aprendizaje Basado En Proyectos

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

MEDELLÍN

2018

Biblioteca Digital

CEDED



DEDICATORIA

A Dios por iluminarme cuando veía todo nublado y mostrarme el camino que debía seguir.

A mi familia, especialmente a mi hermana Mary y mi cuñado Álvaro por tomar mi mano y acompañarme en este largo proceso.

A mi compañera y amiga de traspaso y lucha, Karen, por animarme cuando sentía desfallecer, por sus palabras alentadoras en los momentos de crisis que traían paz en medio de la tormenta y por enseñarme que a pesar de las circunstancias siempre se tiene que luchar por lo que se desea.

María Teresa Bolívar Torres

A Dios, por demostrarme su amor a través de muchas personas, esas que siempre me alentaron a dar lo mejor de mí, voces que nunca permitieron que me diera por vencida.

A mis amorosos padres por acompañarme, apoyarme, por creer en mí y nunca soltar mi mano pese a los kilómetros de distancia.

A mis hermanos, por ser soporte en este largo transitar.

A mis amigos por compartir conmigo su vida, su conocimiento y su amistad.

A mi hijo, mi hermoso Juanes, por enseñarme el valor de los pequeños detalles, por cambiar juguetes por instrumentos de laboratorios y largas jornadas de estudio, por enseñarme a ser valiente, pero sobre todo por enseñar a ser feliz, cada una de estas líneas lleva tu esencia.

A ti María T, mi amiga, el ser de luz que el universo me envió para compartir esta linda experiencia, gracias por enseñarme que el detalle no está en recibir, está en dar con el corazón.

Karen Lucía Lamar Rodríguez



AGRADECIMIENTOS

A nuestros asesores por sus orientaciones pedagógicas y disciplinares, por tenernos paciencia y estar atentos a todas las dudas que surgieron en el camino.

A todos los compañeros, amigos y familiares que nos apoyaron y animaron cuando sentíamos desfallecer y en especial a Claudia García nuestra compañera de práctica a la que acudimos siempre cuando teníamos dudas con la elaboración del trabajo y quien muy amablemente estuvo dispuesta a ayudar.

María Teresa Bolívar Torres

Cuando se es niño, se sueña con ser y ejercer muchas cosas, en mi lista estuvo ser médica, abogada y hasta modelo, con el paso del tiempo algunas fueron cambiando, me aferré a la idea de querer ser Doctora, pero nunca incluí ser Maestra.

De esas jugadas de la vida, logré ingresar a la Universidad a través de una licenciatura, pero yo, tenía todo fríamente calculado, al cabo de 3 semestres me presentaría para cambio de carrera, pero una vez más la vida hizo lo suyo... esto me cautivó, simplemente me enamoré y me he quedado atrapada en la más linda experiencia que he tenido. Acompañada de muchas personas, he podido transitar este largo camino para mí, en mi lucha he reído, he llorado, me he caído muchas veces, lo he intentado una y otra vez, tanto, que algunas veces siento que he vuelto a empezar.

Mirando en retrospectiva, sí, volví a empezar, empecé ese día que tú naciste, me has acompañado en esta larga lucha, me regalaste tus mejores años para que yo lograra un sueño, me acompañaste a tantas clases hijo que esto ya no es mío, esto también es tuyo Juan Esteban y esto es para mis amorosos padres, Jesús Lamar y Nurys Rodríguez, aunque nada compensará los kilómetros de distancias. Gracias a esos amigos que se volvieron mis hermanos, Yesenia Quiceno, Nathalia Acevedo, Nancy Torres y a toda la familia Acevedo Rojas por esas palabras



que siempre me llegaban al alma y gracias a mis hermanos porque han sostenido mis manos en tiempos difíciles.

Gracias a mis asesores por su paciencia, experiencia y dedicación para con nosotras, a ti mi compañera y amiga de batalla, mi María T, por simplemente escuchar y por ser un inmenso apoyo, no hubiese pedido mejor compañera que tú, gracias a mis compañeros de seminario de práctica, por cada consejo y comentario que enriquecieron nuestro trabajo. Gracias a la institución Alfonso Upegui Orozco por recibimos con los brazos abiertos, a nuestros docentes articulados en este trabajo, mil y mil gracias, especialmente a la Docente cooperador Martha Balbín, Gledis Eliana Acevedo Osorio por su apoyo incondicional en esta etapa de nuestro proceso formativo y gracias a los estudiantes de 8° por su participación y aportes.

Gracias muy especiales a todos los docentes que han pasado por mi vida, especialmente a aquellos que me llenan el corazón y me demuestran que aún es posible una educación diferente en nuestro país, gracias Cruz Estrada, María Mercedes Jiménez, Juan Andrés Estrada por enseñar con el corazón.

Gracias también a mi otra universidad, el proyecto de educación complementaria en cabeza de Jacqueline Castaño, no tengo palabras para agradecerte la oportunidad de volver a vivir, de empezar, continuar y seguir avanzando, simplemente, gracias por creer en mí.

Y gracias a ti, por soltarme para que aprendiera a volar.

Karen Lucía Lamar Rodríguez



Tabla de Contenido

Pág.

Resumen -----	12
Introducción -----	14
Planteamiento del problema y Justificación -----	16
Objetivos -----	21
Objetivo general -----	21
Objetivos específicos -----	21
Revisión de la literatura y Antecedentes -----	22
Marco referencial -----	28
Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) -----	28
Características del ABPy -----	31
Teoría del Aprendizaje Significativo -----	34
La enseñanza y el aprendizaje de la termodinámica-----	38
Definiciones sobre los conceptos asociados a la primera ley de la termodinámica. -----	39
Metodología -----	44
Metodología de investigación.-----	44
Contexto de la investigación: -----	46
Criterios de selección de los participantes: -----	48
Propuesta de intervención -----	49
Fases del proyecto: -----	52
Estrategias o técnicas para registrar la información -----	56
Estrategia para el análisis-----	58
Procedimiento de análisis. -----	58
Credibilidad y confirmabilidad -----	59
Codificación-----	59
Descripción de categorías -----	61
Consideraciones éticas -----	62



Resultados y análisis -----	64
Instrumento de ideas previas-----	64
Lanzamiento-----	74
Actividades del proyecto -----	75
Instrumento de indagación final-----	89
Entrevista semiestructurada-----	96
Cierre del proyecto -----	106
Consideraciones finales -----	108
Recomendaciones -----	114
Referencias -----	116
Anexos -----	122



Lista de gráficos

	Pág.
Gráfico 1. Revisión de la literatura en revistas.	22
Gráfico 2. Encuesta a la comunidad, datos aportados por los tres casos.	84
Gráfico 3. Definición de calor.	99
Gráfico 4. Definición de temperatura.	101
Gráfico 5. Relación de la termodinámica con asunto puntuales.	103
Gráfico 6. Ideas alternativas sobre el calentamiento global y las problemáticas ambientales.	105
Gráfico 7. Técnica Phillips 6.6. ZonActiva lenguaje 10. Voluntad.	149



Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. definición de temperatura.	40
Tabla 2. definición de trabajo..	42
Tabla 3. definición de calor..	42
Tabla 4. descripción de los casos.....	49
Tabla 5. contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales a desarrollar durante la elaboración del proyecto.....	51
Tabla 6. descripción de las semanas más relevantes.....	55
Tabla 7. codificación de las categorías y subcategorías de análisis.....	61
Tabla 8. descripción de las categorías.....	62
Tabla 9. transcripción instrumento ideas previas.....	68
Tabla 10. transcripción instrumento final.	91



Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Características esenciales para el diseño de un proyecto..	31
Figura 2. Componentes del estudio de caso.....	46
Figura 3. Características esenciales de un proyecto.....	51



Lista de imágenes

	Pág.
Imagen 1. Lanzamiento del proyecto.	75
Imagen 2. Laboratorio de ciencias. Mecanismos de transferencia de calor.	76
Imagen 3. Práctica de laboratorio virtual.	81
Imagen 4. Puntajes de la cantidad de planetas necesarios para vivir.	82
Imagen 5. Cálculo de la huella de carbono.	83
Imagen 6. Clase de Educación Física.	86
Imagen 7. Construcción prototipo.	87
Imagen 8. Crítica y revisión.	88
Imagen 9. Cierre del proyecto.	107



Lista de anexos

	Pág.
Anexo 1. Solicitud de permiso para intervención investigativa.	122
Anexo 2. Consentimiento informado para la participación en investigaciones.	124
Anexo 3. Instrumento de indagación de ideas previas.	126
Anexo 4. Lecturas contaminación y calentamiento global.	128
Anexo 5. Laboratorio mecanismos de transferencia de calor.	140
Anexo 6. Laboratorio virtual Calor y Temperatura.	142
Anexo 7. Calculo Huella de Carbono.	144
Anexo 8. Encuesta a mi comunidad.	145
Anexo 9. Estrategia Phillips 6.6.	149
Anexo 10. Instrumento Final.	153
Anexo 11. Entrevista semiestructurada.	156
Anexo 12. Formato diario de campo.	165



Resumen

En el presente texto se expone una investigación enmarcada en un enfoque cualitativo sobre el aprendizaje de los conceptos relacionados con la primera ley de la termodinámica, mediante la implementación de una propuesta de enseñanza apoyada en las características esenciales para el diseño de un proyecto, propuestas por el Buck Institute for Education (BIE). Esta investigación, parte de las dificultades de los estudiantes para la comprensión de fenómenos físicos, que en gran medida se deben al lenguaje lógico formal difícil de comprender y la no asociación de estos conceptos con el contexto de aplicación. Para ello, se realizó un estudio de caso múltiple donde fueron seleccionados tres grupos de estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco del municipio de Medellín.

Dicha investigación se implementó en concordancia con la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), que busca, además de favorecer el desarrollo de habilidades científicas, diversificar las estrategias de enseñanza y fomentar el trabajo grupal. Para la recolección, tratamiento y análisis de la información se utilizaron instrumentos característicos del enfoque cualitativo, como la observación, la entrevista y el software de análisis Atlas.Ti

Lo mencionado anteriormente, en concordancia con la pregunta problematizadora y alineado con los objetivos planteados al inicio de la investigación que buscan describir la contribución del ABPy al Aprendizaje Significativo de los estudiantes sobre la primera ley de la termodinámica. De este modo, los resultados obtenidos dieron cuenta de cuatro categorías, ideas



sobre temperatura y calor, ideas sobre trabajo y energía, relación de la primera ley de la termodinámica con asuntos cotidianos y relación de la primera ley de la termodinámica con el calentamiento global, con lo cual se concluye que después de aplicar el proyecto, existen evidencias de aprendizaje significativo, manifestadas en el progreso conceptual de los estudiantes participantes.



Introducción

“Dígame y olvido. Muéstreme y recuerdo.

Involúcreme y comprendo”

(Proverbio Chino)

Este trabajo de investigación, inscrito en la línea “Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)”, se llevó a cabo en la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, en la ciudad de Medellín – Antioquia – Colombia, con 87 estudiantes del grado octavo. Esta investigación se orienta en la implementación de actividades de enseñanza enmarcadas en un proyecto que permita al estudiante reconocerse dentro del aula como sujeto activo y asumir su papel como constructor de conocimiento, en este caso, en las clases de ciencias naturales.

En las siguientes páginas se aborda el planteamiento del problema y la justificación de este estudio, que dieron paso a la construcción de objetivos y una pregunta de investigación. Además, se realizó una revisión de la literatura, que facilitó la construcción de un marco referencial que centró su atención en asuntos puntuales como la estrategia ABPy, el proceso de enseñanza aprendizaje de la termodinámica y el Aprendizaje Significativo y que se constituyen en la base teórica necesaria para analizar luego el cumulo de información que se obtiene. Además, se presenta la metodología enmarcada en un enfoque cualitativo y que tuvo como método central el estudio de caso.



Del mismo modo para la recolección de la información, se tomaron tres grupos como casos de análisis y se utilizaron instrumentos como cuestionarios inicial y final, entrevista semiestructurada y un proyecto con actividades desarrolladas en 10 semanas, distribuidas en tres fases: Apertura (una semana), Ejecución (ocho semanas) y Cierre (una semana) denominado “Ecodomésticos protectores del planeta”.

La información recolectada se codificó con la ayuda del software de análisis cualitativo ATLAS.ti, otorgando credibilidad a los resultados, los cuales fueron analizados a la luz de las categorías emergentes, lo anterior, permitió identificar que la estrategia metodológica utilizada facilita la transversalización de los conceptos. De igual forma, se evidenciaron las dificultades y los aciertos de los estudiantes durante la ejecución del proyecto respecto a los conceptos asociados a la primera ley de la termodinámica como la temperatura, el calor, el trabajo y la energía.



Planteamiento del problema y Justificación

La sociedad a través de la historia ha sufrido una serie de cambios y transformaciones tanto industriales como tecnológicas, en los que la educación ha tenido un papel fundamental. Además, la enseñanza ha sido limitada y estática y la mayoría de las clases magistrales son alejadas del contexto y de las necesidades del estudiantado, sin tener en cuenta que estamos ante una sociedad de la información y que por ello se necesita de una educación acorde a sus necesidades. Tal como lo propone Leymonié (2009):

La concepción de la enseñanza y del aprendizaje ha sufrido cambios significativos en los últimos años, con importantes consecuencias sobre la manera de entender cómo los estudiantes aprenden y, por lo tanto, sobre las posibles metodologías a desarrollar en las aulas. Estos cambios van de la mano con las nuevas concepciones de la ciencia y, por lo tanto, de educación científica (p.12).

De igual manera, Fernández y Aguado (2016), mencionan que debido a esta enseñanza tradicional los estudiantes perciben los contenidos con escasa aplicabilidad al futuro, por lo que es imperante otras alternativas de enseñanza destacadas por su carácter práctico y operativo, en la que el estudiante pase a tener un rol protagónico en su proceso de aprendizaje. En este sentido metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Basado en Retos, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy),



pasan a tener un papel importante ya que parecieran ir en concordancia con estas exigencias.

Al mismo tiempo Benítez (2013), dice que la enseñanza tradicional no logra un cambio conceptual aceptable en los educandos sobre los conceptos de la física, por lo que propone una estrategia de aprendizaje centrada en las concepciones previas que ellos poseen alrededor de los fenómenos físicos, conocida como Aprendizaje Activo de la Física (AAF), en la que, además, los estudiantes deben efectuar predicciones, observaciones, discusiones y síntesis después de la clase, con el fin de que saquen sus propias soluciones a los problemas planteados.

Por otro lado, la enseñanza de la física, especialmente de algunos conceptos asociados a la primera ley de la termodinámica tales como calor, temperatura y trabajo, siendo objetos de estudio de esta investigación, son enseñados en su mayoría, bajo el método tradicional y de forma desarticulada, lo que imposibilita un aprendizaje significativo y una relación directa con las actividades diarias de los estudiantes. Así como se manifiesta en la investigación de Durán (2013)

La forma de enseñar termodinámica es descrita por González (2003), quien, a partir de la revisión de los textos que apoyan la enseñanza de la termodinámica, indica que la definición de los conceptos es superficial y que son explicados exclusivamente bajo un enfoque lógico y matemático, dejando de lado la aplicabilidad del concepto. De igual manera, Furió, Solbes y Furió (2005) afirman que este tipo de textos no consideran las concepciones alternativas de los estudiantes en conceptos importantes como



calor y energía, y además evidencian poco énfasis en la presentación de análisis cualitativos. (p.46)

Adicionalmente, Brahim y Espinoza (2016) aluden que los conceptos anteriormente citados y otros, son presentados en varios textos de forma confusa, incompleta o desubicada, lo que ocasiona que muchos docentes al no tener comprensión y apropiación de estos, los enseñan de manera incorrecta, generando en los estudiantes errores conceptuales que podrían limitar el aprendizaje de otros conceptos que requieran de esta información para su estudio y posterior comprensión.

Así mismo, otra de las dificultades que presentan los docentes para enseñar termodinámica, es que se limitan a guías con experimentos que se realizan sólo en laboratorios, y que, por el poco espacio, instrumentos y materiales, muchas de esas prácticas no son llevadas a cabo, dejando un vacío conceptual que imposibilita que los estudiantes tengan un aprendizaje apropiado.

Aunque esto no ocurre en todos los casos, después de revisar el contexto de aplicación de esta investigación (Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco), se encontraron específicamente problemas asociados a la no inclusión de este tema dentro del plan de área de Ciencias Naturales para el grado octavo entre los años 2012-2017 aunque, en grado once se relaciona con la noción de gases y en noveno con las unidades de temperatura, dejando por fuera asuntos importantes para la explicación de situaciones cotidianas relacionadas con la primera ley de la termodinámica tales como ¿por qué sudamos cuando corremos o por qué



sentimos calor y “frío”? ¿Cómo funcionan algunos electrodomésticos? ¿Cuál es la relación de la termodinámica con el calentamiento global? Lo anterior causa en los estudiantes un vacío conceptual en física, lo que ocasiona una resistencia para la comprensión de los conceptos asociados a la termodinámica, como trabajo, potencia y energía.

La pertinencia de este trabajo, radica en la búsqueda de alternativas para superar las dificultades mencionadas anteriormente, la incorporación en el campo curricular y la planeación de las actividades a la luz de los Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales (2016), los cuales sugieren la enseñanza de esta temática en el grado octavo y para ello se tomó como referente en la planeación el enunciado 1 (Comprende el funcionamiento de máquinas térmicas (motores de combustión, refrigeración) por medio de las leyes de la termodinámica (primera y segunda ley)) (p.27).

De igual manera, se considera para la elaboración y posterior aplicación de esta investigación, algunas habilidades de pensamiento descritas en los Estándares Básicos de Competencia (2004) en Ciencias Naturales para el grado octavo, como:

- ✓ Describo y verifico el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias.
- ✓ Construyo máquinas simples para solucionar problemas cotidianos.
- ✓ Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco puntos de vista diferentes y los comparo con los míos.



De acuerdo a lo anterior, una de las estrategias pedagógicas propuestas para generar un cambio en las formas de enseñar la primera ley de la termodinámica es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), el cual se caracteriza por permitir un cambio en la cultura escolar, fortaleciendo las relaciones maestro-estudiante, maestro-maestro, estudiante-estudiante y en donde el docente pasa de ser quien transmite conocimiento, a ser un mediador y en la misma medida, el estudiante deja de ser quien recibe la teoría para convertirse en el propio constructor de su conocimiento, bajo una atmósfera de cooperación y democracia entre los pares; como lo expresa García & Basilotta (2016) “este método promueve el aprendizaje individual y autónomo dentro de un plan de trabajo definido por objetivos y procedimientos. Los alumnos se responsabilizan de su propio aprendizaje, descubren sus preferencias y estrategias en el proceso” (p.114).

Así mismo, el rol que debe ocupar el estudiante es el de un sujeto crítico, autónomo y reflexivo que asuma su proceso de aprendizaje partiendo del querer hacer, es decir, son ellos quienes en gran medida deciden qué aprender y con qué fin lo hacen, lo que permite que el ABPy sea un detonante para el aprendizaje significativo, que podría permitir la superación de las dificultades planteadas hasta el momento.

Para resolver algunas de las problemáticas descritas anteriormente, se propone la siguiente pregunta de investigación: **¿Cuál es la influencia de la estrategia ABPy en el aprendizaje de los estudiantes sobre la primera ley de la termodinámica?**



Objetivos

Objetivo general

- ✓ Analizar el aprendizaje que logran los estudiantes del grado octavo sobre la primera ley de la termodinámica a través de la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)

Objetivos específicos

- ✓ Identificar las evidencias de aprendizaje de los estudiantes sobre la primera ley de la termodinámica al aplicar un proyecto de aula.
- ✓ Reconocer las relaciones que plantean los estudiantes sobre la primera ley de la termodinámica y el calentamiento global.
- ✓ Valorar la potencialidad de la estrategia ABPy para la enseñanza de la primera ley de la termodinámica.



Revisión de la literatura y Antecedentes

Para la revisión de la literatura se acudió a revistas de investigación nacional e internacional y a algunas bases de datos (EBSCO, Scielo y Dialnet) y los resultados se pueden apreciar en el gráfico 1. Para facilitar la búsqueda de la información, se utilizaron algunos criterios de búsqueda como:

- Artículos de investigación entre los años 2010 y 2018
- Relaciones entre termodinámica y Aprendizaje basado en proyectos o termodinámica y aprendizaje significativo.
- Artículos que preferiblemente reporten resultados de aplicación para los niveles de básica secundaria y media.



Gráfico 1. Revisión de la literatura en revistas.



Tomando como base los hallazgos anteriores, entre los documentos se encontraron estudios que hablan de la importancia del Aprendizaje Basado en proyectos (ABPy) y de cómo esta estrategia posibilita una mejor comprensión de la teoría, tal como lo menciona Ramírez (2014) en su investigación: *El aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje de conceptos de calor y temperatura mediante aplicaciones en cerámica*, quien plantea que los estudiantes tienden a confundir los conceptos de calor y temperatura, además no reconocen cuáles son los mecanismos de transferencia de calor, por lo que, según él, mediante la aplicación del ABPy se puede evaluar la efectividad de este conjunto de estrategias, lo que permitió validar su influencia positiva en cuanto al aprendizaje de estos conceptos.

Así mismo, plantea que esta estrategia permite de forma positiva, lograr un aprendizaje significativo de los conceptos de física en los estudiantes, articular otras áreas del saber, como el arte y también reconoce el ABPy como un medio para iniciar a los estudiantes en la investigación, considerando esta estrategia una herramienta valiosa para los maestros.

Otro de los trabajos rastreados fue el de Leal & Sánchez (2010), en el que se encontró que la educación se está pensando en pro del estudiante, para que se vean involucrados activamente en el proceso de enseñanza y puedan relacionar los conceptos con el contexto, generando un aprendizaje significativo. Esta investigación fue presentada en el



PBL 2010. Congreso Internacional realizado entre los días 8 y 12 de febrero del mismo año en Sao Paulo, Brasil y se titula *Implementación de una Metodología Activa para el Aprendizaje Significativo en Calor y Temperatura*, cuyo objetivo fue “implementar una unidad didáctica para enseñar y aprender conceptos, procedimientos y actitudes en la unidad didáctica de calor y temperatura bajo ABP”.

Lo más interesante de esta investigación fue el uso de un tema macro como lo es el calentamiento global, para llegar a contenidos más específicos como la diferencia entre calor y temperatura, propagación de calor, equilibrio térmico, entre otros. Lo anterior se realizó en dos grupos, en el primero se utilizó el aprendizaje significativo a través de resolución de un problema integrador y contextualizado (ASARPIC), y en el otro, se trabajó bajo una metodología de enseñanza tradicional (clases expositivas). Uno de los resultados de la investigación apunta a la obtención de un mayor grado de aprendizaje significativo en el grupo 1 en comparación con el grupo 2. Lo cual es de gran aporte a nuestro trabajo, al permitirnos comprender, cómo, a partir de la realidad de los estudiantes se pueden enseñar conceptos como el calentamiento global asociado a la termodinámica.

Por otra parte, Dúran & Dúran (2013) en su investigación titulada *La Termodinámica en los estudiantes de Tecnología: una experiencia de Aprendizaje Cooperativo*, hacen una revisión bibliográfica de las dificultades de la enseñanza de la termodinámica y las críticas que se le hace a ésta, es por ello que algunas de esas referencias se tienen en cuenta para esta investigación, así mismo, se mencionan diversas metodologías de



enseñanza y aprendizaje de la termodinámica. La metodología propuesta (aprendizaje cooperativo) se llevó a cabo con 33 estudiantes de la Universidad Simón Bolívar, entre los 18 y 27 años. Para el desarrollo de esta propuesta, se sugirió resolver un problema en equipos, bajo la técnica “pasa el problema” con el fin de resolver problemas y transferir lo que han aprendido a situaciones nuevas.

Con esta investigación se logró observar que la estrategia Aprendizaje Cooperativo permitió en promedio resolver más del 70,90% de los problemas relacionados con los sistemas mecánicos y aeronáuticos planteados, en cambio, con la estrategia convencional los alumnos no llegaban a resolver más de un 40% debido a que carecían de la aplicabilidad de los conceptos básicos, pues solo se les exigía la resolución lógico-matemática de los problemas, quedando limitada la comprensión de estos fenómenos a conceptualizaciones abstractas sin aplicabilidad real o práctica.

De igual manera, Benítez (2013), manifiesta que la enseñanza tradicional no logra un cambio conceptual aceptable en los educandos sobre los conceptos de la física, por lo que propone una estrategia de aprendizaje centrada en las concepciones previas que ellos poseen alrededor de los fenómenos físicos, conocida como Aprendizaje Activo de la Física (AAF), en la que los estudiantes debían efectuar predicciones, observaciones, discusiones y síntesis después de la clase, con el fin de que saquen sus propias soluciones a los problemas planteados.

Por otra parte, Dumrauf & Cordero en el (2004), en su texto “*¿Qué cosa es el calor?*” *Interacciones discursivas en una clase de Física*”, en el Grupo de Didáctica de



las Ciencias, IFLYSIB, UNLP-CONICET-CIC, Argentina, realizaron un análisis de las interacciones discursivas entre un docente y sus alumnos de física sobre el concepto de calor, en una actividad que se inicia con la explicación de ideas previas sobre este concepto. Como conclusión se obtuvo que es importante tener en cuenta las ideas previas de los estudiantes, ya que permiten que sean involucrados en la construcción de las definiciones, “el docente tomó las palabras de los alumnos y con ellas fue entretejiendo un nuevo discurso, en el que inició una aproximación al conocimiento científico, vinculando las nociones de calor y energía” (p.134).

Es pertinente mencionar que en el 2011 se realizó el 5° Congreso Nacional de Enseñanza de la física, en Bogotá, Colombia, en el cual Osorio & Patiño presentaron su investigación titulada “*Conceptos de termodinámica entendidos desde la experimentación (calor, temperatura, energía)*” en la que pretendían modificar esas concepciones previas que traían los estudiantes de la Institución Educativa Distrital OEA,¹ a través de prácticas de laboratorio, en la que se inducía a que experimentaran con los sentidos de la vista y el tacto para determinar la diferencia de temperatura en algunos líquidos con volúmenes diferentes, también se les hacían preguntas acerca de los preconceptos con el fin de comprobar si había alguna diferencia antes y después de la explicación y la experimentación en la clase.

¹ <http://colegiooea.edu.co>



Así mismo, se elaboraron tablas para mostrar las ideas iniciales y posteriores de los estudiantes, corroborando un aprendizaje de los conceptos propuestos. Se obtuvo como conclusión que los estudiantes tienen conceptos errados debido al uso “vulgar” de esas palabras, pero que, aunque se trata de conceptos difíciles de interiorizar, si se explican adecuadamente, se pueden entender de manera sencilla.



Marco referencial

Para sustentar esta investigación se definen algunos referentes conceptuales que se pretenden constituir en fuente de información para la posterior triangulación y análisis que se pueda obtener al aplicar la propuesta didáctica, entre ellos tenemos: Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), Aprendizaje Significativo y la primera ley de la Termodinámica.

Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)

El aprendizaje Basado en Proyectos es una propuesta innovadora que busca integrar al estudiante en la construcción de su conocimiento, de tal manera que este pasa a ser el protagonista de su aprendizaje de forma autónoma, y el docente se convierte en un facilitador. Ciro (2012), manifiesta que

es una alternativa formativa que trasciende los principios de la pedagogía activa, pues permite comprender el contexto real del desempeño profesional articulando conocimientos propios de la disciplina e intentando lograr un sinergismo que conduzca a una formación integral (p.17).

Por otro lado, Mergendoller y Thomas, 2005, plantean los principios básicos del aprendizaje por proyectos:



- ✓ Trabajar hacia la solución de problemas relevantes para la vida y el contexto de los estudiantes, adquiriendo conocimientos y habilidades por medio de la investigación, la práctica y la creación.
- ✓ Estructurar cuidadosamente y de manera lógica todos los componentes de un proyecto: roles y responsabilidades individuales y de grupo, objetivos pedagógicos, recursos materiales y tiempo.
- ✓ Evaluar de manera plural y multifacética, enfatizando no solo el resultado final, sino también el proceso. Es necesario ir más allá de la evaluación de conocimiento, poniendo énfasis de igual manera en aquellas competencias necesarias que permiten buscar, generar, interpretar, aplicar y compartir el conocimiento. Estas son: pensamiento crítico, colaboración, comunicación y creatividad, entre otras.
- ✓ Tomar decisiones de forma participativa. Los estudiantes deben ser dueños de su aprendizaje para que este sea verdaderamente valioso y enriquecedor. Por lo tanto, las decisiones importantes en cuanto a las temáticas, formatos y estructura de los proyectos deben ser tomadas de manera consensuada con los profesores y alineadas con sus intereses y habilidades personales.

Así mismo, resulta oportuno mencionar, que esta investigación retoma la propuesta de trabajo por proyectos del Buck Institute for Education (BIE, 2010), la cual es una organización sin ánimo de lucro que “crea, reúne y comparte prácticas de enseñanza y



productos de aprendizaje de alta calidad basados en proyectos (PBL) y brinda servicios altamente efectivos a docentes, escuelas y distritos”.²

Sin embargo, como toda estrategia didáctica, ésta tiene sus limitaciones y dificultades; tales como los recursos para la ejecución del proyecto, necesarios para obtener un producto tangible o intangible bien estructurado, funcional y estéticamente presentable, que permita cumplir con todas las características estipuladas. Otra de las dificultades es integrar y coincidir los diferentes horarios para comunicarse entre los integrantes, ya que al ser un proyecto que consta de varias semanas y que entre sus objetivos está el trabajo en equipo es indispensable que como grupo esté en constante comunicación.

De igual manera, está la dificultad para integrar las diferentes áreas, siendo necesario disponer de tiempo adicional por parte del docente para la planeación de las clases y adaptar el contenido a lo requerido en el proyecto, lo que amerita de un mayor tiempo, esfuerzo y trabajo en equipo por parte de los docentes, además de la utilización de nuevas estrategias de aprendizaje.

Del mismo modo, se hace necesario resaltar que esta estrategia tiene ocho características propuestas por Larmer, Mergendoller & Boss (2015) las cuales fueron retomadas y traducidas por Ruta N en el marco del proyecto Generación N (2017), otorgándole sentido y pertinencia a la estrategia, (ver figura 1).

² tomado de <http://www.bie.org/about>.

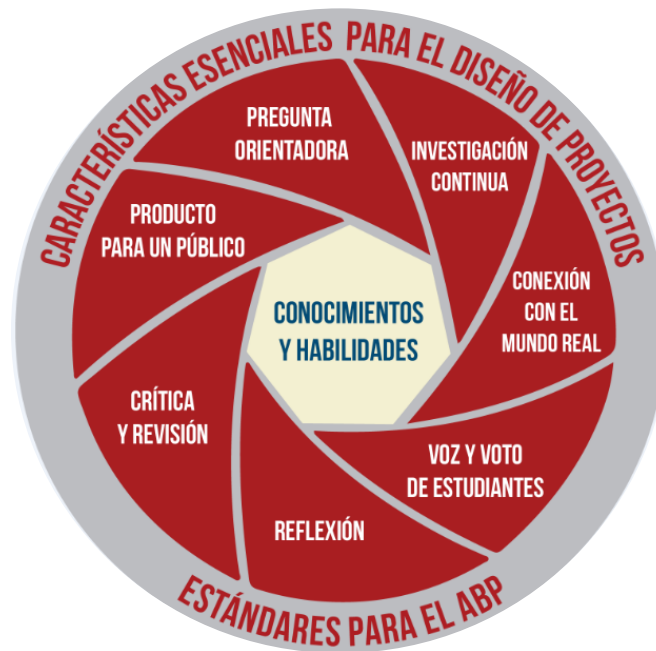


Figura 1. Características esenciales para el diseño de un proyecto. Larmer Mergendoller & Boss (2015).

Características del ABPy

Retomando lo expuesto anteriormente, a continuación, se describen cada una de las características expuestas en la figura 1.

1. Conocimientos y Habilidades: Esta característica apunta al aprendizaje de los estudiantes en relación con el contenido académico y el desarrollo de habilidades para el siglo XXI. En cuanto a los conocimientos, el ABPy debería partir de la revisión de los estándares propuestos por el Ministerio de Educación Nacional para la selección adecuada de los contenidos que serán considerados como fundamentales y necesarios para la ejecución de un proyecto. Así mismo,



se tienen en cuenta entre las habilidades, la capacidad de pensar críticamente y resolver problemas, trabajar bien con los demás y asumir el proyecto con responsabilidad.

2. Problema o pregunta orientadora: Es el eje central del proyecto, ya que es a partir de ésta que el trabajo toma forma, pues una pregunta bien estructura y llamativa que gire en torno a una necesidad real o un tema de importancia para los estudiantes, despierta interés.

3. Investigación continua: Se caracteriza por la búsqueda constante de información en diferentes fuentes, como, libros de texto, páginas web, revistas de investigación, prensa, entre otros, o con entrevistas con expertos o usuarios que tengan relación con la temática de interés para el proyecto.

4. Conexión con el mundo real: esta característica hace alusión a la pertinencia del proyecto en la vida real, lo que aumenta la motivación y el aprendizaje de los estudiantes, permitiendo unir lo que aprenden en el aula de clase con su accionar diario, abordando necesidades que se presenten dentro de la institución o fuera de ella. La interacción con expertos y las salidas pedagógicas son alternativas que se relacionan con esta característica en particular.

5. Voz y voto de los estudiantes: Manifiesta la importancia de que los estudiantes tengan parte en las decisiones que se toman sobre las diferentes fases del proyecto, desde las preguntas que surgen, hasta los recursos que usarán para encontrar información, o los roles que asumen del equipo y los productos que van a crear, lo que los motiva y crea sentido de pertenencia hacia ellos.



6. Reflexión: Durante el proceso, la reflexión se debe dar de manera implícita como parte personal de cada estudiante, pero también de forma explícita, a través del proceso de evaluación continua como parte formativa. Siempre debe apuntar a que el estudiante se pregunte ¿qué está haciendo?, ¿por qué y cómo lo está haciendo? También como parte de su proceso está el pensarse por el conocimiento adquirido y las habilidades desarrolladas, lo que les ayuda a que interioricen lo que esto significa y establezcan metas para un mayor crecimiento.

7. Crítica y revisión: Hace énfasis en enseñar a los estudiantes cómo recibir o aportar una opinión a los proyectos para que entre todos hagan construcciones conjuntas, teniendo en cuenta que también se puede contar con la opinión de padres de familia y otras personas, en este caso pertenecientes a la comunidad educativa.

8. Producto para un público: El producto final es quizás una de las características más distintivas de esta estrategia, ya que de forma tangible o intangible permiten ver lo que los estudiantes han aprendido, así mismo, los motiva y anima para crear un producto de alta calidad, el cual debe ser presentado y expuesto a la comunidad educativa, demostrando con ello, el aprendizaje y las habilidades adquiridas en el desarrollo del proyecto.

Teniendo en cuenta las características anteriores, es preciso mencionar que son esenciales para dotar de rigurosidad el trabajo por proyectos, generando prácticas de aula que tengan en cuenta la voz de los alumnos, potenciando la autonomía y el desarrollo de habilidades científicas.



Teoría del Aprendizaje Significativo

El aprendizaje significativo, según Rodríguez (2004), es una teoría psicológica que se ocupa de los medios que el individuo utiliza para educarse, poniendo énfasis en lo que pasa en el aula cuando el estudiante aprende, es decir, en las condiciones, en las consecuencias y en los resultados que se dan para que se produzca ese aprendizaje. Esta teoría aborda los elementos necesarios para garantizar la adquisición, la retención y la asimilación de los insumos que la escuela brinda a los alumnos para que se produzca un aprendizaje. Además, según este mismo autor citando a Pozo (1989) “Se trata de una teoría constructivista, ya que es el propio individuo-organismo el que genera y construye su aprendizaje” (p.2)

Por otra parte, teniendo como referencia que el aprendizaje significativo se caracteriza por la interacción entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo y que este a su vez nos ayuda a formular conocimientos más estructurados, es importante mencionar lo que plantean Ausubel, (1976,) y Moreira, (1997), (citado en Rodríguez, 2004)

El aprendizaje significativo es el proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento o información con la estructura cognitiva del que aprende de forma no arbitraria y sustantiva o no literal. Esa interacción con la estructura cognitiva no se produce considerándola como un todo, sino con aspectos relevantes presentes en la misma, que reciben el nombre de subsumidores o ideas de anclaje.



Igualmente, para que se produzca un aprendizaje significativo han de tenerse en cuenta dos condiciones esenciales, como lo son, actitud o predisposición para aprender y la presentación de un material potencialmente significativo, lo que requiere a su vez, que el material tenga significado lógico, y que existan ideas de anclaje adecuadas en el sujeto que permitan una mejor interacción con el material. También, se hace necesario conocer las características que permiten generar unas condiciones propicias para la efectividad de dicha teoría, mencionadas por Moreira (2005), y retomadas a continuación:

- ✓ **La diferenciación progresiva:** es el proceso continuo de crecimiento, elaboración y modificación de los conceptos inclusores, es decir, en un principio se deben presentar las ideas más generales del contenido, y progresivamente ir profundizando en ellas, por lo que las ideas generales deben ser retomadas periódicamente favoreciendo así su diferenciación progresiva.
- ✓ **La reconciliación integradora:** hace referencia a que la programación del contenido “debe explorar, explícitamente, relaciones entre las diferencias y similitudes relevantes y reconciliar inconsistencias reales y aparentes”.
- ✓ **Organización secuencial:** consiste en secuenciar los tópicos, o unidades de estudio, de manera tan coherente como sea posible (observados los principios de diferenciación progresiva y reconciliación integradora) con las relaciones de dependencia naturalmente existentes entre ellos en la materia de enseñanza.



- ✓ **Consolidación:** nos lleva a insistir en el dominio (respetada la progresividad del aprendizaje significativo) de lo que está siendo estudiado antes de introducir nuevos conocimientos. Es una derivación natural de la premisa de que el conocimiento previo es la variable que más influye en el aprendizaje subsecuente.

Además, se han tener en cuenta los mapas conceptuales y el diagrama V, descritos a continuación, si se quiere facilitar un aprendizaje bajo esta teoría, ya que son herramientas que permiten simplificar la información tomando lo más valioso de esta, de manera que se pueda comprender mejor.

Los mapas conceptuales son diagramas jerárquicos creados a partir de la relación entre conceptos, permitiéndoles organizar de manera gráfica y simplificada. El objetivo de un mapa conceptual es crear una idea con sentido por medio de enlaces y conectores que se analizan fácilmente, del mismo modo indica (1997), indica que “de una manera general, los mapas conceptuales, o mapas de conceptos, son sólo diagramas que indican relaciones entre conceptos, o entre palabras que usamos para representar conceptos”.

Los diagramas V (uve heurística o epistemológica) son instrumentos heurísticos para el análisis de la estructura del proceso de producción del conocimiento (entendido como las partes de dicho proceso y la manera como se relacionan) y para “desempaquetar” conocimientos documentados bajo la forma de artículos de investigación, libros, ensayos. Moreira (2005).



De acuerdo con lo anterior y tomando como referencia los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, (MEN, 2004) los docentes deben comprender que sus estudiantes llegan a las aulas de clase con saberes previos, propios de su cultura, los cuales pueden influir en la manera como ven el mundo y que deben ser aprovechados para generar procesos de enseñanza, ya que se aprende a partir de lo que ya se sabe. También, se debe incentivar al estudiante a que sea una persona crítica, que se pregunte por el contenido, que dude de él y la proveniencia de lo que se le enseña en el aula.

Sobre las consideraciones anteriores, resulta oportuno mencionar la definición que da Moreira M, A (2015) sobre el aprendizaje significativo crítico.

Es aquella perspectiva que permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella. Se trata de una perspectiva antropológica en relación a las actividades de su grupo social, que permite al individuo participar de tales actividades, pero, al mismo tiempo, reconocer cuándo la realidad se está alejando tanto que ya no se está captando por parte del grupo. (p.7)

Partiendo de la idea de generar un aprendizaje significativo, es preciso hacer la salvedad de que esta teoría se caracteriza porque el principal fin, es que el sujeto pueda comprender, representar y resolver situaciones propias de su vida y adoptar una postura crítica frente a todos los escenarios que se le puedan presentar, además para que un aprendizaje más que significativo sea crítico, es importante que el que aprende sea



subversivo manifestando su disposición a analizar los materiales que se le presentan desde diferentes puntos de vista, a cuestionarse qué es lo aprende y para qué, y sobre todo, como lo señala Ausubel, es crucial su disposición de aprendizaje.

La enseñanza y el aprendizaje de la termodinámica

El aprendizaje de las ciencias es parte fundamental de un individuo para que se desarrolle integralmente en una sociedad, tal como lo propone Hernández, 2005 *“el ciudadano de hoy requiere una formación básica en ciencias si aspira a comprender su entorno y a participar en las decisiones sociales”* que cada día crece aceleradamente gracias, en parte, a la tecnología y la ciencia. Es por ello que resulta necesario comprender que el conocimiento parte de un proceso dinámico e interactivo a través del cual la información es interpretada de acuerdo con la realidad preexistente, por lo que el docente debe partir de allí para impartir una enseñanza contextualizada a partir del aprendizaje previo de los estudiantes. En palabras de Domínguez, de Pro Bueno y García, (1998),

algunos de los esquemas que poseen los alumnos tienen origen en el lenguaje diario, heredero de obstáculos epistemológicos superados, basado en intuiciones y modelos científicos hoy en desuso, los cuales no han experimentado cambio después de la instrucción. En este dominio conceptual tenemos un ejemplo paradigmático: las palabras calor y caliente forman parte del vocabulario de los niños desde las edades más tempranas, son usadas en la descripción de situaciones familiares y muchos estudiantes construyen toda una serie de conceptualizaciones



sobre la naturaleza y comportamiento de los objetos fríos y calientes que les rodean (p. 461)

En este sentido, para la enseñanza de la física y específicamente la primera ley de la termodinámica, se hace necesario considerar asuntos que deberían tenerse en cuenta al momento de aplicar una estrategia de enseñanza, principalmente desde la idea de la indagación de las concepciones alternativas.

A continuación, se dará una definición y algunas concepciones alternativas de los conceptos que se consideran de mayor importancia para esta investigación, tales como temperatura, calor, energía y trabajo, enmarcados en la primera ley de la termodinámica, y que se abordarán durante la aplicación de la estrategia.

Definiciones sobre los conceptos asociados a la primera ley de la termodinámica.

Según Morales (2006), La termodinámica es “la transferencia de energía que ocurre cuando un sistema sufre un determinado proceso que produce un cambio llevado de un estado a otro del sistema (p.5)”.

Con relación a la temperatura Varón (2012, p.12) en su trabajo recoge la definición de varios autores sobre este concepto, recopilados en la tabla 1.



AUTORES	DEFINICIÓN
Alvarenga, B.& Máximo, A. (1983) Física General. México D.F.: Editora Harper Y Row Do Brasil.	...se trata de una medida de la mayor o menor agitación de las moléculas o átomos que constituyen el cuerpo. P 360.
Quiroga. J. E. (1975) Física 1, primera parte. Medellín Colombia.: Editorial Bedout S. A	Propiedad de un cuerpo, tiene que ver con su agitación molecular o sea con la energía cinética de sus moléculas. P 229
Segura, D. Rodríguez, L. & Zalamea, E. (1982) Fundamentos de física 1. Bogotá. Colombia.: Editorial McGraw –Hill	No define explícitamente. Afirma que es una variable de estado. P 234
Valero, M. (1995) Física fundamental 1. (1ª edición, 19ª reimpresión). Bogotá Colombia.: Editorial Norma S.A.	...utilizamos nuestro sentido térmico para atribuirle una propiedad a denominada temperatura, que determina si sentimos calor o frío. P 181. La relación con la energía cinética es la energía transferida entre 2 cuerpos en interacción debida a una diferencia de temperatura. P 184. Si A y B se encuentran en equilibrio térmico con C, entonces A y B están en equilibrio térmico entre sí. P 182. Si un cuerpo A a una temperatura mayor que la de otro cuerpo B, se pone en contacto con B, se presenta un flujo de energía de A a B hasta que se consiga el equilibrio térmico de los dos cuerpos. A y B alcanzan una temperatura igual intermedia a los valores que poseían inicialmente. P 184. 13 media por molécula...en un gas perfecto. P 198.
Zitzewitz, P. W. Neff, R. F & Davids, M. (1996) Física 1 principios y problemas. (2ª edición). Bogotá Colombia.: Editorial McGraw –Hill.	Propiedad de un objeto que corresponde al grado de calor, medido sobre una escala específica. P 252.

Tabla 1. *Definición de temperatura. Recuperado de Varón (2012)*



En cuanto al concepto de temperatura, se encontró en la investigación realizada por Ramírez (2014) que la temperatura es considerada como la fiebre en los humanos, no se concibe como un aspecto que puede ser medido sino como una cualidad y se confunde repetidamente con el concepto de calor. Además, Castiñeiras, (1998) en su investigación titulada *Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura: un estudio transversal*, encontró que para los estudiantes la “Temperatura = calor. Temperatura y calor son sinónimos y aquella, en todo caso, mide la cantidad de calor que tiene el sistema. La temperatura depende de la masa o del volumen” (p. 462) Así mismo, Alomá (2007) por su parte, menciona varias definiciones de libros universitarios, define trabajo y calor, tal como se muestran en las tablas 2 y 3 respectivamente.

Autores	Definición
Burghardt	Acción de una fuerza, F, ejercida en un desplazamiento, X, en la dirección de dicha fuerza. (p.31)
Cengel Y Boles	Interacción energética que no es causada por una diferencia de temperatura entre un sistema y sus alrededores. (p.166)
Jones Y Dugan	Interacción entre un sistema y su entorno. (p.44)
Manrique Y Cárdenas	Interacción energética entre un sistema y sus alrededores, a través de aquellas porciones de los límites del sistema en que no hay transferencia de masa, como consecuencia de una propiedad intensiva diferente de la temperatura entre el sistema y sus alrededores. (p. 18)
Russel Y Adebisi	Interacción entre un sistema y su entorno. (p.55)



Van Wylen, Sonntag Y Borgnakke	Forma de energía. (p.91)
Wark Y Richards	Producto de una fuerza F por el desplazamiento, ΔS medidos ambos en la misma dirección. (p.34)

Tabla 2. *Definición de trabajo. Tomada de Alomá (2007).*

Autores	Definición
Burghardt	Energía que atraviesa la frontera de un sistema debido a una diferencia de temperaturas entre dicho sistema y sus alrededores. (p.39)
Cengel Y Boles	Forma de energía que se transfiere entre dos sistemas debido a una diferencia de temperatura (p.122)
Jones Y Dugan	Interacción entre un sistema y su entorno, provocada por una diferencia de temperaturas entre el sistema y su entorno. (p.62)
Manrique Y Cárdenas	Interacción energética entre un sistema y sus alrededores, a través de aquellas porciones de los límites del sistema en que no hay transferencia de masa, como consecuencia de una propiedad intensiva diferente de la temperatura entre el sistema y sus alrededores. (p. 18)
Russel Y Adebisi	Interacción entre un sistema y su entorno. Es un efecto de un sistema sobre su entorno que ocurre en la frontera del sistema debido a un gradiente de temperatura entre el sistema y su ambiente. (p.60)
Van Wylen, Sonntag Y Borgnakke	Forma de energía que, a una temperatura dada, se transfieren a través de los límites de un sistema a otro sistema que está a una menor temperatura y que sucede en virtud de la diferencia de temperatura entre dos sistemas. (p.105)
Wark Y Richards	Transferencia de energía a través de la frontera de un sistema debido a una diferencia de temperatura entre el sistema a y si entorno. (p.46)

Tabla 3. *Definición de Calor. Recuperado de Alomá (2007).*



De la misma manera para el concepto calor, en el trabajo de Ramírez (2014) se plantea que este se asocia con temperaturas altas, se cree que las cosas tienen calor, como si se tratara de una sustancia en sí misma. En el mismo sentido, Castiñeiras (1998), encontró que el calor es algo material, contenido en el cuerpo (sistema); cuanto más calor tiene el cuerpo más caliente estará. En los cuerpos el calor puede pasar de unas partes a otras o de unos cuerpos a otros.

Por último, Van Wylen, Sonntag y Borgnakke (s.f), definen la energía “como la capacidad de producir un efecto (p.43), así mismo, Alomá (2007), propone como definición alternativa, “propiedad de todo cuerpo o sistema material o no material que puede transformarse modificando su situación o estado”. (p. 482).

Lo anterior se considera de importancia para esta investigación porque aporta referentes teóricos que nos permite tener un punto de partida para contrastar los resultados de los casos analizados.



Metodología

A continuación, se presenta la metodología de investigación y la propuesta didáctica utilizada, ambas necesarias para lograr los objetivos planteados.

Metodología de investigación.

El paradigma bajo el cual se abordó el presente trabajo fue la investigación cualitativa, ya que permite observar y tener una interacción directa con los estudiantes, permitiéndonos comprender su entorno y cómo estos lo perciben. (Hernández R. Et al, 2014).

De igual manera, Mertens (2010), Preissle (2008) y Coleman y Unrau (2005), consideran que la investigación cualitativa es particularmente útil cuando el fenómeno de interés es muy difícil de medir o no se ha medido anteriormente (deficiencias en el conocimiento del problema). En resumen, el punto de partida de una indagación cualitativa es la presencia del investigador en el contexto, donde comienza su inducción. Hernández R. Et al (2014, p.358)

De acuerdo con lo anterior, el método propuesto para esta investigación es el estudio de caso que según con Larrinaga (2007) quien cita a Yin (1989) tiene unos rasgos distintivos, entre los cuales destacamos, para la pertinencia de nuestro trabajo, que permite estudiar temas poco abordados y con gran pertinencia con el entorno real de los participantes (p.23)



Además, según Hernández, R. Et al (2007)

El estudio de casos permite realizar un diseño de investigación particularmente apropiado para estudiar un caso o una situación con cierta intensidad en un periodo de tiempo corto (aunque hay casos que pueden durar más). La fuerza del estudio de casos radica en que permite concentrarse en un caso específico o situación e identificar los distintos procesos interactivos que lo conforman (p.199)

Para esta investigación se utilizó el estudio de caso múltiple, porque nos permite entender y comprender las dinámicas de cada una de las partes que conforman el grupo, para trabajarlas o entenderlas como un todo. Se considera de utilidad este método porque se pretende observar, analizar y describir lo que acontece en el aula de clase a medida que se avanza en el proceso de enseñanza de la primera ley de la termodinámica, para ello se tendrán en cuenta tres casos, cada uno conformados por cuatro o cinco estudiantes.

Además, esta investigación es de corte descriptivo e interpretativo, dado que, se busca describir con minuciosos detalles el grupo, los temas, procesos y objetos analizados, categorizados de forma individual para una rica descripción.

Hernández et al (2014)

Con el fin de registrar la información necesaria para esta investigación, se han seleccionado instrumentos que contribuyan con dicho objetivo, los cuales serán detallados más adelante. Así mismo, el contexto y los criterios para seleccionar los casos



a analizar, lo que permitió a su vez, diseñar una propuesta de intervención acorde a las necesidades de los estudiantes.

En la figura (2), adaptada del modelo de rayuela de Jorrín (2016), se presentan los asuntos más relevantes de este método en el marco de la presente investigación.

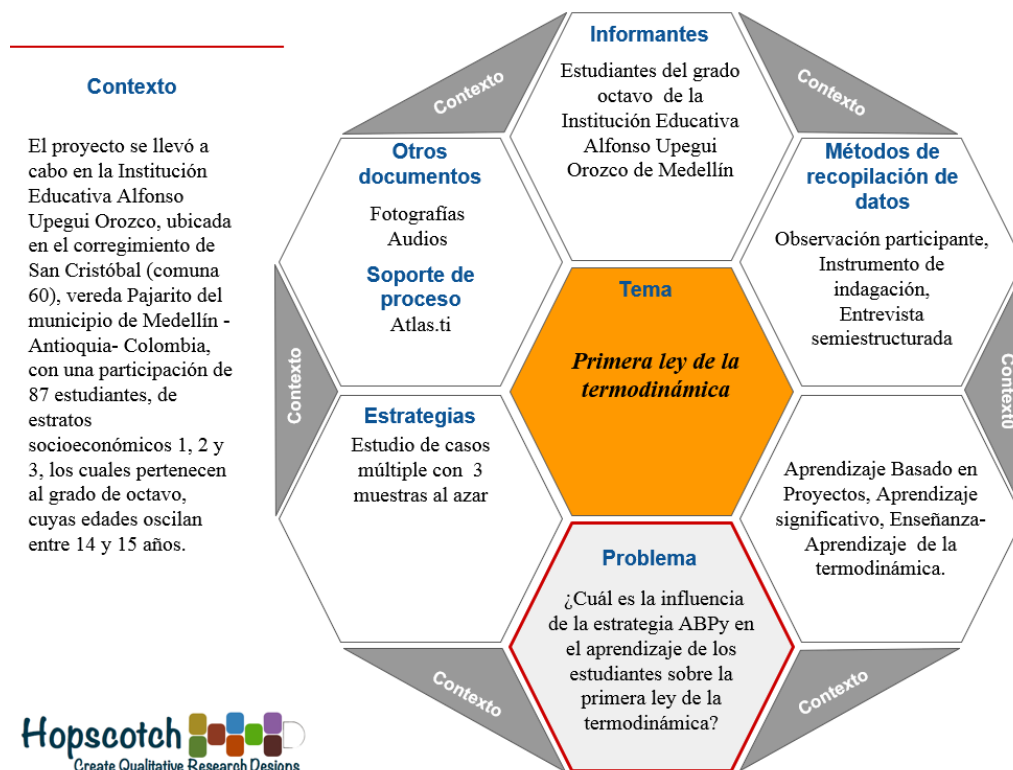


Figura 2. Componentes del estudio de caso. Método de rayuela. Jorrín (2016).

Contexto de la investigación:

Este trabajo se llevó a cabo en la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, ubicada en el corregimiento de San Cristóbal (comuna 60), vereda Pajarito del municipio



de Medellín, en el departamento de Antioquia. La intervención se realizó con 87 estudiantes del grado octavo, dispuestos en dos grupos y que pertenecen a los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3, cuyas edades oscilan entre los 14 y 15 años.

Para la realización de esta investigación, se utilizó el aula de laboratorio de ciencias, la sala de informática dotada de 30 computadores aproximadamente y se contó con los espacios, acompañamiento y aportes de los docentes de las clases de Lengua Castellana, Informática y Educación Física, cuyas áreas permitirán mostrar a los estudiantes que el tema tiene pertinencia en muchos campos de la vida, la importancia del uso adecuado de conceptos y términos, y buscar otros espacios para experimentar, nos permitió ratificar la importancia de la transversalización de los saberes, al permitir a los estudiantes relacionar conceptos con su contexto y otras áreas del saber, promovido desde una educación integral, lo que contribuye en obtener sujetos críticos capaces de transformar su realidad, los cuales en palabras de Garzón & Acuña (2016) sería que

La escuela debe cambiar su paradigma de enseñanza tradicional que sugiere disciplinas separadas e inconexas hacia una escuela abierta y flexible que tiene en cuenta lo que sucede a su alrededor para establecer conexiones, comunicar y armonizar los conocimientos orientados desde las diversas disciplinas (p.7)

Así mismo, Botero (2008) citado por Badilla (2009), afirma que “el enfoque transversal no niega la importancia de las disciplinas, sino que las conecta con los problemas sociales, éticos y morales presentes en su entorno” (p.6).



Criterios de selección de los participantes:

Para la selección de los casos se retoma lo que dice Mertens (2010) citado por Hernández R. Et al (2014), quien señala que “en el muestreo cualitativo es usual comenzar con la identificación de ambientes propicios, luego de grupos y, finalmente, de individuos” (p.386). Teniendo en cuenta lo anterior, se procedió a la selección de 3 casos al azar de los 24 grupos conformados en los dos octavos.

Del mismo modo, se ratifica la importancia del estudio de caso múltiple, porque permite tener en cuenta las percepciones individuales y asumirlas como un colectivo, tal como lo menciona Martínez (2006) citando a Eisenhardt (1991:620)

los casos múltiples son una herramienta poderosa para crear teoría porque permiten la replicación y la extensión entre casos individuales. En este sentido, la replicación radica en que los casos individuales pueden ser usados para corroborar las proposiciones específicas, y la extensión consiste en el uso de múltiples casos para desarrollar la teoría elaborada (p.183).

En la tabla 4 se describen los casos, teniendo en cuenta las características más destacadas de cada uno.



Número de Caso	Descripción
G1	Grupo conformado por 5 estudiantes de sexo masculino, quienes, durante el periodo de observación, tienen recurrentes llamados de atención en clase, además de dispersarse fácilmente de las actividades grupales. Sin embargo, durante la ejecución del proyecto se evidencia un notorio interés por la temática abordada, esto reflejado en sus intervenciones y reflexiones durante las clases.
G2	Este grupo integrado por 4 estudiantes (una mujer y tres hombres), se identifican porque su desempeño académico es bueno. Su participación, responsabilidad, atención durante las clases y su felicidad son las características sobresalientes.
G3	Los integrantes de este grupo, un hombre y tres mujeres, se caracterizan por su excelente desempeño escolar, por su alto grado de responsabilidad, características que permanecieron a lo largo de las 10 semanas de intervención. En clase siempre se contó con sus aportes y reflexiones sobre los temas abordados, así mismo, se resalta en ellos su habilidad para trabajar en equipo, en él, cada integrante asumió con entereza su rol, logrando con ello buenos resultados.

Tabla 4. Descripción de los casos. Elaboración propia.

Propuesta de intervención

Como propuesta de intervención, se diseñó y aplicó un proyecto denominado *Ecodomésticos protectores del planeta*, orientado por las características definidas por el Buck Institute for Education (BIE, 2010), que se implementó para darle un orden y una estructura. En la figura 3, se describen las características del proyecto que se desarrolló, con las especificaciones pertinentes de lo que se realizó en cada fase, como la pregunta orientadora, voz y voto de los estudiantes, la elaboración del producto final, etc.



Diseño de proyecto ABP: Características



Pregunta orientadora	Producto final	Conexión con el mundo real
<p>¿cómo diseño y explico un ecodoméstico para el servicio de mi comunidad?</p>	<p>Los estudiantes diseñarán y construirán un ecodoméstico que funcione sin energía eléctrica.</p>	<p>Cada estudiante realizará el cálculo del consumo de energía eléctrica de los electrodomésticos de su hogar y en su grupo de trabajo.</p>
Habilidades y conocimientos	Investigación continua	Voz y voto de los estudiantes
<p>Comprender el funcionamiento de máquinas térmicas (motores de combustibles, refrigeración) por medio de las leyes de la termodinámica (primera y segunda ley)</p> <p>Competencias del siglo XXI</p> <p>Creatividad e innovación</p> <p>Colaboración y trabajo en equipo.</p>	<p>Entrevistas a familias de su comunidad para identificar usos y necesidades de electrodomésticos.</p> <p>Investigación para el diseño y la construcción de un ecodoméstico funcional que no requiera electricidad. Comparación de ecodomésticos diseñados vs electrodomésticos convencionales desde el punto de vista de ahorro de energía y transferencia de energía.</p>	<p>Los estudiantes tendrán la autonomía para escoger los grupos de trabajo y para elegir el ecodoméstico propuesto como producto final, entre los que están: horno solar, nevera ecológica, calentador de agua, etc.</p> <p>Tendrán libertad para el diseño técnico y estético de su ecodoméstico.</p>
Crítica y revisión		Reflexión
<p>Los estudiantes construirán con las docentes una rúbrica del proceso y del producto final que será la guía para las sesiones de auto evaluación y de crítica constructiva entre ellos. El producto final será el resultado de un proceso que implicará por lo menos dos prototipos previos.</p>		<p>Cada grupo elaborará una bitácora donde darán cuenta de algunas actividades planteadas en el cronograma, además de las reflexiones que se suscitan de ellas.</p>
Título del Proyecto	<p>Ecodomésticos protectores del planeta.</p>	

Figura 3. Características esenciales de un proyecto.

Del mismo modo, además de las características esenciales para esta investigación, también se hace necesario la incorporación de los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales (ver Tabla 5) y los indicadores trazados al iniciar la intervención, que permitan potenciar en los estudiantes habilidades socio-científicas.

CONCEPTUAL	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL
<p>Describo el cambio en la energía interna de un sistema a partir del trabajo mecánico realizado y del calor transferido.</p> <p>Explico la primera ley de la termodinámica a partir de la energía interna de un sistema, el calor y el trabajo, con relación a la conservación de la energía.</p> <p>Describo la eficiencia mecánica de una máquina a partir de las relaciones entre el calor y trabajo mecánico.</p> <p>Explico, haciendo uso de las leyes termodinámicas, el funcionamiento térmico de diferentes máquinas (motor de combustión, refrigerador).</p>	<p>Elaboro experimentos que me permitan entender la primera ley de la termodinámica</p> <p>Argumento, partiendo de los resultados de los experimentos, lo que aprendí en clase.</p> <p>Construyo un ecodoméstico amigable con el ambiente.</p> <p>Elaboro conclusiones de los experimentos que realizó, aunque no obtenga los resultados esperados.</p>	<p>Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.</p> <p>Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.</p>

Tabla 5. Conocimientos conceptuales, actitudinales y procedimentales a desarrollar durante la elaboración del proyecto.



Fases del proyecto:

Este proyecto se realizó en tres fases, con una duración de 10 semanas, nombrando cada una según el tema trabajado con los estudiantes. También se hace necesario aclarar que el tiempo de intervención fue de 6 horas por semana y se articularon, además del área de ciencias naturales, lengua castellana, informática y educación física, logrando un trabajo interdisciplinar que permitió que los estudiantes asocien los conceptos vistos en la clase de ciencias sobre termodinámica con otras áreas del saber.

A continuación, se describen las tres etapas del proyecto, apertura (una semana), ejecución (ocho semanas) y cierre (una semana).

Apertura del proyecto

Durante esta fase, se dio a conocer a los estudiantes la pregunta orientadora del proyecto ¿cómo diseño y explico un ecodoméstico para el servicio de mi comunidad?, la metodología de trabajo, las áreas participantes (Ciencias Naturales, Tecnología, Lengua Castellana y Educación física) y el producto esperado (Eco-doméstico), además, se establecieron los grupos de trabajo, al interior de los cuales se asignaron un nombre y los roles de cada integrante (líder y vigía del tiempo, relator, comunicador y utilero) también, se trabajó en el diseño de una bitácora, en la cual consignaron las reflexiones, datos y preguntas de algunas actividades realizadas.



Así mismo, se aplicó el instrumento de indagación de ideas previas (ver anexo 3) y en esa misma semana, en el aula de ciencias naturales, la profesora cooperadora tuvo a cargo una actividad que consistió en la lectura y socialización de unos textos (ver anexo 4) con contenido diferente pero con temas similares, esto se hizo con el fin de iniciar a los estudiantes en el tema del calentamiento global y la contaminación producida por los electrodomésticos en desuso, lo cual motivó a los estudiantes a investigar otras alternativas más amigables con el planeta donde se pudiera aprovechar la energía solar y a bajo costo.

Ejecución

En el transcurso de estas ocho semanas se desarrollaron actividades para cumplir con los objetivos planteados. En la tabla 6 se mencionan y describen las sesiones que nos permitieron recoger los datos para el análisis de la información.

NOMBRE DE LA SEMANA	DESCRIPCIÓN
Semana 2. Sistemas	Para esta sesión se realizó una clase asistida en la que las docentes explicaban el concepto de sistemas, para generar un aprendizaje se desarrolló una lectura para clasificar los objetos de acuerdo con la explicación (ver anexo 5).
Semana 3: ¿Y qué hago con el calor? Tema: transferencia de calor	La sesión se dividió en dos momentos. El primero se llevó a cabo en el aula de ciencias, durante esta se les expuso la agenda del día, luego se habló sobre los conceptos a trabajar y se les explicó el procedimiento y el comportamiento a seguir en el laboratorio. Posteriormente, se realizó una práctica que permitió a los estudiantes acercarse a los mecanismos de transferencia de



	<p>calor y la aplicación en su contexto desde la utilización de materiales cotidianos, siendo estos de bajo costo.</p> <p>Durante la práctica los estudiantes se mostraron motivados, formularon preguntas sobre lo observado y plantearon posibles hipótesis que dieran solución a estas. Para ello, se diseñó una guía de laboratorio adaptada de otros autores, estructurada con nombre, objetivo, marco conceptual, procedimiento a seguir, cuestionario y elaboración de conclusiones. (ver anexo 5)</p>
<p>Semana 4: Trabajando desde la virtualidad</p> <p>Tema: Calor y temperatura</p>	<p>Esta práctica de laboratorio (ver anexo 6) permitió la articulación del área de tecnología, mostrando a los estudiantes otra forma de hacer ciencias como es la virtualidad, para ello se utilizaron simuladores a través del enlace http://labovirtual.blogspot.com/2014/04/curva-de-calentamiento.html, haciendo posible que ellos evaluaran la curva de calentamiento del agua, el alcohol y el benceno mostrando las diferencias en el comportamiento de estas sustancias, así mismo, arrojaba datos del punto de fusión y de ebullición.</p> <p>Durante la realización los estudiantes expresaron su inquietud al ver que la clase de ciencias se desarrollaría en el aula de tecnología, generando mayor expectativa frente al trabajo a realizar.</p>
<p>Semana 5: ¿y el calor de tu casa a dónde va?</p> <p>Tema: calentamiento global</p>	<p>El tema de esta semana fue el calentamiento global, para ello se inició compartiendo la agenda del día, posteriormente, se hizo la elaboración de la huella de carbono a través de una serie de preguntas (ver anexo 7) cuyas respuestas generaban unos puntos y que al final se sumaban para conocer cuántos planetas necesitaría cada estudiante para vivir de acuerdo con su estilo de vida</p> <p>Con esta actividad, los estudiantes pudieron dimensionar las repercusiones que tienen sus acciones en el planeta.</p>
<p>Semana 6: La energía de mi territorio</p>	<p>Durante esta semana los estudiantes en grupo realizaron una encuesta por la comunidad (ver Anexo 9), indagando en tres casas por equipo sobre los electrodomésticos que había y la cantidad de luz eléctrica que se gastaba en cada casa, con el fin de analizar qué tanto influyen la cantidad de aparatos eléctricos</p>



	en el consumo de energía en las viviendas y a su vez qué repercusiones tiene para el planeta.
Semana 7: Mi cuerpo portador de energía.	Durante esta sesión, realizada en la clase de educación física, se buscaba que los estudiantes relacionaran la energía y el trabajo con la actividad física.
Semana 8: Mi primera máquina Tema: Construcción del eco-doméstico y crítica entre pares	<p>En esta semana en la clase de ciencias se empezó a construir el ecodoméstico en 3D, para ello los estudiantes con anticipación hicieron un boceto del producto que querían elaborar y consultaron los tipos de materiales que mayor eficiencia le aportaban a este.</p> <p>Por otra parte, en la clase de español se hizo la crítica y revisión entre pares, basada en la técnica phillips 6.6 (ver anexo 9).</p> <p>A través de esta estrategia todos los estudiantes pudieron conocer por qué sus compañeros escogieron ese ecodoméstico y los materiales a utilizar. Así mismo, a través de una crítica útil, amable y específica, los líderes de cada grupo daban su opinión sobre el ecodoméstico de otros compañeros, con el objetivo que entre todos se ayudaran mostrando los aspectos positivos y negativos de ese producto.</p>
Semana 9. Finalización de la construcción del eco-doméstico	Durante esta semana los estudiantes ultimaron los detalles de su producto y la preparación de lo que iban a presentar a la comunidad educativa.

Tabla 6. Descripción de las actividades.

Durante este proceso los estudiantes aportaron la información necesaria para desarrollar el capítulo de análisis y las consideraciones finales, sin embargo, algunas de las actividades descritas en la tabla 6 no se hacen explícitas en el mismo.



Cierre

En esta fase, siendo la última semana de intervención, se dispuso y se organizó el auditorio, lugar donde los estudiantes realizarían su presentación del producto final y los aprendizajes que construyeron durante la realización del proyecto, ellos organizaron su stand de acuerdo con los criterios que previamente como equipo habían establecido, siendo el ecodoméstico el eje central. Luego de esto, se dio inicio al acto de presentación por parte de las investigadoras, expresando los agradecimientos a toda la comunidad educativa por la aceptación, acompañamiento y facilitación de recursos que hicieron posible la práctica académica.

Seguidamente, se dio paso a la socialización de los ecodomésticos, a través de los cuales los estudiantes explicaban su funcionamiento a la luz de los conceptos de la primera ley de la termodinámica, además de resaltar la importancia que para el grupo suscitó el conocer problemáticas ambientales actuales que relacionaron con el consumo desmedido de energía eléctrica y que les permitió utilizar otras alternativas de energía renovables. De igual manera, este espacio fue propicio para realizar los procesos de autoevaluación y coevaluación.

Estrategias o técnicas para registrar la información

Algunos de los instrumentos utilizados para recolectar la información en esta investigación fueron: cuestionario de indagación de ideas previas, entrevista, cuestionario final y la observación participante.



En primer lugar, el instrumento de indagación se aplicó en dos momentos, al inicio del proyecto para conocer las ideas previas que tienen los estudiantes sobre la primera ley de la termodinámica (ver anexo 3) y al finalizar para contrastar los conceptos estudiados (ver anexo 10). Estos instrumentos son de gran importancia para identificar las evidencias de aprendizaje de los estudiantes y valorar así la construcción conceptual realizada mediante la participación en el proyecto.

El objetivo de estos instrumentos es identificar en los estudiantes conocimientos previos y aprendizajes sobre la termodinámica y la relación de ésta con la vida cotidiana y especialmente, su relación con el calentamiento global. Lo anterior se llevó a cabo a partir de una serie de preguntas, imágenes y relación entre los conceptos.

Otro instrumento fue la entrevista semiestructurada (ver anexo 11), la cual se aplicó al finalizar el proyecto, ésta permitió que los estudiantes pudieran proporcionar información que en el instrumento no se logró evidenciar, compartiendo su aprendizaje y su opinión acerca de las diferentes problemáticas ambientales desde la termodinámica, arrojando aportes en la fundamentación de esta investigación.

Este instrumento estaba compuesto por 8 preguntas (ver anexo 11) que guiaron la conversación y fueron permitiendo el surgimiento de otras que ampliaban la información; además, se codificó con el software Atlas.ti, permitiendo extraer redes de las definiciones más destacadas por los estudiantes, incluidas dentro de las categorías de análisis.



De igual manera, se utilizó la observación participante que contribuyó a la construcción de los diarios de campo (ver anexo 12), en los cuales se consignaron los aportes que bajo la subjetividad de las investigadoras, contenían información valiosa sobre las situaciones que se presentaron durante el desarrollo de las actividades, permitiendo registrar las expresiones de los alumnos y las reflexiones grupales para alcanzar los objetivos de esta investigación, en el mismo sentido, los estudiantes elaboraron bitácoras en las cuales detallaron algunas de las sesiones más relevantes.

Estrategia para el análisis

Como estrategia de análisis se utilizó la triangulación, ya que esta permite indagar desde diferentes miradas una misma problemática, otorgando validez a los resultados encontrados.

En palabras de Donolo (2009) citado por Betrián (2013)

La triangulación es un procedimiento de control implementado para garantizar la confiabilidad entre los resultados de cualquier investigación. Los resultados que han sido objeto de estrategias de triangulación pueden mostrar más fuerza en su interpretación y construcción que otros que han estado sometidos a un único método. (p.6)

Procedimiento de análisis.



Para el análisis de los resultados se tuvo en cuenta la información que cada uno de los casos proporcionó a través de los instrumentos (Instrumento de ideas previas –IP, el Instrumento de ideas finales –IF y – Entrevista semiestructurada –ES) y las actividades del proyecto, se triangularon entre ellos y la información encontrada con el marco referencial para dar validez y soporte a los resultados, tomando los de mayor aportación para cada una.

Credibilidad y confirmabilidad

La credibilidad se obtiene cuando hay una correspondencia entre la forma en que el participante percibe los conceptos vinculados con el planteamiento y la manera como el investigador retrata los puntos de vista del participante. Así mismo, la confirmabilidad permite reducir los sesgos y tendencias, producto de la subjetividad del investigador (Mertens, 2010, y Guba y Lincoln, 1989) citado por Hernández et al 2014 (p.459)

Los instrumentos utilizados fueron sometidos a revisión por personal experto en el área de física a nivel secundario y universitario, además, el uso del software cualitativo ATLAS.ti brinda credibilidad y confiabilidad a estos.

Codificación

El software ATLAS.ti se utilizó para el análisis de datos cualitativos de la entrevista semiestructura, permitiendo sistematizar y codificar los datos que se encontraron en distintos



formatos de archivos, como audios, PDF, fotos, documentos Excel, entre otros. También, de acuerdo con Mayorga (2014), permite trabajar con varios archivos a la vez, lo que facilitó el proceso de investigación. (p.119)

Otra ventaja que proporciona este tipo de software es la utilización de códigos que permiten la reducción de la información, al clasificar y extraer la requerida para la investigación. Al incorporar programas para análisis de datos, aumenta la calidad de la investigación educativa, puesto que fortalece la coherencia y el rigor de los procedimientos analíticos (Weitzman, 2000; Seale, 1999). Citado por San Martín 2014 (p.115)

En esta parte del análisis se codificaron los instrumentos, los casos y actividades de intervención con el fin de facilitar la lectura y comprensión del lector. Luego, se dio paso a los resultados del análisis de los instrumentos utilizados. Cabe mencionar que los casos serán referidos con los nombres que como equipo escogieron para distinguirse de los demás, tal como: Lanosoft: G1, Investigadores del futuro: G2 y Working: G3. Así mismo, las categorías y subcategorías de análisis que aparecen en la tabla 6 han sido codificadas para facilitar la identificación y tratamiento de la información.

NOMBRE	CÓDIGO
Ideas sobre Temperatura y calor	TC
Ideas sobre Trabajo y energía	TE
Relación de la primera ley de Termodinámica con asuntos cotidianos	TVD



Relación de la primera ley de la termodinámica con el calentamiento global	TCG
--	-----

Tabla 7. Codificación de las categorías y subcategorías de análisis.

Descripción de categorías

A continuación, se realiza una descripción de las categorías que enmarcan esta investigación, las cuales previamente han sido codificadas y graficadas utilizando el software ATLAS.ti.

Estas categorías hacen referencia a conceptos asociados a la primera ley de la termodinámica (calor, temperatura, energía y trabajo) y a la relación de ésta con la vida cotidiana, incluyendo las problemáticas ambientales, específicamente el calentamiento global, asuntos que emergen de la aplicación de las actividades del proyecto. Durante su ejecución, se realizaron actividades que permitieron al estudiante asociar y cuestionar sus saberes y los conceptos dados a conocer.

Ideas sobre temperatura y calor	Esta categoría hace referencia a las ideas que tienen los estudiantes sobre los conceptos temperatura y calor que son una base fundamental para comprender la primera ley de la termodinámica, los ejemplos que utilizan para hablar de estos conceptos y la forma como la relacionan.
Ideas sobre Trabajo y Energía	Esta categoría ésta relaciona con la anterior, ya que busca conocer las ideas que tienen los estudiantes entorno al trabajo y la energía, cómo las relacionan entre sí.



Relación de la primera ley de termodinámica con asuntos cotidianos	Hace referencia al vínculo que establecen los estudiantes en cuanto a esta ley con asuntos de la vida diaria, entendidos éstos como la relación con otras áreas académicas, como educación física, la relación con el cuerpo, las actividades domésticas, etc.
Relación de la primera ley de la termodinámica con el calentamiento global	Esta categoría busca identificar cómo a partir de la termodinámica se puede explicar el calentamiento global y otras problemáticas ambientales y su explicación desde el campo de la física.

Tabla 8. *Descripción de las categorías.*

Consideraciones éticas

Por su naturaleza de investigación cualitativa, ésta se acoge a los siguientes criterios éticos propuestos por Galeano (2004):

1. Selección equitativa de los sujetos. Las personas a participar en el estudio serán seleccionados por razones relacionadas estrictamente con los interrogantes científicos.
2. Proporción favorable del riesgo-beneficio. Los investigadores se comprometen a minimizar los riesgos potenciales y maximizar los beneficios potenciales a los sujetos y a la sociedad. Los beneficios potenciales son proporcionales o exceden a los riesgos. Se trabajará con el principio de no-maleficencia y beneficencia.
3. Condiciones de diálogo auténtico. La investigación se asumirá como un espacio de participación en el que los sujetos del estudio podrán deliberar sobre sus asuntos comunes y no comunes en una interacción discursiva abierta sin ejercer ningún tipo de presión por la toma de posición alguna.



4. Evaluación independiente. Se acudirá a la evaluación independiente, es decir a la revisión de la investigación por personas conocedoras apropiadas que no estén afiliadas al estudio y que tengan autoridad para aprobar, corregir o, dado el caso, suspender la investigación. Se asumirá también la evaluación independiente por responsabilidad social, toda vez que las personas-sujetos serán tratadas éticamente y no como medios u objetos.

5. Consentimiento informado. Se entiende por consentimiento informado el proceso de explicitación por escrito de aquellos asuntos que conciernen al sujeto participante. Dado que en este proyecto participarán jóvenes en edades entre 14 y 15 años, el consentimiento informado deberá ser firmado por los padres o acudientes a quienes se les informará respecto a los objetivos de la investigación, las técnicas de recolección de información, los compromisos que adquieren al vincular voluntariamente a los estudiantes al proceso, los riesgos potenciales de la participación de ellos, los alcances y los límites del estudio, la permanencia en la investigación y la confidencialidad de la información suministrada, al igual que las familias con necesidades básicas que se entrevistaron. Será de obligatorio cumplimiento este requisito para proceder con la inclusión de cualquier participante a la investigación. En un acto ético ante los estudiantes, se les explicará aspectos en un lenguaje comprensible y se les pedirá su asentimiento (Ver anexo 2).

Resultados y análisis

A continuación, se presentan los resultados de la información analizados desde los instrumentos y las actividades aplicadas con los estudiantes, los cuales pretenden dar respuesta al objetivo general de esta investigación, que es analizar el aprendizaje que logran los estudiantes de grado octavo sobre la primera ley de la termodinámica a través de la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), lo que nos lleva a su vez a identificar las evidencias de aprendizaje y reconocer las relaciones que plantean sobre esta ley y el calentamiento global. Así mismo, obtener resultados que permitan valorar la estrategia implementada.

Instrumento de ideas previas

A continuación, en la tabla 9, se presentan los análisis de algunas de las respuestas que son mencionadas por los casos y que, además de aportar información, son relevantes y necesarias para el diseño de las actividades posteriores.

PREGUNTA/ RESPUESTAS	G1	G2	G3
¿Qué entiendes por termodinámica?	<p>E1: <i>Algo que tienen que ver con la temperatura.</i></p> <p>E2: <i>Trata de los cambios que se realizan cuando la temperatura cambia.</i></p>	<p>E1: <i>Yo entiendo que es algo que cambia de temperatura que tiene que ver con la ciencia. También que pasa de un estado a otro.</i></p>	<p>E1: <i>yo pienso y creo que la termodinámica es algo que tiene que ver con el vapor, con el calor o incluso con lo frío.</i></p>



	<p>E3: De la temperatura (termo) del clima.</p> <p>E4: La temperatura (termo) y la influencia que tiene esta en el ambiente.</p> <p>E5: Como el calor o el frío en distintos lugares</p>	<p>E2: es temperaturas altas y bajas.</p> <p>E3: en mi opinión la termodinámica es una ciencia la cual define y estudia los hechos que acontecen en el ámbito de la energía, el calor y las partículas, etc.</p> <p>E4: Lo que yo entiendo por esa palabra es que termo es como algo refiriéndose al clima y dinámica que se están moviendo o están realizando algún juego</p>	<p>E2: yo pienso que la termodinámica, tiene que ver un poco con el vapor o con el ambiente.</p> <p>E3: pienso que es algo relacionado con la temperatura cuando sube o baja la cual la hace subir o bajar depende del medio.</p> <p>E4: es temperaturas altas y bajas</p>
<p>Un alumno entra al laboratorio de ciencias que está a una temperatura ambiental de 25°C donde se encuentra una mesa de hierro y otra de madera. Inmediatamente enciende el aire acondicionado. Pasadas dos horas, la temperatura ambiental está a 20°C, ¿Cómo será la temperatura de la mesa de hierro con respecto a la mesa de madera?</p>	<p>E1: será diferente porque el hierro absorbe mas la temperatura.</p> <p>E2: la de hierro porque toma mas fácil y absorbe mejor el calor</p> <p>E3: no se</p> <p>E4: la de hierro va a estar muy fría mientras que la de madera condensara el calor y evita que esta se afecte y llegue a estar fría</p> <p>E5: la mesa de hierro refleja la transferencia en cambio la de madera no</p>	<p>E1: la mesa de hierro absorbe más frío entonces se pone mas fría que la de madera porque absorbe menos frío.</p> <p>E2: no se.</p> <p>E3: la de hierro estará mucho mas fría por que las leyes de termodinamica asi lo establecen.</p> <p>E4: no se.</p>	<p>E1: no se</p> <p>E2: no se</p> <p>E3: la verdad no se</p> <p>E4: no se</p>



Justifica la respuesta			
<p>¿Explica qué entiendes por calor, máquina y trabajo?</p>	<p>E1: <i>que el calor alimenta a la máquina y la maquina al trabajo</i></p> <p>E2: <i>no se</i></p> <p>E3: <i>no se</i></p> <p>E4: <i>No se</i></p> <p>E5: <i>El calor que se genera llega a la máquina para que la maquina haga el proceso que se transfiere al trabajo y hace que el barco pueda andar en el mar.</i></p>	<p>E1: <i>el calor hace que la maquina funcione y así pasa a darle esa energía al trabajo y que el bote se mueve o avance.</i></p> <p>E2: <i>el calor hace que la maquina produzca que el barco empiese a andar.</i></p> <p>E4: <i>el calor entra a la maquina trabaja, y el trabajo produce.</i></p>	<p>E1: <i>calor: con el calor, es el que evapora generando que pueda funcionar. Maquinas: con la maquina es el que recibe el calor generando que se pueda movilizar. Trabajo: cuando a través de el calor y la maquina se empieza a mover la aleta generando el movimiento.</i></p> <p>E2: <i>el calor entra por una cavidad haciendo que esta vaya a una máquina y esta máquina la puede convertir en algún tipo de energía y esta la lleva a instrumentos que hace el trabajo.</i></p> <p>E3: <i>calor: es donde se centra toda la temperatura la cual empieza a generar calor. Maquina: es lo que hace que el calor lo pueda hacer funciona. Trabajo: esto hace que el calor y la maquina hagan el movimiento de la aleta.</i></p>
	<p>E1. <i>Cuando sale todo el aire caliente de la olla genera un humo caliente que al salir cambia la temperatura a caliente.</i></p> <p>E2. <i>Son 2 momentos, por la boquilla de escape sale en agua en vapor, y en el interior esta agua se evapora.</i></p>	<p>E1. <i>Porque va cambiando de temperatura.</i></p> <p>E2. <i>Por que cuando la temperatura aumenta o se calienta la olla empieza a pitar.</i></p> <p>E3.</p> <p>E4.</p>	<p>E1. <i>Porque el vapor hace que los frijoles se ablanden, pienso que crea un efecto de termodinámica.</i></p> <p>E2.</p> <p>E3. <i>Ya que esto hace que aumente la temperatura y hace que los frijoles cocinen bien.</i></p>



Una olla a presión al cocinar los frijoles	<i>E3. Esta temperatura se cambia porque no está fría, está caliente. E4. Es debido a que se aumenta la temperatura y se presentan cambios en la olla. E5. Porque caliente.</i>		
¿Por qué nos abrigamos cuando sentimos frío?	<i>E1. porque nuestro cuerpo absorbe ese frío. E2. porque nuestro calor corporal baja. E3. porque nuestro calor corporal baja. E4. No se E5. porque sentimos una sensación.</i>	<i>E1. porque necesitamos calor. E2. E3. para calentar el cuerpo. E4. No se</i>	<i>E1. porque al abrigarnos, nos da mas calor, evitando el frío. E2. porque cuando sentimos frío, se activa como un sistema de defensa que nosotros llamaríamos (tengo los pelos de punta) y con esto al colocarnos algo que da calor ya se quita. E3. porque sentimos la necesidad de abrigarnos lo cual calma el frío.</i>



<p>¿Por qué cuando estás en clase de educación física sudas?</p>	<p><i>E1. por tanto esfuerzo físico tu cuerpo hace que sudes y esto para mantener frio el cuerpo.</i></p> <p><i>E2. porque esa es la manera en la que el cuerpo hace bajar la temperatura.</i></p> <p><i>E3. porque nuestro calor corporal no sube.</i></p> <p><i>E4. No se</i></p>	<p><i>E1. porque voy perdiendo calorías y por el calor de la temperatura.</i></p> <p><i>E2.</i></p> <p><i>E3. por que el cuerpo se autorregula para que no nos cansemos tan rápido.</i></p> <p><i>E4. porque todos tenemos calorías y al tratar o al hacer actividad física vamos mermando calorías.</i></p>	<p><i>E1. porque al tener el cuerpo en constante movimiento se abren los poros para que el cuerpo se refresque y lo mismo pasa con el sudor, porque el cuerpo lo produce para refrescar el cuerpo.</i></p> <p><i>E2. porque al mover los músculos tanto y tan repetidamente sube rápidamente el calor corporal.</i></p> <p><i>E3. por el cansancio, ya que esta en constante movimiento.</i></p>
---	---	--	--

Tabla 9. Transcripción Instrumento ideas previas. Elaboración propia.

A través de este instrumento, se identificó que los estudiantes, en general, aunque responden a las preguntas, las respuestas son limitadas y carecen del uso de los conceptos necesarios para generar una explicación cercana al campo científico, tal como se evidenció al preguntarles *¿qué es la termodinámica?* Para ello, asumen que está relacionada con los cambios de temperatura, tal como lo expresa el caso G1 *“Trata de los cambios que se realizan cuando la temperatura cambia”*, el caso G2, *“Yo entiendo que es algo que cambia de temperatura que tiene que ver con la ciencia. También que pasa de un estado a otro”*, o el caso G3 *“pienso que es algo relacionado con la*



temperatura cuando sube o baja la cual la hace subir o bajar depende del medio.”

Dichas concepciones son contrastadas por Müller (2002) quien dice que la termodinámica “*no sólo estudia el calor, sino todo tipo de formas de energía (mecánica, eléctrica, química, nuclear, etc.) ...la termodinámica es la ciencia que estudia las transformaciones energéticas*” (p.2). De esta manera se puede decir, que los estudiantes la restringen al definirla solo con relación a la temperatura, dejando de lado otros conceptos asociados.

Además, son varias las respuestas que dan en las que tratan de definir el concepto descomponiendo la palabra, tal como lo indica nuevamente el caso G1 “*Lo que yo entiendo por esa palabra es que termo es como algo refiriéndose al clima y dinámica que se están moviendo o están realizando algún juego*”, o el caso G2 “*De la temperatura (termo) del clima. La temperatura (termo) y la influencia que tiene esta en el ambiente*”, pero, de acuerdo a los planteamientos de Müller (2002), “La palabra termodinámica se origina del griego y significa literalmente el estudio de las fuerzas (dynamis; dunamiz) que originan el calor (thermo; termh)” (p. 1).

Por otra parte, cuando se les pregunta por calor y temperatura los estudiantes dan cuenta de manera indistinta de ambos conceptos para dirigirse a los mismos fenómenos, lo que se manifiesta en el caso G1, “*será diferente porque el hierro absorbe más la temperatura*”, “*la de hierro porque toma más fácil y absorbe mejor el calor*”. Con esto se evidencia que, para hablar del cambio de temperatura, ambos estudiantes mencionan conceptos diferentes, lo que se puede contrastar con lo que dicen Ramírez y Santana



(2014), en donde mencionan que la temperatura es equiparable al calor en la mayoría de los casos (p.78).

Así mismo, Castiñeiras, De pro Bueno y Fernández (1998), encontraron, como concepción alternativa para los estudiantes que la “Temperatura = calor. Temperatura y calor son sinónimos y aquélla, en todo caso, mide la cantidad de calor que tiene el sistema. La temperatura depende de la masa o del volumen.” (p. 462). Sin embargo, siguiendo a Castiñeiras y colaboradores, quienes citan a Levine (1995),

El calor es una transferencia de energía debida a la acción de fuerzas a nivel molecular: cuando cuerpos de temperatura diferente se ponen en contacto, las colisiones entre sus moléculas provocan una transferencia de energía del cuerpo de mayor temperatura al de menor; el calor es trabajo realizado desde el punto de vista molecular.... En cuanto al concepto de temperatura diremos que es una magnitud intensiva, relacionada directamente con la energía cinética molecular media de las partículas y, en consecuencia, con la agitación de las mismas. (p.464)

Con relación al caso G2 no hay una explicación que permita inferir lo anterior en términos de calor y temperatura, sin embargo, una expresión que llama la atención es el hecho de hacer mención de las leyes de la termodinámica, aun cuando no se dijo nada trascendental, pero con esto se evidencia que han escuchado hablar de ellas con anterioridad; por otra parte, en cuanto al caso G3 la respuesta “*no se*” es reiterativa en todos los integrantes del grupo.



Al continuar con la pregunta tres, los casos realizan su análisis a la luz de la imagen presente en dicha pregunta (ver anexo 3), asociando la definición del concepto con el funcionamiento de un barco, por ejemplo, para el caso G3, *“el calor entra por una cavidad haciendo que esta vaya a una máquina y esta máquina la puede convertir en algún tipo de energía y esta la lleva a instrumentos que hace el trabajo”*. Esta misma idea es recurrente en los demás casos, G1 y G2, denotando que tienen la misma confusión conceptual, lo que se puede deber a una inconsistencia en cuanto al orden de las ideas o la apropiación de los términos, siendo evidente al decir que la máquina es la que convierte la energía en calor, lo cual es falso, ya que según Pinto (1991), *“calor no es energía, ni tampoco una forma de energía. Y lo reitera citando a Atkis (1984) quien dice “Es importante darse cuenta que el calor no es una forma de energía: es el nombre de un método de transferir energía”* (p.30)

Igualmente, cuando se les preguntó a los estudiantes, por la relación que tiene la termodinámica con una olla a presión al cocinar los frijoles, la mayoría responden que es debido a un aumento de la temperatura al interior de la olla, lo cual es correcto, sin embargo, por un lado, se hace visible la confusión que tienen los casos G1 y G2 entre caliente y aumento de la temperatura, que en palabras de G1, *“Cuando sale todo el aire caliente de la olla genera un humo caliente que al salir cambia la temperatura a caliente.”* *“Esta temperatura se cambia porque no está fría, está caliente.”*, así mismo G2 argumenta, *“Por que cuando la temperatura aumenta o se calienta la olla empieza a pitar”*, sin embargo, con el caso G3 no ocurre lo mismo, ya que hablan en términos de



aumento de temperatura y no de calor aunque los tres grupos solo tienen en cuenta el aumento de la temperatura, dejando de lado otras variables como la energía, el trabajo, el tipo de sistema, reduciendo de esta manera la concepción de la termodinámica a “temperatura”.

Cabe resaltar que el instrumento estaba acompañado de 7 ítems más (ver anexo 3) donde se hace notable que los casos G1 y G3 asocian la termodinámica con la temperatura y el calor, este es un buen indicio para comenzar con un tema tan poco entendido, ya que permite que de una situación cotidiana se pueda llegar a la explicación de un tema complejo, al respecto, Rozier y Viennot (s.f) citado en Alomá 2007, mencionan que,

El estudio de la termodinámica presenta graves obstáculos en su comprensión, lo que puede deberse a que la descripción de los fenómenos se hace a través de varias variables macroscópicas que cambian simultáneamente, ligadas por relaciones funcionales que a los alumnos les resulta complicado comprender y manejar. (p. 478)

En cuanto a la pregunta ¿Por qué nos abrigamos cuando sentimos frío? ningún caso la relaciona con la termodinámica, de manera directa, aunque mencionan de manera casi inconsciente algunos conceptos señalados en negrita; sin embargo, la mayoría da respuestas que responden a mecanismos biológicos del cuerpo, como el caso G3 *“porque cuando sentimos frío, se activa como un sistema de defensa que nosotros llamaríamos*



(*tengo los pelos de punta*) y con esto al colocarnos algo que da **calor** ya se quita.” por lo que en este caso no fue una pregunta que aportara mayor información.

Así mismo ocurrió con la pregunta 6, ¿Por qué cuando estás en clase de educación física sudas?, pues se limitan a dar explicaciones como G2 “*porque todos tenemos calorías y al tratar o al hacer actividad física vamos mermando calorías.*” o G3 “*porque al mover los músculos tanto y tan repetidamente sube rápidamente el calor corporal*”. Sin embargo, a algunas de las respuestas, sin estar explícitas, se les puede atribuir una explicación termodinámica, tal como la del caso G1 “*por tanto esfuerzo físico tu cuerpo hace que sudas y esto para mantener frío el cuerpo*”, o “*porque esa es la manera en la que el cuerpo hace bajar la temperatura*”, en cuyos casos se puede decir que están hablando de una regulación térmica, mecanismo explicado por Jiménez (2014), quien dice que, “*cuando el cuerpo es sometido a altas temperaturas, ocurre la sudoración. Este mecanismo de defensa es una forma poderosa para enfriar la piel y aumentar la pérdida de calor desde el interior, disipando calor latente*” (p.107).

En general, se evidencia una falta de dominio conceptual, al asociar la termodinámica solamente con la temperatura dejando de lado otros conceptos como la energía, el calor y el trabajo, para los cuales tampoco se evidencia un conocimiento.



Lanzamiento

En este encuentro se propuso a los estudiantes unas lecturas sobre el uso de los electrodomésticos, con el fin de conocer cómo establecen relaciones desde el uso cotidiano de estos y las problemáticas ambientales, se divide el grupo en los equipos de trabajo y a cada uno se le hace entrega de un texto, a través del cual logran reflexionar sobre sus acciones diarias. Al indagar en los grupos, sobre qué trata la lectura, los estudiantes utilizan expresiones como:

G2: *“El uso desmedido de la tecnología que está acabando con el planeta”*

G3: *“que no somos conscientes de llevar al lugar correcto los aparatos eléctricos cuando se dañan y los echamos a la basura o los vendemos al chatarrero y él les le saca las partes que necesita y lo otro lo hecha también a la basura y los televisores, neveras, lavadoras tienen sustancias contaminantes”*

G1: *“el ser humano compra cosas que no necesita, es un consumista y eso hace que se deteriore cada día el planeta, nosotros estamos acabando con la tierra”*

Al obtener de ellos estas respuestas, se les pregunta si esto tiene alguna relación con el concepto de Termodinámica, pero la respuesta unánime de los estudiantes es negativa, sin embargo, al enmarcar el nombre del proyecto *“Ecodomésticos protectores del planeta”* y por ende el producto final, estos realizan asociaciones y sus expresiones son: *“haremos electrodomésticos que no contaminen el planeta”*, pero no logran dar mayor detalle del proceso o funcionamiento al interior de estos, lo que deja en evidencia el poco



o nulo conocimiento sobre termodinámica y su uso para explicar asuntos relacionados con problemáticas ambientales, en este caso sobre el calentamiento global.

Por otro lado, cabe mencionar que, durante esta sesión, los estudiantes mostraron resistencia ante la propuesta planteada, lo que se hace evidente en los gestos de los estudiantes y en la expresión lanzada por uno de ellos al decir que no realizaría el producto final, porque tenía otra idea para la feria de las ciencias. En la imagen 1 se presentan algunas evidencias del lanzamiento del proyecto.



Imagen 1. Lanzamiento del proyecto. Imágenes tomadas por las investigadoras.

Actividades del proyecto

✓ Laboratorio mecanismos de transferencia de calor

Otra de las actividades que generó un acercamiento a los conceptos mencionados y que aportó información, fue el laboratorio sobre mecanismos de transferencia de calor (ver anexo 5) en el que experimentaron a través de sustancias y objetos de fácil acceso



como botellas pet, cucharas de palos, anilinas, etc., las tres formas de transferir calor: conducción, radiación y convección (ver imagen 2).

Antes de iniciar la práctica se indagó con los estudiantes sobre estos conceptos, pero no lograron dar una definición de ellos (lo cual fue evidente en el IP), posterior a esto, se realizó una clase teórica en la que se expusieron las definiciones de estos mecanismos, luego, en la práctica de laboratorio, se les pidió formular hipótesis sobre lo que puede suceder y algunos logran identificar el mecanismo de transferencia que se experimenta.



Imagen 2. Laboratorio de ciencias. Transferencia de calor. Tomadas por las investigadoras.

Para el desarrollo de esta actividad, los grupos se mostraron activos, al realizar cada uno de los pasos de la guía, plantearon preguntas sobre lo observado, se integraron como equipo y realizaron un informe de laboratorio con las conclusiones, para mostrar algunos resultados se escogió el experimento uno, siendo este, el de dos botellas de pet, una pintada de negro y la otra de blanco, a las que se les ponía una bomba en la boquilla y se dejaban un tiempo a la luz de las bombillas. Dentro de las preguntas para este experimento se encontraban ¿Cuál de las dos botellas aumentó



el volumen de la bomba? A lo que el caso G1 respondió *“la botella negra se infla mas que la blanca porque absorbe mas el calor”* el caso G2 dijo *“la botella negra, porque persibio mas rápido el calor que la botella blanca”* y el G3 escribió *“fue la negra porque al estar mas contacto con algo calenté el color negro funciona como una esponja esto lo que hace es absorber todo el calor haciendo que el agua evapore e infle la bomba”*

Así mismo cuando se les pregunta *¿cómo explicas el fenómeno anterior?* G1 respondió *“creemos que el agua se evapora por el calor del bombillo aciendo que la bomba se infle”*, G2 dijo, *“el fenómeno que nosotros podemos apreciar es la evaporización porqué cuando el agua se calienta se evapora y hace que la bomba se infle”* y G3 *“el fenómeno que se realiza al interior se la botella, en resumen es la evaporación ya que al acercar las bombas con agua al calor esta se evapora provocando que el globo se infle.”*

Además, cuando se les pregunta *¿A cuál de los mecanismos de calor responde el experimento?* El caso G1 no respondió, el G2 dijo *“nosotros elegimos radiación porqué la radiación pueden tener sustancias que intercambian calor, pero no necesariamente tienen que estar en contacto”* y G3, *nosotros opinamos que es la convección porque este hace que el agua caliente suba mientras que la fría baja hasta el fondo para que se caliente, esto es como un ciclo”*

Con lo anterior se aprecia que para los tres casos en la botella negra el incremento de la temperatura permitió que la bomba se infle, además tienen claridad en cuanto a la explicación del fenómeno argumentando que es la vaporización, pero cuando se les pregunta por el mecanismo de



calor solo el caso G2 dice que es la radiación, el caso G1 no responde y el G3 lo hace de forma errada.

En cuanto al punto 6, donde se les pidió que dieran ejemplos de cada uno de los mecanismos de transferencia de calor que ocurren en tu cotidianidad, el grupo G1 no respondió, el caso G2 acude a mencionar el ciclo del agua y la cocción del arroz en una olla rocera, sin embargo, no hacen alusión al mecanismo en sí, no obstante se sobre entienden que el primero corresponde a la convección y el segundo a la conducción, por otro lado, el caso G3 quien si es puntual en dar ejemplos a cada mecanismo, en uno de los ejemplos no lo hacen de forma coherente con la teoría ya que por ejemplo para el caso de la conducción dicen *“un ejemplo que nosotros es el mar porque hay una parte del mar de agua dulce y la otra de salada que intercambian partículas entre si”*, pero en cuanto a los otros dos mecanismos, sus respuestas son válidas en cierta medida, ya que para la radiación exponen el siguiente caso, *“el agua fría y el agua caliente no tiene que estar en contacto para intercambiar partículas”*, siendo esta respuesta interpretada como que al intercambio de partículas ellos lo asimilan con el intercambio de energía y en cuanto a la convección dicen *“la gaseosa porque cuando se genera un movimiento brusco su gas se eleva”*.

Por último, con relación a las conclusiones elaboradas por los estudiantes, algunas de las más relevantes fueron, para el caso G1 *“concluimos que las sustancias a diferentes temperaturas actúan de forma diferente”*, para el caso G2 *“Nos dieron a conocer los cambios de temperatura en materiales o objetos y también en las personas”* y para el caso G3 *“en esta sesión aprendimos muchas cosas acerca del calor, la temperatura y el vapor, resumidas termodinámicamente,*



entendimos que es la convección, que es el fenómeno que se realizo en el experimento, entre muchas cosas mas que nos podría servir y aplicar en nuestra vida cotidiana”.

De lo anterior, se puede destacar que para el caso G3, hay una distinción entre calor y temperatura lo cual no ocurría en el IP, sin embargo, sus conclusiones no arrojaron mayor información para la investigación.

Por otra parte, como se evidencia en la imagen 2, los estudiantes no cumplen con las normas de seguridad tales como bata, guantes y gafas, que, de acuerdo a lo establecido en Colombia en la ley 115 de 1994, específicamente en los artículos 73 y 87, en los que se manifiesta el uso de indumentaria, mínimamente de la bata de manga larga y hasta las rodillas.

✓ Laboratorio virtual Calor y Temperatura

A través de esta práctica de laboratorio realizada desde el área de tecnología (ver imagen 3), se trabajó la curva de calentamiento de sustancias como el agua, el benceno y el alcohol por medio de un simulador, lo que permitió a los estudiantes reconocer el comportamiento de estas sustancias y repetirlo las veces que fuese necesario, situación que dentro del laboratorio convencional no hubiese sido posible.

Así mismo, se pretendía que ellos logaran comprender la diferencia entre calor y temperatura, lo que desde el IP se evidenció que consideraban como igual y que al analizar los informes



presentados sigue siendo reiterativo, lo que es notable en el caso G1 *“Que al ir subiendo la temperatura los estados de la materia van cambiando de pende del calor o la temperatura que halla”*.

Por otro lado, al analizar las respuestas del caso G2 *“Que a través del aumento de la temperatura (vale decir que al aumentar la cantidad de calor aumentara la temperatura) va a llevar a un cambio de estado, si a un cubo de hielo le aumentas la temperatura se derretirá (fundirse es el termino apropiado) y con mas temperatura pasara a gaseoso (vapor) y con mas aumento de temperatura pasara a gas”* la respuesta es parcialmente cierta, ya que si bien, el aumento de la temperatura puede llevar a un cambio de estado, no en todos los casos esto se cumple, principalmente con lo mencionado en el primer paréntesis, *"vale decir que al aumentar la cantidad de calor aumentará la temperatura"*, puesto que, por ejemplo, cuando el agua está en estado sólido y va a pasar a líquido, llega un momento en el que la temperatura no aumenta, sin embargo, el calor latente de la sustancia si está incrementando, pero no es el suficiente para hacer variar la temperatura en ese momento.

Algo similar sucede con el caso G3 cuya respuesta se considera más cercana a las definiciones establecidas desde la teoría cinética y cambios de estados, ellos manifiestan: *“Que atreves del calentamiento o enfriamiento de temperatura se dan los cambios de estado de la*



materia (es decir, si la temperatura esta alta puede derretir un “cubo de hielo” y convertirlo en liquido y a sí mismo a gaseoso “vapor” y con más aumento a “gas”; o una temperatura menor a los 0°C puede convertir un “vaso de agua” en hielo)” lo que deja en evidencia que, para este caso, un cambio de estado es producido por un cambio de temperatura que depende del estado inicial de la sustancia.



Imagen 3. Práctica de laboratorio virtual. Sala informática. Imagen tomada por las investigadoras.

✓ **Calor residual**

Durante esta sesión, se quería dar a conocer a los estudiantes cómo el calor residual influye en el incremento del calentamiento global, para ello se abordaron asuntos relacionados con el calor residual, el calentamiento global y posteriormente se realizó un cálculo de la huella de carbono, en cuyo caso los estudiantes dibujaban su huella y la dividían en 6 partes, correspondientes a las 6 preguntas que les hizo (ver anexo 7), así



mismo de acuerdo a sus respuestas la pintaban y calculaban de la siguiente manera: de rojo (6 puntos) iban las acciones que aumentan nuestra huella de carbono, de amarillo (4 puntos) las acciones a mejorar y de verde (0 puntos) las acciones que la reducen, por lo que si en total la suma les daba un valor de 40 puntos, entonces eran 3,08 los planetas que necesitarían para sobrevivir (ver imagen 4).

puntos	planetas	puntos	planetas	puntos	planetas	puntos	planetas	puntos	planetas	puntos	planetas	puntos	planetas	puntos	planetas	puntos	planetas
4	1,00	14	1,58	24	2,15	34	2,73	44	3,31	54	3,88	64	4,46	74	5,04	84	5,62
5	1,06	15	1,63	25	2,21	35	2,79	45	3,37	55	3,94	65	4,52	75	5,10	85	5,67
6	1,12	16	1,69	26	2,27	36	2,85	46	3,42	56	4,00	66	4,58	76	5,15	86	5,73
7	1,17	17	1,75	27	2,33	37	2,90	47	3,48	57	4,06	67	4,63	77	5,21	87	5,79
8	1,23	18	1,81	28	2,38	38	2,96	48	3,54	58	4,12	68	4,69	78	5,27	88	5,85
9	1,29	19	1,87	29	2,44	39	3,02	49	3,60	59	4,17	69	4,75	79	5,33	89	5,90
10	1,35	20	1,92	30	2,50	40	3,08	50	3,65	60	4,23	70	4,81	80	5,38	90	5,96
11	1,40	21	1,98	31	2,56	41	3,13	51	3,71	61	4,29	71	4,87	81	5,44		
12	1,46	22	2,04	32	2,62	42	3,19	52	3,77	61	4,35	72	4,92	82	5,50		
13	1,52	23	2,10	33	2,67	43	3,25	53	3,83	63	4,40	73	4,98	83	5,56		

Imagen 4. Puntajes de la cantidad de planetas necesarios para vivir. Tomado de Ihitza, 2011.

Así, al cuestionarse por asuntos tan sencillos como: si cierro la llave mientras me enjabono o el consumo diario de carne, permitieron que ellos hicieran cuestionamientos, así *¿y qué tiene que ver el consumir carne con el calentamiento global?* o *¿si empiezo a cambiar actitudes, evitaré el calentamiento global?*, estas preguntas se fueron respondiendo en la medida en que iban surgiendo y una vez obtuvieron los cálculos, los estudiantes se sorprendían al evidenciar qué por insignificantes que sean nuestros actos,



tienen una repercusión, ya que, en promedio, cada estudiante necesita más de un planeta para vivir (ver imagen 5).



Imagen 5. Cálculo de la huella de carbono. Imágenes tomadas por las investigadoras.

El abordar este tema anterior, permitió diseñar una actividad que contribuyó a establecer conexión de lo visto en clase con el mundo real, siendo esta una de las características de la estrategia ABPy. Esta actividad se llamó **“la energía de mi territorio - encuesta a la comunidad”** y se realizó la semana posterior. Para ello, tenían un formato guía (ver anexo 8) y en la visita a las viviendas de su sector, cálculos y posterior conclusión, pudieron decir a modo general, que la cantidad de electrodomésticos influye en el valor de los servicios públicos (energía) y que esta no está siendo aprovechada, pues los datos aportados demuestran que los televisores, los celulares y computadores portátiles son los aparatos que más usan.



En la gráfica 2, se presentan los datos promediados que proporcionaron los casos.

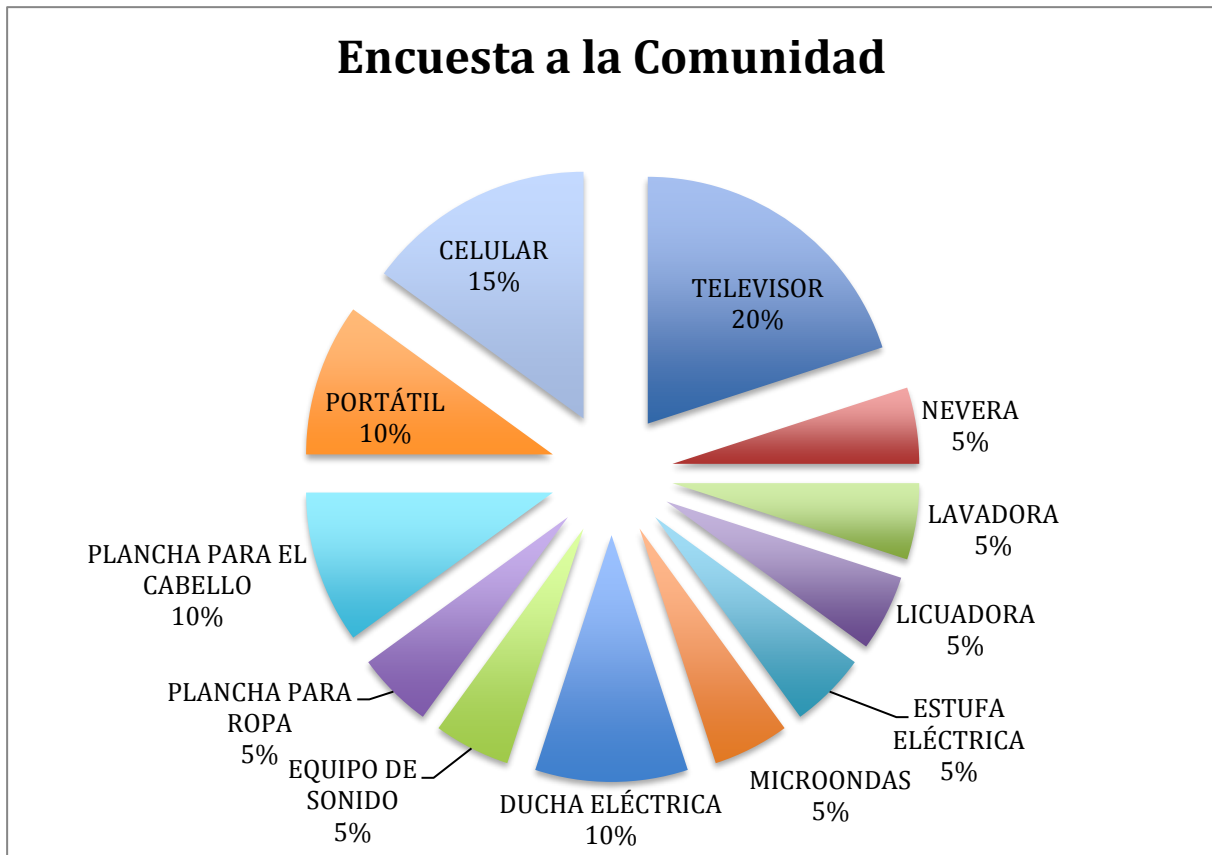


Gráfico 2. Encuesta a la comunidad, datos aportados por los tres casos.

Al indagar con los estudiantes sobre el trabajo anterior, el grupo G3 respondió: *“fue una experiencia muy chévere, porque mientras hacíamos las preguntas a las personas sobre cosas que creemos fáciles, no todos saben sobre esas cosas, por ejemplo cuando decíamos si habían pensado tener electrodomésticos con otro tipo de energía, ellos decían que no,*



porque no conocían ninguno y no saben nada sobre los tipos de energía y nosotros les explicábamos”.

✓ **Mi cuerpo portador de energía**

Esta actividad tuvo lugar en la clase de educación física, para esta sesión se preparó una rutina de ejercicios asesorados por un profesional experto en el tema, en la que se ponía a prueba la resistencia de los estudiantes, con el fin de ver, como relacionaban esto con el trabajo y la energía.

En esta sesión los estudiantes, en un primer momento se tomaron el pulso, el cual, durante la actividad física, debía ser medido cada diez minutos, con el fin de relacionar el incremento del ritmo cardiaco con el trabajo realizado, y este a su vez con la energía gastada. Con esto se pretendía que ellos establecieran la relación entre trabajo y energía con su cuerpo. Así las cosas, entre algunas de las expresiones como respuesta a la pregunta *¿cómo relacionan los conceptos de trabajo y energía con su cuerpo?* dirigidas por las investigadoras durante la clase, los estudiantes manifestaron:

“Yo veo que me canso, que me quedo sin energía entre más corro”

“me siento como con menos fuerza después del ejercicio”

“cómo lo relaciono, pues que entre mas corra o salte, mas me toca hacer fuerza, más me canso, y eso me deja sin fuerza”



“que trabajo es la fuerza que me toca hacer, osea que entre más gordo más me canso y me quedo sin energía y me duelen los músculos”

Con lo anterior se puede evidenciar que la mayoría de los estudiantes relacionan el trabajo con el esfuerzo físico, y la energía con el agotamiento o la falta de fuerza para continuar con la actividad, lo que denota qué para este caso, ellos logran ver a través de su cuerpo como se relacionan el trabajo y la energía, ya que para realizar un trabajo necesitan de la transferencia de energía que genere fuerza necesaria para producir el movimiento. Del mismo modo, con esta actividad se logró transversalizar un tema propio de la clase ciencias a otros espacios, generando una apropiación de conceptos tan abstractos y de poco interés para los estudiantes.



Imagen 6. Clase de Educación Física. Imágenes tomadas por las investigadoras.

✓ **Máquinas terminas y Crítica entre pares**

Esta sesión tuvo lugar en el aula regular, en la que se mostró un video para que comprendieran qué es una máquina térmica y su funcionamiento, luego se pasa a mostrarles



unos videos sobre cómo construir diversos ecodomésticos, con el fin de darles bases para que puedan elaborar el de cada grupo en la clase siguiente.



Imagen 7. *Construcción prototipo. Tomadas por las investigadoras.*

Luego, en la clase de Lengua Castellana, se realizó la crítica y revisión entre pares (ver imagen 8), utilizando la técnica Phillips 6.6 (Ver anexo 9), a través de la cual se propició la participación de cada uno de los miembros del equipo, cumpliendo con el rol que asumían dentro de este, desarrollando su capacidad de síntesis y concentración, estimulando la responsabilidad y democracia en grupos numerosos.

Esta técnica consistió en aportar ideas a los compañeros sobre que debían mejorar en la construcción de su ecodoméstico, haciéndose notorio las expresiones de algunos integrantes de los equipos quienes decían frases como: *“creemos que deberían utilizar otro tipo de materiales con los que de pronto no salgan lastimados”*, *“opinamos que a ese*



ecodoméstico le faltan muchas cosas, no le están poniendo las ganas, porque no se trata de pintar una caja y ya” o “nos gusta mucho el ecodoméstico de Eco-ahorradoras porque es algo innovador que ninguno aquí tiene y que podría ser de gran utilidad.”

Demostrando con ello el interés que tenían no solo en que los productos quedaran bien, sino también en la preocupación e interés por el bienestar de sus compañeros, así mismo mostraron respeto por el producto de los demás, haciendo una valoración útil, amable y específica.



Imagen 8. Crítica y revisión. Tomadas por las investigadoras.

Durante esta actividad, los estudiantes contaron a sus compañeros qué producto pensaban hacer, qué materiales utilizarían y por qué escogieron este, lo que quedó consignado en la bitácora, por ejemplo, G3, *“nuestro ecodoméstico ayuda el ahorro de energía y beneficia al planeta tierra ya que exploramos recursos que no dañen a nadie”*. Y G2, *“Ecológico, natural, y que sea un ecodoméstico que ayude a ahorrar consumo de energía.”*



Instrumento de indagación final

Ahora bien, al analizar las mismas preguntas del IP en los tres casos, se espera encontrar evidencias de aprendizaje que indiquen una apropiación conceptual, coherente o cercana a la definición científica (ver tabla 10).

PREGUNTA/ RESPUESTAS	G1	G2	G3
¿Qué entiendes por termodinámica?	<p>E1: <i>Es lo que es el calor o tal vez algo que se genera en un objeto tapado o abierto como un termo o jarrón.</i></p> <p>E2: <i>Es un estudio de la física que estudia las acciones mecánicas del calor y los otros tipos de energía.</i></p> <p>E3: <i>parte de la física mecánica del calor y la energía.</i></p> <p>E4: <i>parte que estudia el calor y la energía.</i></p> <p>E5: <i>Es algo que tiene que ver con la temperatura.</i></p>	<p>E1: <i>es el estudio de relaciones entre las diferentes propiedades de la materia que depende de la temperatura.</i></p> <p>E2: <i>termodinamica son las formas de energía generadas por un movimiento.</i></p> <p>E3: <i>entiendo que es una ciencia que estudia la temperatura y el calor.</i></p> <p>E4: <i>Termodinámica son las formas de energía generadas por un movimiento.</i></p>	<p>E1: <i>lo que entiendo por termodinamica es que este estudia la energía y el calor.</i></p> <p>E2: <i>lo que entiendo por termodinamica es que este estudia parte del calor y energía.</i></p> <p>E3: <i>tiene que ver con eso que estudia los diferentes tipos de energía.</i></p>
Un alumno entra al laboratorio de ciencias que está a una temperatura ambiental de 25°C donde se encuentra una mesa de hierro y otra de madera.	<p>E1: <i>fria ya que a las dos horas pasadas puede enfriarse.</i></p> <p>E2: <i>la de hierro se enfría ya que sirve como aislante la de madera es áspera no tiene el mismo efecto.</i></p>	<p>E1: <i>el hierro conserva una temperatura fría más que la de la madera.</i></p> <p>E2: <i>la de hierro debe de estar fría y la de madera normal por que la de hierro</i></p>	<p>E1: <i>la mesa de hierro se pone mas fría y la de madera en su estado original.</i></p> <p>E2: <i>el hierro se enfrio debido a que la temperatura baja y la mesa de madera no se enfria ya que estaba en su estado original.</i></p>



<p>Inmediatamente enciende el aire acondicionado. Pasadas dos horas, la temperatura ambiental está a 20°C, ¿Cómo será la temperatura de la mesa de hierro con respecto a la mesa de madera? Justifica la respuesta</p>	<p>E3: <i>la de hierro se enfría ya que sirve como aislante, la de madera no tiene el mismo efecto.</i></p> <p>E5: <i>Sera más fría la de hierro ya que esta absorbe más el calor.</i></p>	<p><i>persive mas fácil la temperatura.</i></p> <p>E3: <i>la de hierro absorve mas por que es un conductor mas apto para la transferencia de energia.</i></p> <p>E4: <i>la mesa de hierro esta fría y la de madera está a temperatura ambiente.</i></p>	<p>E3: <i>la mesa de hierro se coloca mas fría y la madera en su estado original</i></p>
<p>¿Explica qué entiendes por calor, máquina y trabajo?</p>	<p>E1: <i>el calor pasa a la maquina hace funcionar la maquina y hace funcionar el trabajo.</i></p> <p>E5: <i>que los tres trabajan para generar energía.</i></p>	<p>E2: <i>el calor es la que activa la maquina que es la que produce el trabajo y hace que el barco ande.</i></p> <p>E3: <i>energia.</i></p> <p>E4: <i>calor por donde entra el agua, maquina donde se proyecta el agua, y trabajo donde se expulsa el agua.</i></p>	<p>E1: <i>que el calor produce vapor llevándolo a la maquina, y mientras llendo a este hace que se produzca energía generando trabajo para que la ventila pueda moverse.</i></p> <p>E2: <i>el calor produce vapor llevándolo a la maquina, y mientras llendo este hace que se produzca energía, generando trabajo en la ventila.</i></p> <p>E3: <i>este entra en calor por un lado llevándolo a la maquina y esa lo convierte en energía lo convierte en trabajo.</i></p>
<p>Una olla a presión al cocinar los frijoles</p>	<p>E1. <i>calor se acumula y se convierte en vapor.</i></p> <p>E2. <i>Las partículas convertidas en vapor.</i></p> <p>E3. <i>Porque está muy caliente y tiene presión acumulada.</i></p> <p>E4.</p> <p>E5. <i>El calor.</i></p>	<p>E1. <i>Porque tiene diferente tipo de materia.</i></p> <p>E2. <i>Cuando empieza a pitar.</i></p> <p>E3. <i>Por que la olla produce calor.</i></p> <p>E4.</p>	<p>E1. <i>Tiene que ver con termodinamica ya que este para hablandar los frijoles necesita calor.</i></p> <p>E2. <i>Ya que este tiene que ver con el calor porque si el calor aumenta los alimentos quedan bien cosinados.</i></p>



			E3. Por que esta almacena calor y lo expulsa en forma de vapor por un orificio.
¿Por qué nos abrigamos cuando sentimos frío?	<p>E1.</p> <p>E2. nuestro cuerpo nos da la orden.</p> <p>E3. porque nuestro cuerpo se enfría.</p> <p>E4.</p> <p>E5. porque sentimos y nuestro cuerpo lo pide.</p>	<p>E1. porque necesitamos calor.</p> <p>E2. para no dejar salir el calor del cuerpo.</p> <p>E3. para producir energía.</p> <p>E4. siempre debemos estas equilibrados de forma térmica.</p>	<p>E1. nos abrigamos porque al tener frio tenemos la necesidad de calor y una opción es el abrigo.</p> <p>E2. porque a la temperatura bajar nuestro cuerpo siente esa necesidad.</p> <p>E3. por el cuerpo utiliza como un tipo de defensa.</p>
¿Por qué cuando estás en clase de educación física sudas?	<p>E1.</p> <p>E2. es la forma del cuerpo de expulsar el calor.</p> <p>E3. porque el cuerpo se calienta y así expulsa el calor.</p> <p>E4.</p> <p>E5. porque el cuerpo hace esto para refrigerar nuestro cuerpo.</p>	<p>E1. porque las glándulas necesitan expulsar las calorías.</p> <p>E2. por que las glandulas de sudor se activan.</p> <p>E3. por el cansancio.</p> <p>E4. porque la temperatura de esta cambia.</p>	<p>E1. porque el sudor ayuda a regular la temperatura.</p> <p>E2. porque nuestro cuerpo al sudar ayuda a regular la temperatura.</p> <p>E3. por que el cuerpo expulsa el agua que esta en el organismo</p>

Tabla 10. *Transcripción Instrumento final.*

Al analizar el instrumento y preguntarles por la definición de termodinámica, los estudiantes respondieron con más apropiación y una mejoría notable en el lenguaje técnico, como se puede apreciar en la respuesta del caso G2 “*entiendo que es una ciencia que estudia la temperatura y el calor.*” o en la del caso G1 “*Es un estudio de la física que estudia las*



acciones mecánicas del calor y los otros tipos de energía.”. “parte de la física mecánica del calor y la energía”, además hacen referencia en repetidas ocasiones a la energía, como se aprecia en el caso anterior y en el caso G3, “tiene que ver con eso que estudia los diferentes tipos de energía”, lo cual denota una incorporación de conceptos nuevos a su vocabulario, siendo este último indispensable para entender en términos globales la termodinámica, así como lo manifiesta Rodríguez (2009), “La Termodinámica estudia el intercambio de energía en sus diversas formas, su interacción con los equipos, las propiedades de la materia y el uso racional de la energía”.

Así mismo, la definición que dan de termodinámica da cuenta de la relación de ésta con conceptos asociados a la primera ley, pero no de la definición como tal, dado el caso de G1, al mencionar que *“Es lo que es el calor o tal vez algo que se genera en un objeto tapado o abierto como un termo o jarrón”*, denotando la implicación de los tipos de sistemas y la transferencia de energía en esta, además hacen relación con las propiedades de la materia como el caso G2, o insisten en reducirla solo al estudio de los conceptos de calor y energía como el caso G3.

Pasando a la pregunta dos, la mayoría de los estudiantes acuden a explicar el cambio de temperatura desde el tipo de material, argumentado que el hierro es mejor conductor que la madera y por ende la temperatura va hacer menor en la de hierro, pero en cuanto al caso G3, se sobre entiende que la mesa de madera no cambia en lo absoluto su temperatura, lo cual no es cierto, ya que si bien la madera no es buen conductor, no se puede dejar de lado que sobre ella también actúa la energía externa, aunque en menor proporción.



Sin embargo, sigue siendo reiterativo el uso de un lenguaje inapropiado para hablar sobre la transferencia de calor, como ocurre con el caso G1, donde dice que “*Sera más fría la de hierro ya que esta absorbe más el calor*” y el caso G2 “*la de hierro absorve mas por que es un conductor mas apto para la transferencia de energia.*” dejando entre dicho que el calor es absorbido, sin tener en cuenta que lo que ocurre es una transferencia de calor de un sistema a otro, además, también es notorio el lenguaje que utiliza el caso G3, ya que para hacer referencia a la temperatura ambiental (25°C) lo dicen en términos de “su estado natural”.

Por otra parte, lo manifestado en el párrafo anterior, nos permite evidenciar una notoria mejoría en cuanto a las definiciones dadas, en especial con el caso G2, ya que éste habla en términos de “*transferencia de energía*” al hacer alusión a los cambios de temperatura, sin embargo, persisten usos en el lenguaje de forma inapropiada, lo que concuerda con lo dice Domínguez et al. (1998), al indicar que la influencia del lenguaje cotidiano tiende a persistir en los estudiantes. Algunos de los esquemas que poseen los alumnos tienen origen en el lenguaje diario, heredero de obstáculos epistemológicos superados, basado en intuiciones y modelos científicos hoy en desuso, los cuales no han experimentado cambio después de la instrucción. (p. 461)

Por otra parte, en cuanto a la pregunta tres, el caso G1 no tiene claridad conceptual y es incoherente en sus respuestas, manifestando “*que los tres trabajan para generar energía*”,



deja entre dicho esta afirmación, que hay una diferenciación entre calor y trabajo, aun cuando ésta no es expresada directamente.

Por lo que se refiere al caso G2, se evidencia que tiene parcialmente claridad en los conceptos, como se puede apreciar en la afirmación, *“el calor es la que activa la maquina que es la que produce el trabajo y hace que el barco ande.”* Indicando con ello que, el calor es visto como una forma de energía que ejerce una fuerza sobre la máquina, ya que dicen que activa la máquina, lo cual no es cierto, pero en cuanto al trabajo, este es asociado a una fuerza que produce el movimiento del barco, lo que es en parte verdad, ya que este es definido como *“Transferencia de energía debida a la acción de fuerzas desde el punto de vista macroscópico”*. (Michinel y D'alessandro (1994) citados por Alomá (2007, p. 481).

Por último, para el caso G3, se evidencia que confunden el calor con aumento de temperatura al decir que *“el calor produce vapor”*, no obstante, dice que este vapor es llevado a la máquina produciendo energía que a la vez genera trabajo y hace que el barco se mueva, de lo cual se puede decir que, si se retoma la idea de que la energía es la capacidad de generar un trabajo, entonces este grupo logra hacer la diferencia entre ambos conceptos.

Continuando con el ítem 4, *“una olla a presión al cocinar los frijoles”* se encontró que los estudiantes persisten en sus concepciones iniciales al considerar la temperatura como una manifestación de calor, ya que al decir que la temperatura aumenta, lo que escriben es que el calor aumenta, tal como lo expresa G1 *“calor se acumula y se convierte en vapor.”*, así mismo G2 argumenta que *“Por que la olla produce calor.”* Y G3 *“Ya que este tiene que ver con el calor porque si el calor aumenta los alimentos quedan bien cosinados.”* Sin



embargo, de acuerdo a la literatura, estos conceptos, aunque tiene relación son diferentes, ya que,

la temperatura es una magnitud intensiva, relacionada directamente con la energía cinética molecular media de las partículas y, en consecuencia, con la agitación de las mismas, y el calor es una transferencia de energía debida a la acción de fuerzas a nivel molecular. (Castiñeiras y colaboradores, 1998. p.464).

De mismo modo, queda expresado en sus afirmaciones que el calor es algo tangible que puede ser almacenado o producido por la olla, como en el caso de G1, “*calor se acumula y se convierte en vapor.*”, G2 “*Por que la olla produce calor.*” Y G3 “*Por que esta almacena calor y lo expulsa en forma de vapor por un orificio*”, lo que de acuerdo con Domínguez et al. (1998) citado por Alomá (2007), esto es debido al lenguaje coloquial u ordinario que “lleva a creer que el calor es algo que se puede almacenar, medir, que se puede transferir de un cuerpo a otro como un fluido o ente misterioso (p.483).

Lo anterior nos permite continuar con la pregunta 5 “¿por qué nos abrigamos cuando sentimos frio?”, en la que expresan nuevamente que el calor es una sustancia que puede ser almacena, tal como lo menciona G2, “*para no dejar salir el calor del cuerpo.*”, sin embargo, se resalta la apropiación del lenguaje técnico manifiesto en la respuesta de este mismo caso “*siempre debemos estas equilibrados de forma térmica*”, siendo esta la



única respuesta que da pie a la relación de la termodinámica con el cuerpo, ya que los otros dos casos dan explicaciones desde la vulnerabilidad del cuerpo ante el frío.

Al detallar la pregunta 6 ¿Por qué cuando estás en clase de educación física sudas? Podemos resaltar que en los tres casos se mantiene una constante para resolverlo, al asociar el sudor como una forma de regulación térmica, como manifestó G1 *“porque el cuerpo hace esto para refrigerar nuestro cuerpo”* G2 *“porque la temperatura de esta cambia.”* y G3 *“por que el cuerpo expulsa el agua que esta en el organismo.”*

A modo general se puede apreciar que los estudiantes tienen un mejor dominio del tema, del vocabulario y las definiciones, en algunos casos, son claras y técnicas, no obstante, persiste la confusión entre los conceptos tales como calor y temperatura.

Entrevista semiestructurada

Con este instrumento se encontraron asuntos adicionales sobre la comprensión de la primera ley de la termodinámica y su relación con el calentamiento global que se constituyen en evidencias de aprendizaje.

El objetivo de esta entrevista era conocer los alcances de la estrategia ABPy aplicada en los estudiantes alrededor de los conceptos asociados a la primera ley de la termodinámica (calor, trabajo, temperatura y energía), además de mirar si habían logrado establecer la



relación de ella con la vida diaria y las problemáticas ambientales como el calentamiento global.

Este instrumento estaba compuesto por 10 preguntas inicialmente, pero, durante el transcurso de la misma, surgieron otras que permitieron ampliar la información, por lo que muchas de las preguntas no se hicieron a los mismos casos. Las respuestas arrojadas fueron codificadas en su mayoría con el software ATLAS ti. y responden a las cuatro categorías propuestas en el trabajo.

Al iniciar la entrevista se quiso indagar por los conocimientos que tenían los estudiantes sobre termodinámica antes de empezar el proyecto, muchos decían no saber nada, sin embargo, algunos como el caso G1, dijo que *“termodinámica era termo de un termo normal del para echar café y dinámica era alguna dinámica algún juego pues ese era mi concepto de termodinámica”*., así mismo, el caso G3 argumento, *“eee nosotros realmente sabíamos muy poco y no teníamos conocimientos sobre la termodinámica ni ninguno de los temas que ustedes nos dieron, entonces cuando ustedes llegaron aprendimos mucho a través de los experimentos y a través de los trabajos que nos dejaban cada día”*.

Así pues, al contrastar la pregunta anterior con, *¿qué aprendieron durante el segundo periodo?*, algunos aluden, como el caso G1, a que *“yo creo que es más o menos lo que maneja los grados Celsius, Fahrenheit y Kelvin”*. *“lo que sucede cuando el agua, o algún líquido está a cierta temperatura, el movimiento particular que tienen y ya no se más”*.



“algo que tiene que ver con la temperatura del agua. Es el cambio de temperatura que genera un movimiento o un trabajo”.

Con lo anterior se denota que, por ejemplo, para el caso G1, el aprendizaje sobre la termodinámica fue significativo, ya que pasó de relacionarla con *“un termo normal del para echar café”* a aludir a ella en términos de unidades de medición de temperatura, movimiento de partículas, cambios de temperatura y demás; lo que si bien no demuestra un aprendizaje a gran escala, ya que no dio una definición como tal del concepto o una aproximación más técnica, si logra establecer la relación en sus palabras con los conceptos adquiridos en el proceso.

En cuanto a la definición de calor para algunos de los casos en cuestión, es algo que se puede transmitir o está asociado con la temperatura, como se puede apreciar en la gráfica 3.

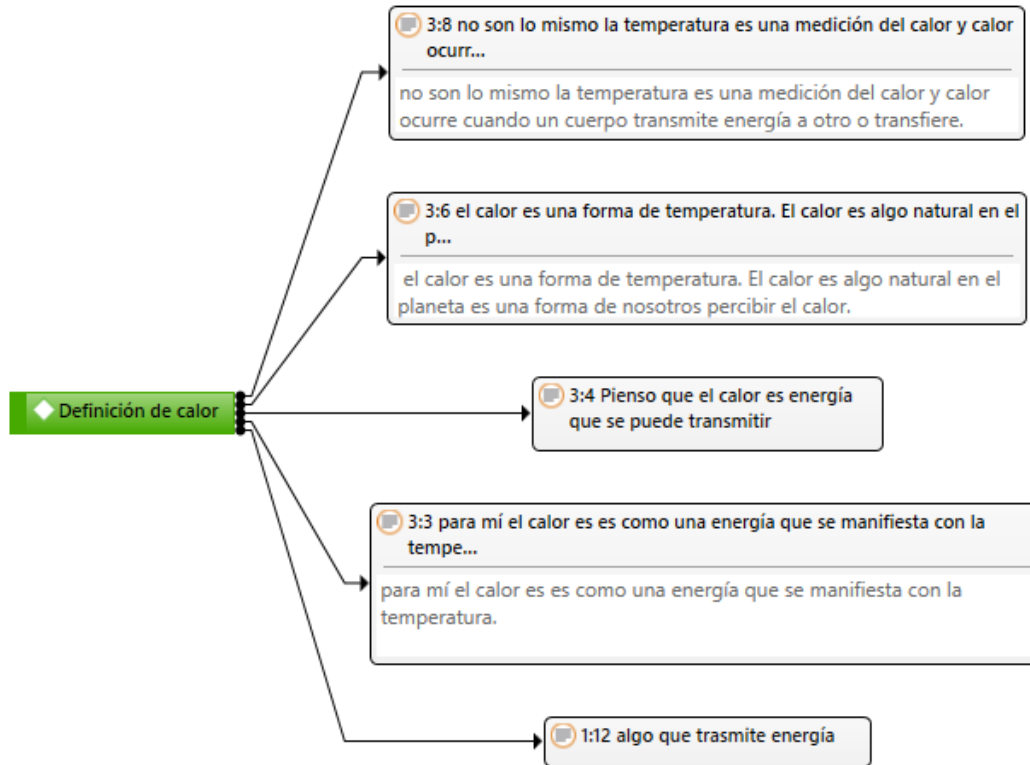


Gráfico 3. Definición de calor.

De acuerdo con esto y con la investigación de Martínez (1997), algunos de los estudiantes participantes de ese estudio en sus concepciones previas definían el calor como “Calor es energía que está en los cuerpos” “El calor puede transferirse de un cuerpo a otro”. “El calor está ligado a una forma (una manera) de transferir energía”. “El calor está asociado a las diferencias de temperatura”. (p. 291)

Con lo anterior se evidencia que los estudiantes siguen teniendo concepciones similares en cuanto a este concepto, lo que puede deberse a los pocos avances o a la poca efectividad en los métodos de enseñanza o en su defecto, a que la definición de los



conceptos en los libros de textos no es clara o se contradicen tal como lo indica Brahim y Espinoza (2016).

De igual manera, al contrastar con lo que dice la literatura sobre este concepto, se rescata que, para Cengel y Boles descritos en el texto de Alomá (2007), el calor es *“Forma de energía que se transfiere entre dos sistemas debido a una diferencia de temperatura”* (p.122)

Por otra parte, en cuanto a la temperatura (ver gráfica 4), algunos de los casos manifiestan que *“la temperatura también es un nivel o un grado de calor o de frío”, “no son lo mismo, la temperatura es una medición del calor y calor ocurre cuando un cuerpo transmite energía a otro o transfiere”*, algo similar a lo que dijeron los estudiantes en la investigación de Martínez (1997), al afirmar que *“La temperatura mide el calor que está en los cuerpos”*. De modo que, aunque se nota una leve confusión en sus respuestas, el último estudiante de nuestro caso mencionado, logra dar una respuesta parcialmente cierta de acuerdo con la literatura, ya que para, Zitzewitz, P. W. Neff, R. F & Davids, M. (1996) citados por Varón (2012), esta se define como *“Propiedad de un objeto que corresponde al grado de calor, medido sobre una escala específica”*. (P 252).

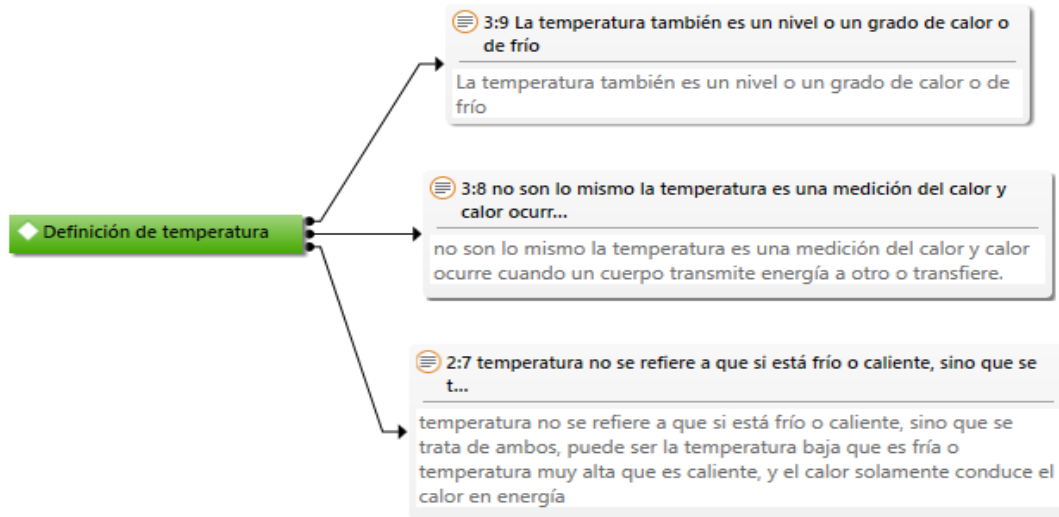


Gráfico 4. Definición de temperatura.

Así mismo, cuando se le preguntó por el concepto de trabajo al caso G2, este respondió “*el trabajo en es una transferencia, es un movimiento que ocurre*”, lo que comparado con lo que dicen Michinel y D’alessandro (1994) citados por Alomá (2007) tiene relación, ya que estos lo definen como “*transferencia de energía debida a la acción de fuerzas desde el punto de vista macroscópico*”, evidenciándose de esta manera que G2 comprendió el significado del concepto, pues para que haya un movimiento tiene que haber una fuerza que lo impulse, siendo esta la interpretación de la respuesta de los estudiantes.

Al mismo tiempo, al indagar por el concepto de energía solo el caso G1, dio respuesta a ello, diciendo que es “*el movimiento de las partículas*”. “*es lo que pasa cuando pasan de estar estática, ósea, quietas, cuando se les aplica por ejemplo frío ellas se quedan quietas*”



y cuando se les aplica calor ellas empiezan a moverse a volver locas tratando de yo no se”, sin embargo, dado su forma abstracta, muchos autores argumentan que es una definición difícil de establecer, por lo que en varios libros de texto la definen de manera diferente o solo hablan de ella en términos de aproximaciones. No obstante, la definición más acorde para cotejar la respuesta del caso G1 es la establecida por Pinto (1991) quien dice que “es una propiedad que asociamos al estado de un sistema (o de una partícula), que nos resulta adecuada para analizar los cambios a los que pueda estar sometido...” (p.8). Con esto se establece una relación entre ambas, ya que permite ver como los estudiantes entienden la energía desde lo microscópico, desde las partículas, a las que al aplicar un estímulo externo generan un cambio en el sistema.

También, resulta importante mencionar la relación que los estudiantes establecieron respecto a la primera ley de la termodinámica con asuntos cotidianos y con el calentamiento global, respondiendo de esta manera a las dos últimas categorías respectivamente (TVD y TCG).

Así las cosas, en cuanto a la relación con los asuntos cotidianos (TVD), se puede comprobar mediante la gráfica 5 que los estudiantes, quienes en un principio decían no saber nada de termodinámica y preguntaban “*eso para que sirve*” al final la vinculan con casos de la vida diaria, como la clase de educación física, la cocina, el ejercicio, con la elevación de la temperatura en el cuerpo (fiebre), entre otras, permitiendo de esta manera evidenciar



la transversalización del contenido de ciencias, en especial de un tema poco frecuente o difícil de entender, y extrapolar a otras áreas del conocimiento.

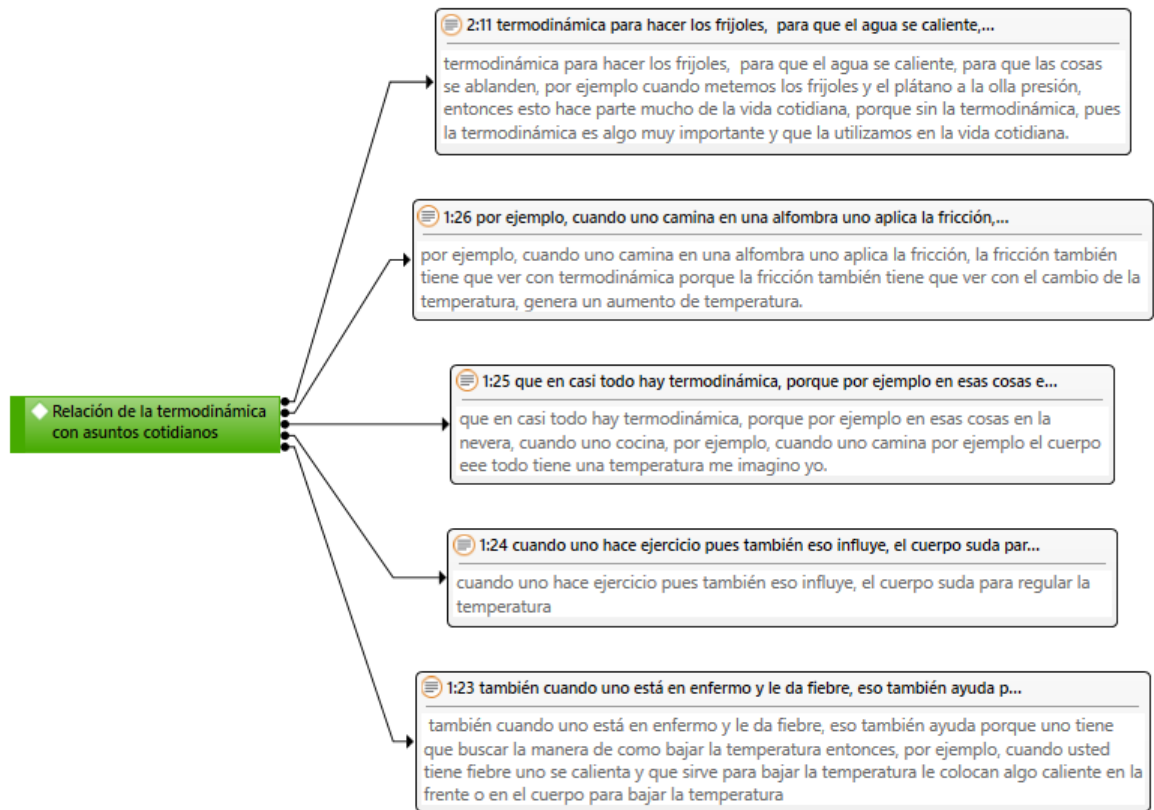


Gráfico 5. Relación de la termodinámica con asunto puntuales.

Por otra parte, se evidenció el interés de los estudiantes por el calentamiento global, sin embargo, no logran establecer ese vínculo con la termodinámica directamente, ya que al preguntarles sobre su relación dan explicaciones de qué es el calentamiento global, cómo se produce y demás (ver gráfico 6), pero no dicen explícitamente bajo qué mecanismos o que proceso a nivel termodinámico causa este fenómeno, con todo y esto,



se reconocen como parte del problema y a la vez de la solución, ya que al preguntarles por el papel que tenemos como seres humanos en el aumento de calentamiento global, los tres grupos respondieron, por ejemplo, el Caso G1 dijo *“la polución que producimos el ser humano pues eso afecta como el aire, y también el deterioro de la capa solar y por eso los rayos uv entran más penetrantes”*.

Así mismo, el caso G2, manifestó que *“Contaminamos y provocamos que el aumento de los gases del efecto invernadero siga aumentando, el consumo de carne puedes y por tanto pues también generan las vacas gases contaminantes”*. El caso G3 argumento *“ee nosotros lo contribuimos cuando no reciclamos, cuando tiramos las basuras a la calle, cuando no hacemos aporte a cuidar el agua, cuando dejamos las luces prendidas, el cargador conectado y otras cosas que hacen daño al medio ambiente que contribuyen al calentamiento global.”*

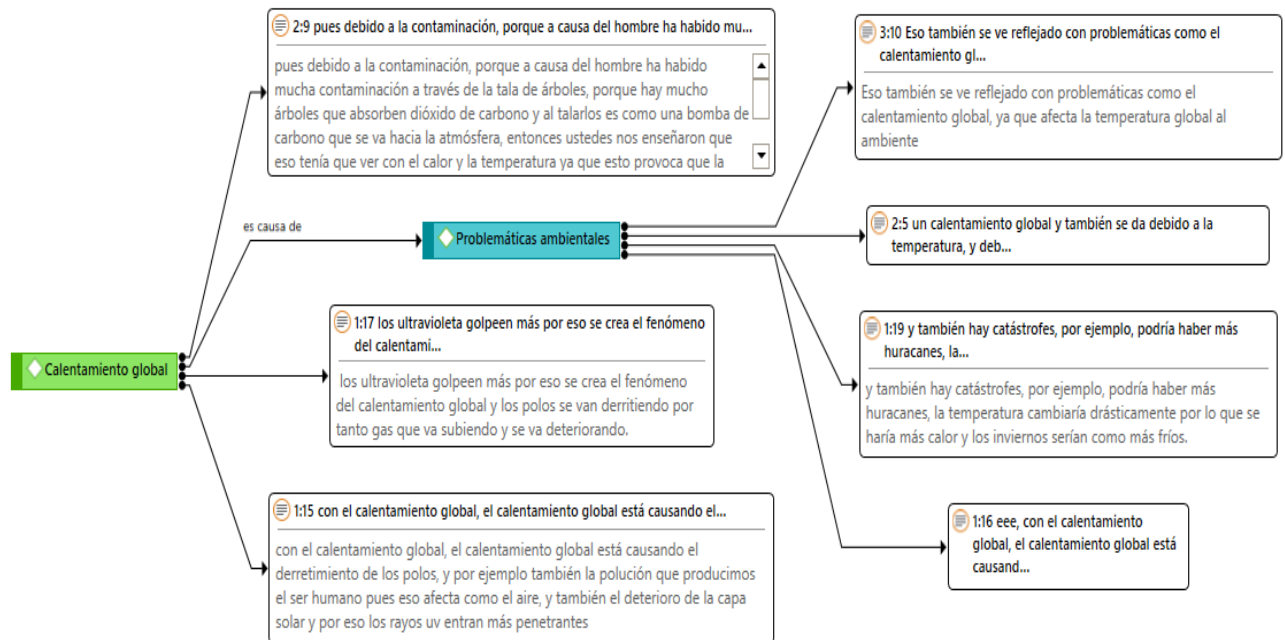


Gráfico 6. Ideas alternativas sobre el calentamiento global y las problemáticas ambientales.

En general, los estudiantes pudieron expresar en palabras lo que no lograron a través de los otros instrumentos, lo que denotó una mayor apropiación de lo aprendido en clase, así como una preocupación por las problemáticas ambientales, de igual manera, establecen relación de la TVD. Sin embargo, no lograron crear esta misma relación TCG, aun cuando decían en qué consistía este y otros fenómenos más, además algunos no recordaban la definición de conceptos vistos en clase, pero trataban de llegar a ellos por medio de ejemplos y comparaciones.



Cierre del proyecto

Esta parte del proyecto se centró en mostrar a la comunidad educativa los productos de los estudiantes (ver imagen 9), que debían explicar su funcionamiento a la luz de la primera ley de la termodinámica.

Previo a esto, ellos expusieron en clase (quedando registrado en video), el discurso sobre el diseño y funcionamiento de su ecodoméstico desde la primera ley de la termodinámica, que para los tres casos fue un horno solar, y cuyas expresiones se muestran a continuación.

G1: *“el aluminio mas el color negro hace que el calor sea absorbido más, entonces se cocinan más fácil los alimentos”*

G2: *“... usamos papel aluminio, entonces el sol refleja en el papel aluminio y como el papel aluminio esta adentro ayuda a calentar”.*

G3: *“utilizamos el color negro porque esto atrae mejor el calor, lo que hace que el horno caliente más, también utilizamos caja de cartón, porque además de atraer el calor, es económico y no contamina y papel chicle porque ayuda a conservar la temperatura... el horno solar es una estructura que funciona con energía solar, cuando la energía solar baja se concentra en forma de calor lo que hace que se cocinen los alimentos, ya”. “Es un ecodoméstico de sistema abierto porque le pueden entrar cosas, como materia y energía”*



Imagen 9. Cierre del proyecto. Tomadas por las investigadoras.



Consideraciones finales

La enseñanza de la termodinámica, más específicamente de la primera ley, es un tema que se dificulta entender por su estructura lógico-matemática, sin embargo, al aplicar el proyecto “Ecodomésticos protectores del planeta” orientada bajo la estrategia ABPy, permitió que los estudiantes lograran establecer, desde su contexto, una manera diferente de comprender su definición y hacer uso de un lenguaje más técnico para explicar los fenómenos.

De lo anterior, cabe resaltar que la estrategia ABPy permitió en los estudiantes acercarse al conocimiento y no necesariamente con grandes transcripciones del tablero, lo cual es manifestado por ellos en varias ocasiones. Sin embargo, las investigadoras consideran necesario a su vez, explicitar que la duración del proyecto (10 semanas) no es suficiente para ahondar en los contenidos y lograr una real apropiación de los conceptos.

Otro de los alcances que se logró a través de esta estrategia fue la conexión con el mundo real, en la cual los estudiantes lograron relacionar lo visto en clase con otras áreas del saber, como la clase de educación física, tecnología, lengua castellana, fortaleciendo a su vez, las relaciones al interior de la comunidad educativa, fundamentales en el proceso educativo y posibilita la promoción de una educación integral que procura la interdisciplinariedad del currículo.

De igual manera comparando los instrumentos utilizados se evidencia una apropiación en el IF en comparación con el IP, respecto a varios cuestionamientos. Tal es el caso de la definición de la termodinámica, en la que los estudiantes en un principio escriben conceptos relacionados con esta, pero no dan una definición como tal, incluso,



durante la realización del IP, algunos aluden no haber escuchado nunca la palabra termodinámica, por lo que preguntaban si estaba en inglés y al pronunciarla lo hacían de manera incorrecta, sin embargo, en el IF, sus definiciones son más completas, como ocurre con el caso G1, quien en un principio dice que *“Trata de los cambios que se realizan cuando la temperatura cambia”*, pero al final hace una relación de la termodinámica con el calor y la energía.

Por otra parte, G1 también pasa de argumentar que la termodinámica es *“De la temperatura (termo) del clima.”* A decir que *“Es un estudio de la física que estudia las acciones mecánicas del calor y los otros tipos de energía”*, además, durante la entrevista logran establecer de cierta manera una relación de la termodinámica con el calentamiento global.

Por el contrario, se encontró que para la diferencia entre calor y temperatura, los estudiantes persisten en la idea que en la mesa de hierro la temperatura va a ser menor que la de madera, ya que esta última no es buena conductora, sin embargo, al comparar la forma de escribir, es notorio que su lenguaje ha cambiado, pues al principio era muy recurrente la palabra “absorbe” para hacer referencia a la transferencia de calor que ocurre entre el medio y el sistema, contrario a las respuestas del IF ya que esta palabra solo es usada dos veces y en su lugar muchos optaron por mencionar *aislante, transferencia de energía y conservación de temperatura.*



Además, se resalta que la mayoría de los estudiantes dieron respuesta a esta pregunta en el IF, dejando ver una apropiación conceptual y disposición, contrario a lo que ocurrió con la pregunta tres, en la que las respuestas fueron incoherentes, cortas y por ende no aportaron mucha información en comparación con el IP.

Igualmente, en cuanto a la diferencia entre trabajo y energía no todos los casos hacen la distinción entre ellos, como ocurre con G1, quien los toman como igual o se confunden cuando tratan de definirla.

Por último, todos los casos manifestaron la relación de TVD, lo que también se evidencia en los instrumentos, así como en algunas actividades de clase, como por ejemplo el laboratorio de mecanismos de transferencia de calor, al ejemplificar estos mecanismos con aspectos de la vida real. Sin embargo, y aun cuando sabían explicar qué era el calentamiento global y otros fenómenos, no logran conectar éste con la termodinámica.

A continuación, de forma resumida, se dará cuenta del aprendizaje alcanzado por los estudiantes, caso por caso.

Caso G1: En cuanto al IP se evidenció que la definición que tienen de termodinámica está ligada al concepto de temperatura, sin embargo, al final dan una apreciación técnica de ésta y la vinculan con otros conceptos como energía, calor y sistemas, del mismo modo, cuando hablan de temperatura y calor lo hacen confundiendo los términos, pero al final, se nota una apropiación del concepto de temperatura, ya que la relacionan con



las unidades de conversión y el movimiento de partículas, contrario a lo que ocurrió con el calor, el cual vinculan a lo caliente o no dan respuesta.

Así mismo, es reiterativa la confusión entre trabajo y energía en los tres instrumentos. Sin embargo, en lo que a la relación con el cuerpo se refiere, logran establecer ese vínculo con la termodinámica dando explicaciones a situaciones cotidianas. En general, se puede decir que este caso tuvo apropiaciones de ciertos términos y su avance en el lenguaje técnico fue notable, no obstante, aún se aprecian confusiones entre calor y temperatura.

Caso G2: Este caso en particular, desde el inicio del proyecto logra dar una definición aproximada de termodinámica, lo cual se evidencia con el IP al decir que *“es una ciencia la cual define y estudia los hechos que acontecen en el ámbito de la energía, el calor y las partículas, etc”*.

Además, en cuando a la diferencia entre energía y trabajo, es el único grupo que logra dar a entender que comprendieron los conceptos, lo cual ocurre también en cuanto la diferencia entre calor y temperatura, argumentando en la ES que *“temperatura es una medición del calor y calor ocurre cuando un cuerpo transmite energía a otro o transfiere”*. Así mismo establece la relación de asuntos cotidianos con la primera ley de la termodinámica, aun cuando no ocurre lo mismo con el calentamiento global.

Caso G3: en cuanto a este caso en el IP, creían que la termodinámica estaba relacionada con la diferencia de temperatura, sin embargo, esta postura en los últimos



dos instrumentos fue modificada parcialmente, al asociarla con el calor, la energía, el trabajo y los sistemas.

Por otra parte, se presentan aún algunas dificultades encontradas en expresiones como, lo que queda expuesto en la ES *“temperatura no se refiere a que si está frío o caliente, sino que se trata de ambos, puede ser la temperatura baja que es fría o temperatura muy alta que es caliente, y el calor solamente conduce el calor en energía”*. Esta misma confusión persiste con los términos de trabajo y energía, además, asocian lo aprendido de termodinámica con los asuntos cotidianos, pero, aunque reconocen su implicación en el calentamiento global, no tienen la capacidad de argumentar qué sucede termodinámicamente hablando con este fenómeno.

Finalmente, se han alcanzado los objetivos propuestos por esta investigación, al analizar el aprendizaje que logran los estudiantes de grado octavo sobre la primera ley de la termodinámica a través de la estrategia pedagógica Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) para lo cual se ha clarificado en el apartado de resultados y análisis las concepciones alternativas de los estudiantes, se presentan las evidencias de aprendizaje encontradas a través de las actividades del proyecto, se valora la estrategia desde la percepción de los investigadores y se muestran algunas de las relaciones que los estudiantes realizan entre la primera ley de la termodinámica y el calentamiento global.



Es importante aclarar que esta investigación no pretendía clasificar a los estudiantes en niveles de aprendizaje significativo, por el contrario, muestra como este referente teórico permite comprender la importancia de trabajar con base en las ideas alternativas de los estudiantes y como el progreso conceptual se aprecia a partir de las nuevas relaciones establecidas al aplicar el instrumento final y la entrevista semiestructurada. Además, el uso de materiales diversos y la creación de un material (ecodomésticos) son una clara muestra de la importancia del ABPy para la consecución de aprendizajes significativos.



Recomendaciones

Después de la implementación de la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), se realizan las siguientes recomendaciones:

El Aprendizaje por proyectos, al ser esta una estrategia que generó buenos resultados en el aprendizaje de los estudiantes, debería seguir estudiándose y analizándose desde diferentes referentes teóricos, ya que lo observado a la luz de la Teoría del Aprendizaje Significativo mostró cómo al despertar el interés en los estudiantes por investigar por otros asuntos de su entorno, no como una transmisión de contenidos vacíos, sino como la vivencia de sus experiencias y a partir del reconocimiento de los saberes previos, desencadenó aprendizajes que fueron más allá del reconocimiento de conceptos científicos.

Así mismo, se recomienda a futuros maestros en formación capacitarse y dominar adecuadamente las estrategias que se deseen implementar en el aula de clase, planear con antelación las actividades antes de la intervención, y, además, tener presente a lo largo de la ejecución de la estrategia, que en el caso particular del ABPy se deben tener en cuenta los intereses de los estudiantes, lo propuesto desde los lineamientos curriculares y las particularidades de la escuela.

En cuanto a los contenidos, que pueden convertirse en una preocupación para los docentes, al pensar que no se van a alcanzar a desarrollar todos en su totalidad, se aconseja realizar una diferenciación progresiva de los aprendizajes esperados,



secuenciarlos adecuadamente y tener en cuenta los cronogramas institucionales, asuntos que de no ser considerados podrían alterar el desarrollo normal del proyecto.

La enseñanza de la termodinámica debería estar ligada a asuntos cercanos a los estudiantes como la actividad física o el calentamiento global que liberen la tensión de estos, al reconocer que el trabajo en la asignatura de física no está exclusivamente relacionado con la solución de ecuaciones y la memorización de fórmulas matemáticas.

Finalmente, quedan algunas preguntas que podrían ser tenidas en cuenta para futuras investigaciones en esta línea de trabajo, así:

¿Cuáles son los principios facilitadores de aprendizaje a la luz de la teoría del Aprendizaje Significativo Crítico que podrían hacerse presentes al aplicar la estrategia ABPy?

¿Cuál es el impacto de la estrategia ABPy al mediano y largo plazo en una institución educativa que la adopta como apuesta metodológica?

¿Cómo analizar el impacto del trabajo interdisciplinar en el aprendizaje de los estudiantes durante el trabajo por proyectos?



Referencias

Alomá, C., & Malaver, M, (2007). Los conceptos de calor, trabajo, energía y teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica. *Educere*, 11(38), 477487. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/356/35603814.pdf>

Aristizábal, C. (2012). Aprendizaje Basado en Proyectos (A.B.Pr) Como estrategia de enseñanza y aprendizaje en la educación básica y media. Recuperado de bdigital.unal.edu.co: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9212/1/43253404.2013.pdf>

Benítez, Y. & Mora, C. (2011). Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo para alumnos de ingeniería. *Revista Cubana de Física*, 27, 175-179. Recuperado de: <http://repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/10702/1/RCF27-2A-2010175.pdf>

Brahim, L., & Espinoza, J. (2016). Reflexiones en torno a la enseñanza de la Termodinámica. *Eureka, Enseñanza de las Ciencias Físicas*. Recuperado de <http://www.umce.cl/joomlafiles/docmanfiles/universidad/revistas/eureka/revista7/05-reflexiones.pdf>

Castiñeiras, J., De Pro Bueno, A., & Fernández, 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: revista de investigación y experiencias didácticas*, 16(3), 461-476.

Ciro, C, (2012). Aprendizaje Basado En Proyectos como estrategia de enseñanza Y aprendizaje en la educación básica y media. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/9212/1/43253404.2013.pdf>



Durán, M. & Durán, E. (2013). La termodinámica en los estudiantes de tecnología: una experiencia de aprendizaje cooperativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 31 (1), pp. 45-59. Recuperado de <http://ensciencias.uab.es/article/viewFile/614/pdf>

Dumrauf, A. & Cordero, S. (2004). ¿Qué cosa es el calor? Interacciones discursivas en una clase de Física. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(2), 123147. recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen3/REEC_3_2_1.pdf

García.V., & Basilotta, V. (2016). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 113. Recuperado de <https://doi.org/10.6018/rie.35.1.246811>

Galeano, M. (2004). *Diseño de Proyectos en la investigación cualitativa*. Medellín, Colombia: Fondo editorial Universidad EAFIT.

Hernández, C. (2005). Foro Educativo Nacional – 2005 ¿Qué son las “Competencias Científicas”? Recuperado de http://colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-128237_archivo.pdf

Hernández, S., Fernández, C., & Baptista. L. (2007). *Metodología de la investigación, enfoque cuantitativo, cualitativo y mixto*. McGraw-Hill interamericana, 4ª edición, México DF. P. 896

Hernández, S. Fernández, C. & Baptista. L. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. México DF. Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologiade-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>



Hierrezuelo, M. j. y Molina G, e. (1990). Una propuesta para la introducción del concepto de energía en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), pp. 23-30. Recuperado de www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/87934/216424

Jiménez, G. (2014). El frío y la ausencia de calor. *Ciencia y sociedad*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/870/87031229005.pdf>

Larrinaga, O., & Rodríguez, J. (2007). El estudio de casos como metodología de investigación científica en economía de la empresa y dirección estratégica. In *Empresa global y mercados locales: XXI Congreso Anual AEDEM, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, 6, 7 y 8 de junio de 2007* (p. 34). Escuela Superior de Gestión Comercial y Marketing, ESIC. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2517663.pdf>

Leal, T., & Sánchez S. (2010). Implementación de una Metodología Activa para el Aprendizaje Significativo en Calor y Temperatura. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Ivan_Sanchez9/publication/273139647_Implementacion_de_una_Metodologia_Activa_para_el_Aprendizaje_Significativo_en_Calor_y_Temperatura/links/54f9b3ed0cf21ee4fdedf4ec/Implementacion-de-una-Metodologia-Activa-para-el-Aprendizaje-Significativo-en-Calor-y-Temperatura.pdf

Leymoní, J. (2009). Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Director (Vol. 3). Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001802/180275s.pdf>

Martín, H. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *REVISTA Universidad EAFIT. Vol 46. No. 158. 2010. pp. 11-21*, 11-21.

Martínez, C. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión*, (20), 165-193.



Meneses, J. & Leiva, S. (2011). Conceptos de termodinámica entendidos desde la experimentación (calor, temperatura, energía). *Revista científica*, 1(13). Recuperado de <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/viewFile/1320/pdf>

Mergendoller, J. R. & Thomas J. W. (2005). Managing project-based learning: Principles from the field (PDF). California. Buck Institute for Education (BIE). Recuperado de <https://www.revolucioneducativa.org/files/doc/12.pdf>

Moreira, M (1997). Mapas conceptuales y Aprendizaje Significativo. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasesp.pdf>

Moreira, M. (2003). Lenguaje y aprendizaje significativo. IV Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo. Recuperado de <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Lenguaje+y+aprendizaje+significativo#0>

Moreira, M. (2005). Aprendizaje significativo crítico. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 47p.

Moreira, M. (2015). Aprendizaje Significativo Crítico. Recuperado de http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/131373/mod_resource/content/1/apsigcritesp.pdf

Morra, L. & Friedlander. A. (2001). Evaluaciones mediante Estudios de Caso. Recuperado de: http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS_METODOLOGIAS/ESTUDIO_CASOS/0950.pdf



Mullër, E. (2002). Termodinámica Básica. 2^{da} edición. Recuperado de <http://www3.imperial.ac.uk/pls/portallive/docs/1/16075696.PDF>

Pinto, C. (1991). Algunos conceptos implícitos en la 1^a y 2^a leyes de la termodinámica: una aportación al estudio de las dificultades de su aprendizaje. Departamento de Físicas de la Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/1320>

Pozo, J. (1989). Teorías cognitivas del aprendizaje. Ed. Morata. Madrid. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/73088854/POZO-J-I-2006-Teorias-Cognitivas-Del-Aprendizaje-Editorial-MORATA-Espana>

Osorio, M., & Patiño, L. (2011) “Conceptos de termodinámica entendidos desde la experimentación (calor, temperatura, energía)” Recuperado de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/3412/TRPC1de6.pdf?sequence=1>

Ramírez, D. & Santana, F. (2014). El aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje de conceptos de calor y temperatura mediante aplicaciones en cerámica. *Innovación Educativa*, ISSN: 1665-2673 vol. 14, número 66.

Rodríguez, P. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. Recuperado de: <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf>

Rodríguez, J. (2009). Introducción a la termodinámica: Con algunas aplicaciones de ingeniería. Recuperado de <http://www.cie.unam.mx/~ojs/pub/Curso%20Mabe%20Termo/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Termodinamica.pdf>



Salas, M. I, (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare* Vol. XIV, N° 1, [131-142], ISSN: 1409-42-58, Enero-Junio 2010, 131-142.

Torres, M, (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare*, Vol. 14 (1) 131-142.

Van, W. Sonntag, R. & Borgnakke, C. (2000). *Fundamentos de Termodinámica*. México, D.F: Editorial Limusa, S.A Recuperado de www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/87934/216424

Varón, G. (2012). Construcción de un ambiente de aprendizaje activo sobre la ley cero de la termodinámica.



Anexos

Anexo 1. Solicitud de permiso para intervención investigativa.

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALFONSO UPEGUI OROZCO
SOLICITUD PERMISO PARA INTERVENCIÓN INVESTIGATIVA**

Ciudad y Fecha: Medellín, Marzo 21 de 2018.

Rectora: GLADYS ELENA ARBOLEDA LOPERA.

Título del proyecto: Aprendizaje basado en proyecto: estrategia pedagógica que posibilita el aprendizaje significativo crítico de la primera ley de la termodinámica en estudiantes de octavo.

Objetivo General: Analizar el aprendizaje significativo crítico de primera ley de la termodinámica a través de la estrategia pedagógica aprendizaje basado en proyectos (ABPy) en los estudiantes del grado 8° de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco.

Población: Estudiantes de 8° grado de la Institución educativa Alfonso Upegui Orozco, ubicado en la vereda pajarito, comuna 60, corregimiento de San Cristóbal.

Nosotras, María Teresa Bolívar Torres y Karen Lucía Lamar Rodríguez, estudiantes de la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad de Antioquia. Solicitamos autorización para iniciar intervención en el aula del proyecto de investigación ya descrito, el próximo 21 de marzo. Los padres de familia de los estudiantes han recibido un consentimiento informado (ver anexo) para atender a la normatividad vigente.



Los resultados que se puedan obtener durante el tiempo de desarrollo de este proyecto (4 meses aproximadamente), serán publicados en revistas educativas y presentados en eventos nacionales e internacionales, que podrían hacer mención al nombre de la institución. Para garantizar la privacidad de los participantes se utilizan seudónimos. Además, se realizarán grabaciones de audio y video, registro y prácticas experimentales sobre termodinámica.

Esperamos contar con su colaboración y aval para dar inicio a este proyecto.

Cordialmente,

María Teresa Bolívar Torres
CC 1152440654
Estudiante 1

Christian Fernney Giraldo Macías
CC 8064056
Asesor

Karen Lucía Lamar Rodríguez
CC 1100395011
Estudiante 2

Diana Paola Martínez Salcedo
CC 41947735
Asesora



Anexo 2. Consentimiento informado para la participación en investigaciones.

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALFONSO UPEGUI OROZCO
FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA
PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES**

Ciudad y Fecha: Medellín, Marzo 21 de 2018

Título: Aprendizaje basado en proyectos: estrategia pedagógica que posibilita el aprendizaje significativo crítico de la primera ley de la termodinámica.

Objetivo General: Analizar el aprendizaje significativo crítico de la primera ley de la termodinámica a través de la estrategia pedagógica aprendizaje basado en proyectos (ABPy) en los estudiantes del grado 8° de la I. E. Alfonso Upegui Orozco.

Yo, _____, padre de familia del estudiante:
_____ una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de intervención y evaluación que se llevarán a cabo en esta investigación y los posibles riesgos que se puedan generar de ella, autorizo a (practicantes), estudiantes de la Universidad de Antioquia y a la I.E. Alfonso Upegui Orozco, para la realización de los siguientes procedimientos:

1. Grabación en formatos de audio - video y toma de fotografías durante las sesiones de trabajo.
2. Realización de prototipos experimentales sobre ECODOMÉSTICOS
3. Acompañamiento a los proyectos a desarrollar.
4. Posibles salidas de campo (informadas con anticipación)

Adicionalmente se informó que:

- La participación en esta investigación es libre y voluntaria y mi hijo se puede retirar en cualquier momento.
- No se recibirá beneficio personal de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos permitan mejorar el rendimiento académico de mi hijo(a) y sus conocimientos acerca de termodinámica.
- Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán publicados en la memoria de trabajo de grado y en revistas de investigación educativa. Los estudiantes serán



Facultad de Educación

nombrados con un pseudónimo para asegurar la confidencialidad y seguridad de los mismos.

Hago constar que el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontánea. Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados, y de forma consciente y voluntaria:

DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO

NO DOY (DAMOS) EL

CONSENTIMIENTO

Firma: _____

CC.



Anexo 3. Instrumento de indagación de ideas previas.

I.E. Alfonso Upegui Orozco

Instrumento de indagación de ideas previas

Nombre: _____ Grado: _____ Fecha _____

Apreciados estudiantes, el siguiente instrumento es presentado a ustedes con la intención de indagar sus conocimientos sobre termodinámica, lo cual será un insumo muy valioso para nuestro trabajo de investigación. La información que ustedes nos suministren será manejada con estricta confidencialidad.

A continuación, encontrarás una serie de preguntas y situaciones que deberás responder de acuerdo con los conocimientos que tengas.

1. ¿Qué entiende por termodinámica?

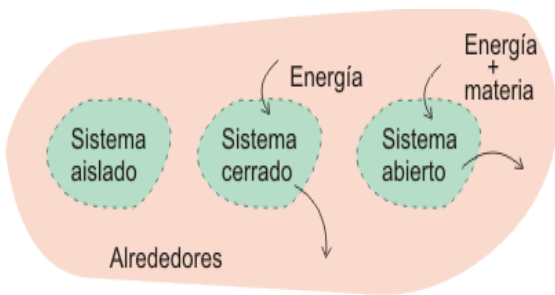
2. Cuál de los siguientes ejemplos de la vida cotidiana puedes relacionar con la termodinámica. Marca con una **X** y Justifica la elección

Evento	X	Justificación
El agua a temperatura ambiente		
La fricción de un zapato con una alfombra		
La música saliendo de un parlante		
Una olla a presión al cocinar los fríjoles		



Un espejo en una pared		
Un vaso de agua con hielo		
La caída de una hoja		

3. Teniendo en cuenta el siguiente diagrama, clasifica los ejemplos según el tipo de sistema.



Un termo con agua caliente _____

Una olla sin tapa que está con agua hirviendo en el fogón

Un termómetro _____

Los alimentos enlatados _____

Las plantas _____

4. Cómo explicarías las siguientes situaciones:

- ¿Por qué nos abrigamos cuando sentimos frío? _____
- ¿Por qué un vaso con agua fría “suda” cuando está a temperatura ambiente?
- ¿Por qué cuando estás en clase de educación física sudas?
- ¿Por qué a temperatura ambiente un café se enfría y un helado se derrite?

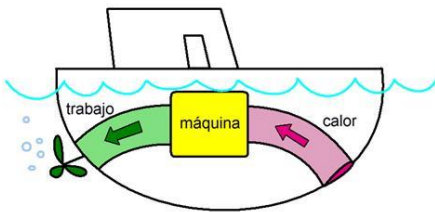
5. Un alumno entra al laboratorio de ciencias que está a una temperatura ambiental de 25°C donde se encuentra una mesa de hierro y otra de madera. Inmediatamente enciende el aire acondicionado. Pasadas dos horas, la temperatura ambiental está a 20°C, ¿Cómo será la temperatura de la mesa de hierro con respecto a la mesa de madera? Justifica la respuesta

6. Relaciona los nombres de los mecanismos de transferencia de energía en forma de calor de la columna A con los fenómenos naturales de la columna B



COLUMNA A	COLUMNA B
1. Conducción	_____ Cuando revuelves una sopa caliente con una cuchara de metal, notas que la cuchara se calienta
2. Radiación	_____ Las corrientes marinas se generan cuando aguas cálidas del trópico tienden a subir mientras que las aguas más frías de los polos tienden a bajar en la superficie del mar.
3. Convección	_____ El Sol está a 150 millones de kilómetros de la Tierra. Sin embargo, sentimos el calor de sus rayos en nuestro planeta.

7. Con base en la imagen ubicada a la izquierda, Explique qué entiende por calor, máquina y trabajo? _____



Anexo 4. Lecturas contaminación y calentamiento global.

Lectura 1. ELECTRODOMÉSTICOS Y OTROS FOCOS DE RADIACIÓN

Los electrodomésticos son los focos de radiación electromagnética más importantes en el interior de una vivienda. Debido a la proximidad a que se encuentran de las personas, la radiación que provocan puede ser preocupante. No obstante, a diferencia de una línea de alta tensión, que afecta durante todo el tiempo que se pasa en un edificio expuesto a su influencia, los electrodomésticos tienen un tiempo de uso restringido, excepto cuando



se trata de profesionales que, por su trabajo, los utilizan con asiduidad. Muchos de estos profesionales son grandes candidatos a padecer las enfermedades y trastornos que están ligados a la exposición a campos electromagnéticos y a la electrosensibilidad.

Electrodomésticos

La lavadora y la secadora emiten un fuerte campo electromagnético cuando están en funcionamiento, que puede llegar a unos tres metros de distancia.

El frigorífico emplea un motor eléctrico que genera de forma intermitente un campo magnético que puede llegar a dos metros de distancia. Aparte de la distancia de seguridad que hay que mantener entre el electrodoméstico y los lugares de estancia, hay que considerar el efecto que puede tener el campo magnético sobre los alimentos, y para minimizarlos es mejor poner especialmente los pescados y las carnes lo más alejados del motor.

El televisor

Los televisores emiten campos de extremada baja frecuencia a su alrededor, aunque los nuevos modelos LCD, LED o de plasma han reducido significativamente la radiación que afectaba a los usuarios.

En 1987, el doctor Mikolajczyk, del Instituto de Medicina Laboral de Lodz, trabajó con ratas, a las que mantuvieron sometidas a la radiación generada por televisores situados a 30 centímetros de distancia, durante 4 horas diarias, siguiendo este proceso: las hembras se expusieron antes del apareamiento durante 60 días, y 16 días durante el embarazo.

El resultado fue que las crías al nacer presentaban un peso significativamente inferior a las del grupo control. Por otra parte, los machos fueron expuestos entre 35 y 50 días, constatándose una reducción del peso de sus testículos en comparación al grupo no expuesto. Otro dato significativo fue que los valores de sodio en los animales expuestos descendieron por debajo de lo normal en la corteza cerebral, el hipotálamo y el cerebro central. Igualmente, se observó un desarrollo más lento en las ratas en edad de crecimiento.

Como medida de seguridad, recomendamos mantener la distancia resultante de multiplicar por seis la longitud de la pantalla en su parte diagonal. Afortunadamente, hoy en día los campos electromagnéticos generados por las pantallas planas suelen cumplir la Certificación sueca TCO de seguridad y su grado de incidencia en los usuarios es mucho menor.

El ordenador



Los ordenadores de las décadas de los 80 y parte de los 90 generaban fuertes campos magnéticos que se relacionan con graves problemas de salud en los operarios. Ante esta obvia realidad los fabricantes bajo la presión de los usuarios, redujeron la emisión de campos magnéticos, aunque no dijeron que lo hacían, ni se puso una normativa que lo regulara. Como en todo lo relacionado con la enfermedad silenciada, nadie asumió responsabilidades por los daños causados. Simplemente no pasó lo que pasó.

Los investigadores Goldhaber, Polen y Haitt, llevaron a cabo en 1988 un estudio epidemiológico sobre 1.583 mujeres embarazadas que trabajaban más de 20 horas semanales con ordenador. En este estudio se comprobó un aumento significativo de más del doble de abortos, en comparación con el grupo control. Igualmente, se produjo un elevado número de malformaciones en los fetos. Los sindicatos estadounidenses recomiendan a los operarios que reduzcan su jornada laboral y adopten medidas protectoras cuando trabajen con ordenadores o fotocopiadoras, especialmente las mujeres embarazadas.

A la incidencia provocada por los campos electromagnéticos, hay que añadir el estrés psicológico que induce y los malos hábitos posturales que se adquieren, todo lo cual repercute en un aumento del riesgo de abortos espontáneos entre las usuarias de ordenadores. Estos niveles de riesgo dependen de la cantidad de tiempo de uso del ordenador, así como de los modelos utilizados y de los campos eléctricos y magnéticos que emiten.

De cualquier forma, podemos reducir los campos magnéticos alejándonos de la torre y de la pantalla a un metro de distancia. En cuanto al campo eléctrico se puede eliminar usando cables apantallados y conectando a tierra la pantalla y el enchufe.

Otro riesgo del ordenador es la electricidad estática que se acumula en el propio aparato que, bien por inducción o bien por el aire (con partículas de polvo cargadas eléctricamente), pasa al usuario cuando entra en contacto o está próximo a él. Estas cargas electrostáticas producen molestias en los usuarios de ordenadores, porque en la pantalla, a largo plazo, se produce un aumento de potencial de polaridad, casi siempre unilateralmente positiva. El usuario absorbe ese potencial de forma obligada, con las consecuencias ya conocidas de malestar, tensión, náuseas, falta de concentración, etc. Las partículas de carga negativa del aire son atraídas por la pantalla, donde crean una capa de polvo, al tiempo que las partículas de carga positiva, son emitidas hacia el usuario. Una solución a este problema es conectar la pantalla y el monitor a tierra, y colocar un elemento conductor, por ejemplo, un filtro, y un ionizador, un emisor de iones negativos que sirve para mejorar la calidad del aire.



Las personas que trabajan con pantallas suelen ser propensas a padecer algunos síntomas relacionados con la piel y los ojos:

Sequedad e irritación de las mucosas de la nariz y garganta. Sequedad y/o enrojecimiento de la piel. Sequedad del ojo, especialmente acusada al usar lentes de contacto. Poros abiertos y granos en la cara. Erupciones en la cara y/o en las manos. Ojos rojos, llorosos o inflamados. Cansancio. Migrañas. Estrés.

Recuperado de: <https://www.vivosano.org/electrodomesticos-focos-radiacion/>

Lectura 2. La amenaza de la tecnobasura

Cada año se producen toneladas de basura tecnológica que afecta el medio ambiente y la salud humana.

En este momento, mientras usted lee estas líneas, tal vez un niño en algún suburbio de Acra (Ghana) está manipulando el celular que usted desechó hace unos meses por considerarlo muy viejo y que reemplazó por uno de última generación.

Aunque un acuerdo internacional prohíbe la exportación de estos equipos, muchas empresas ilegales, o mafias del contrabando, envían estos equipos en desuso a países africanos o asiáticos desde Suramérica o Norteamérica.

Allí, los menores de edad, explotados como mano de obra, desbaratan el equipo y sacan circuitos, plástico, cobre y otros elementos para venderlos y conseguir algo de dinero para sus familias. Pues, según estudios realizados en la Unión Europea, en promedio los aparatos eléctricos y electrónicos están compuestos en un 25 por ciento por elementos reutilizables y en un 72 por ciento por materiales reciclables (plásticos, metales ferrosos, aluminio, cobre, oro, níquel o estaño).

Este drama social es apenas una parte de un difícil problema que se ha implantado en la humanidad por el incremento del uso de nuevas tecnologías. La otra parte del problema es, sin ser menos grave, un obstáculo ambiental, porque los desperdicios electrónicos siempre contienen sustancias muy peligrosas. Esa misma investigación de la Unión Europea dice, por ejemplo, que esos desechos incluyen un 3 por ciento de elementos potencialmente tóxicos, entre ellos plomo, mercurio, berilio, selenio, cadmio, cromo, sustancias halogenadas, u otros más complejos



como clorofluorocarbonos, bifenilos, arsénico y el amianto, entre otros.

Por ejemplo, la pantalla de un computador tiene plomo, y cuando esta se destruye mal o se arroja sin cuidado en un campo o en una calle (así ocurre en algunos barrios de San Andrés ante las dificultades para sacarlas de la isla), existe la posibilidad de que al degradarse esa sustancia contamine el agua subterránea. Sucede algo similar cuando esa misma pantalla se arroja en un botadero de basura a cielo abierto, como si fuera una lata, un recipiente de plástico u otro desperdicio tradicional, que muchas veces son incinerados.

Todas son sustancias muy agresivas para los suelos y el aire, y afectan gravemente la salud. Para mencionar solo una: el arsénico, presente en semiconductores, es causante de lesiones cerebrales y cardiovasculares.

¿Cómo aprovechar bien lo que es potencialmente reciclable y desechar correctamente lo que contamina? Ese es el reto al que se enfrenta el mundo con una sociedad cada vez más consumista.

El año pasado, en todo el mundo se produjeron casi 49 millones de toneladas métricas de basura electrónica, equivalentes a 7 kilogramos por cada habitante del planeta, cifra que para el 2017 aumentará un 33 por ciento, según un estudio de la Universidad de las Naciones Unidas.

Un problema frente al que Colombia no es ajeno. Aquí se producen al año alrededor de 143.000 toneladas de residuos electrónicos de computadores, celulares y televisores, por nombrar solo algunos de los electrodomésticos más comprados. Solo de equipos de cómputo los desperdicios llegan a 17.000 toneladas.

El tema se ha discutido ampliamente y ha generado, al menos, tres reacciones principales. Por un lado, una ley con la que se regularía la disposición de estos desperdicios. También la intención del Ministerio de Medio Ambiente por regular el caos a través de programas posconsumo. Y, por último, se suman las iniciativas empresariales en un intento del sector privado por liderar la toma de correctivos.

El primer paso se dio el año pasado, cuando fue sancionada la ley 1672 del 19 de julio de 2013, por medio de la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de Gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Esta legislación busca minimizar los riesgos sobre la salud y el medio ambiente y facilitar la gestión de aparatos eléctricos y electrónicos en desuso.

Así también obliga al productor de estos a establecer un sistema de recolección y gestión



ambiental seguro. Y les pone reglas a los consumidores, quienes deberán entregar los residuos generados en sitios designados para que sean destruidos adecuadamente. Para esta Ley falta reglamentación y establecer alcances, pero solo con su creación ya se han generado reacciones.

Por ejemplo, la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (Andi) reunió 41 empresas (que representan más del 45 por ciento del mercado nacional de las tecnologías) y creó EcoCómputo, el primer sistema de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de computadores y/o periféricos de Colombia.

Hasta este año se han recogido 580 toneladas de residuos, que corresponden a 80.000 equipos en Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla.

Otro intento exitoso lo impulsa Computadores para Educar. De acuerdo con Martha Castellanos, directora de este programa público, cerca de 3.000 toneladas de residuos, equivalentes a unos 141.000 computadores, han sido tratados dentro de un proceso en el que se reciclan los residuos y luego se venden a empresas que usan dichos desechos como materias primas.

Firmas privadas, al margen de la nueva ley, también se han sintonizado ofreciendo alternativas. Hewlett Packard, como parte de su programa de reciclaje solo en Colombia y desde 2007, ha reciclado más de 613.000 kilogramos de productos usados y cartuchos entregados por sus clientes. La idea es superar los 170.000 kilogramos entre 2013 y 2014.

Apple, por su parte, acaba de crear una estrategia particular. Los seguidores de la marca podrán entregar su iPad viejo en las tiendas autorizadas, donde se le hará una valoración. Dependiendo del precio en el que sea avaluado, dicho valor podrá usarse en la compra de otro iPad de última generación.

Los iPad viejos serán utilizados en programas de reciclaje responsable para su venta en países en desarrollo y mercados de segunda, o para procesar sus componentes y reciclarlos.

Y tal vez uno de los programas de recolección más consolidados es el que han organizado desde 2007 los operadores de celulares, que recogen un promedio de 400.000 teléfonos dañados o abandonados al año.

Todo lo anterior demuestra que hay avances, pero aún no es el escenario ideal. La contaminación sigue siendo una amenaza potencial. Pero, además, un reto latente.

Como lo define el rector de la Universidad de las Naciones Unidas, una de las instituciones más estudiosas del tema en el mundo, Konrad Osterwalder: “El desafío de



tratar con residuos electrónicos es muy complejo, muy difícil, pero perfeccionar ese proceso representaría un paso importante en la transición hacia la economía ecológica”.

Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14164538>

Lectura 3. ¡Tomás y la energía eléctrica, una plática con el abuelo!

Tomás, es un niño de 10 años que por las tardes, suele ir a casa de su abuelo para invitarlo a merendar. Después de leer un cuento y platicar un poco, salen para tomar la merienda. Un día al ir a casa, al pasar por la feria Tomás asombrado le dijo a su abuelo -¡Cuántos juegos! ¡Cuántas luces de colores! El abuelo contestó- Antes no había electricidad. ¿Te imaginas, Tomás?

El niño se queda pensativo y le responde al abuelo -¿Será que un señor empujaba a los caballitos? ¿Y en las calles se usaban velas? ¿Fue así abuelo?

Y el abuelo respondió -Mi papá platicaba que el sereno encendía por las noches los faroles en las calles y gritaba la hora. Era más difícil hacer de comer, pues las señoras no tenían licuadora para moler el jitomate y las casas se alumbraban con velas -Tomás le interrumpe para preguntar- ¿Qué hacían en las tardes, abuelo? ¿Cómo se divertían?

Las personas tenían más tiempo para platicar, si algún miembro de la familia sabía tocar algún instrumento, se reunían para escucharlo -dijo el abuelo. Tomás detuvo por un momento la marcha y se quedó pensando, luego volvió a preguntar al abuelo ¿Por qué nosotros tenemos luz?
- ¡Ah! Porque durante años y años mucha gente pensó y trabajó y, pensando y trabajando, descubrieron la energía eléctrica. -¿Y cómo se hace la energía eléctrica abuelo?

- De muchas maneras. Te voy a platicar una. En ciertos lugares han construido grandes edificios donde se quema el carbón, gas o aceite en unos depósitos que se llaman calderas. Al quemarse, se produce vapor de agua, que mueve unas enormes aspas y éstas, a su vez, mueven el generador eléctrico. De esta manera se genera la electricidad que luego se distribuye a todos los lugares que la requieren.

- Y sí que se requiere, en la casa la usamos para tantas cosas - dijo Tomás por ejemplo, en el desayuno se utiliza la licuadora para preparar la salsa, el extractor para hacer el jugo y el tostador de pan.

-Bueno, y sólo mencionaste el desayuno, imagínate para todo lo que se utiliza- dijo el abuelo, y continuó- las personas necesitan algunos aparatos eléctricos para hacer su trabajo.

Tu mamá, por ejemplo, que es secretaria, tiene en su trabajo una computadora, y el señor que ayer vino a soldar la puerta trajo su soldadora que también requiere de energía eléctrica para poder funcionar.



-¡Mira abuelo! Los semáforos, los postes de luz y el trolebús también necesitan electricidad.

- Hasta en los lugares muy, muy lejanos, existe la energía eléctrica –Dijo el abuelo y agregó –¿Recuerdas cuando fuimos a mi pueblo?

-¡Claro! Lo que más me gustó fue el quiosco adornado con focos de colores.

- Para que la energía eléctrica llegue a todos los lugares se necesita mucho trabajo y mucho dinero. Por eso todos debemos cuidarla y no desperdiciarla. En casa podemos hacer muchas cosas para ahorrar energía.

- Sí abuelo voy a apagar la luz de mi cuarto cuando no la esté ocupando, ¡Desde hoy ahorraré energía eléctrica!

-¡Muy bien! Mañana platicaremos de otras formas en que puedes ahorrar electricidad, pero ahora, caminemos rápido, que nos esperan para cenar.

Recuperado de: <https://unaecologica2011.blogspot.com/2016/10/tomas-y-la-energia-electrica-una-charla.html>

Lectura 4. Los electrodomésticos: ¿amigos o enemigos del medioambiente?

Los electrodomésticos que se usan en el hogar todos los días representan un gasto de energía que puede perjudicar al medioambiente. El primer paso para evitarlo: dejarlos desconectarlos.

El carbono es uno de los elementos más utilizados para la construcción de electrodomésticos y además, uno de los mayores contaminantes. Sin embargo, algunos fabricantes, comprometidos con el medioambiente, están empezando a diseñar sus productos con alternativas que disminuyan el gasto de energía, que es uno de los problemas principales pues en varios países dependen del tratamiento de carbón para producir este servicio, que hoy se consume en alrededor de 329 kilovatios por hora por cada electrodoméstico que hay en casa.

Los cálculos fueron hechos por las compañías energéticas en diferentes países del mundo, y se descubrió que cada día que permanecemos más tiempo en el hogar y usamos la mayoría de nuestros aparatos eléctricos, le sale caro al medioambiente.

Por ejemplo, es un día común y nos preparamos para ir al trabajo. Nos levantamos, nos bañamos y al usar la ducha eléctrica gastamos 4 mil vatios si la usamos 30 minutos a diario. Parece exagerado, pero el agua caliente puede ser muy tentadora. Curiosamente, el calentador de gas es mucho más amigable con la ecología.

Luego de estar listos encendemos el televisor (que usa 140 vatios encendido 5 horas al día) o el equipo de sonido (que usa una potencia de 200 vatios prendido una hora al día)



para escuchar las noticias mientras nos preparamos el desayuno: el 'coffe maker' o cafetera encendida y funcionando durante 30 minutos emplea una potencia de 800 vatios. Seguro que la máquina no demora ese tiempo en preparar un café, pero muy seguramente no será el único que haga durante el día. Hacer el resto del desayuno en una cocina eléctrica de cuatro discos que cocina 45 minutos al día gasta 2 mil 800 vatios. Considerando que no es la única vez que se enciende, el gasto energético asciende.

Si no usamos cocina sino horno microondas el gasto disminuye, pero es considerado grande: gasta mil 200 vatios de potencia utilizado 30 minutos al día.

Otros electrodomésticos como la olla arrocera gasta 700 vatios durante 30 minutos al día y el refrigerador, que permanece encendido todo el día y noche, gasta 290 vatios en tan solo 9 horas. La lavadora gasta 383 vatios en 3 horas, dos veces a la semana. ¡Ni hablar del gasto energía eléctrica de las lavadoras usadas a diario!

Las bombillas ahorradoras han contribuido a disminuir lo que a todas luces denota un gasto exorbitante de energía eléctrica en cada hogar y es por eso que, si queremos que el mundo sea sostenible de alguna manera, es importante generar alternativas a este tipo de consumo.

En el caso del televisor, por ejemplo, se ha establecido que, aunque esté apagado sigue consumiendo energía si no se desconecta, y es por eso que la opción 'Stand by' ha sido eliminada en algunos aparatos para permitir el ahorro.

La nevera, que es uno de los aparatos que más energía gasta, también tiene alternativas amigables. El sistema 'Linear Compressor' permite ahorrar hasta 45% de energía porque calcula la temperatura que necesita cada alimento.

La lavadora también ha sido susceptible a cambios para cuidar al medioambiente. Las lavadoras con tecnología 'Inverter' ahorran el 35% de energía y el 42% de agua. Esta tecnología utiliza un microprocesador que gradúa la potencia que utilizará la máquina según el peso de la ropa.

También se usa la tecnología 'Eco Bubble', que lava por intermedio de burbujas que disuelven el detergente con aire y agua. Lo importante es ser conscientes de cuánta energía gastamos.

Además de los electrodomésticos existen otros elementos que están siendo creados con el objetivo no solo de ser útiles en el hogar, sino también de cuidar el medioambiente. Es verdad que son un poco más caros, pero el costo no es significativo y sí producen un gran impacto sobre el medio. De todas maneras, también están adecuados para que duren más. Por ejemplo, las toallas de papel y el propio papel higiénico hecho de fibras recicladas, que no quiere decir que sea sucio ni nada por el estilo, hace que el gasto que este papel significa en la tala de bosques sea mínimo, porque no se tendrán que cortar más árboles.



Otra de las razones que hay que tener en cuenta es que los precios bajos no siempre son la mejor manera de elegir, ya que a la larga se tendrán que reemplazar más rápido y esto influye no solo en el bolsillo del consumidor, sino también en los materiales que se emplean para volver a crearlos como en el caso los muebles y la ropa. Estos objetos terminan tan deteriorados, que pocas veces pueden volver a usarse y el ambiente termina degradado utilizando recursos nuevos, que al ser fabricados expulsan dióxido de carbono.

La gente no sabe que uno de los elementos que se desprenden de la producción de energía afecta la atmósfera, hidrosfera y el suelo, por tanto, a todos los seres vivos. Estos elementos o emisiones son de dos tipos: la contaminación inherente a la operación de los sistemas de producción y la producida accidentalmente. Las recomendaciones es tener conciencia del uso que le damos a los aparatos, por ejemplo, si el computador está encendido, entonces evite cargar su celular con el cargador y utilice el cable de datos que también sirve para llenar nuevamente la batería. Todo se trata de conciencia sobre lo que hacemos y pensar en alternativas no toma mucho tiempo.

Recuperado de <http://www.vanguardia.com/vida-y-estilo/ola-verde/208541-los-electrodomesticos-amigos-o-enemigos-del-medioambiente>

Lectura 5. La última noche de los objetos

¡Que cansada estoy! - se quejó la lavadora desde el suelo de la cocina.
Era un modelo viejo, de esos que casi no se ven, ni tampoco se venden. Estaba tan sucia y oxidada que nadie comprendía como aun lograba funcionar.
La familia, compuesta por dos hijas y los padres, había salido de compras hacía algunas horas, dejando ciertos objetos encendidos.
- ¡Yo debería estar quejándome! - exclamó el teléfono, sentado desde una mesa ratona.

Era de color verde, de disco y con el peso de los años, estaba deteriorado y golpeado. -
¡Me duele tanto cada vez que- RING RING RING! ¡Ay! - dijo mientras seguía sonando. - ¡RING RING!
- ¡Merecemos un descanso! - dijo el gran reloj cucú, al final del pasillo.
Llevaba años en la casa. Era alto y fino, y ocupaba mucho espacio; más de un cuarto de pared. Tenía números romanos y cada media hora, un pajarito hecho de madera y algunas plumas grises, salía de su interior y cantaba: ¡Cú Cú! - Hago lo mismo todos los días y nadie siquiera es capaz de limpiarme - prosiguió.
De pronto, la puerta de la casa se abrió.
Afuera estaba todo oscuro. Una lluvia se avecinaba.
Una sombra pequeña se introdujo en la casa y tomó asiento en la gran mesa redonda de la sala familiar.



Se hizo un largo silencio.

Nadie osó mirarse a los ojos.

Al cabo de unos minutos, el reloj preguntó:

- ¿Quién eres?

Silencio.

La lavadora, entrevió una pequeña sonrisa en medio de la siniestra oscuridad.

La tormenta había comenzado

- ¿Qué es lo que quieres aquí? - inquirió el teléfono.

Silencio.

Los objetos estaban aterrados.

- ¿Qué es lo que sucede? - preguntó la televisión vieja.

Nadie se había percatado de ella hasta ese momento. Era un modelo de los años sesenta, una Zenith. Hacía tiempo que nadie la usaba y estaba cubierta por una sábana blanca de algodón, para que no se ensuciara demasiado. Antes de escuchar respuesta alguna, se quedó completamente dormida.

- La.. la familia vendrá pronto y... te llevará lejos dijo la lavadora en un susurro.

- La familia - repitió el intruso, y acto seguido estalló en carcajadas. - ¡La familia! ¿No están enterados de nada verdad? La familia ya no los quiere. Están viejos, inservibles, inútiles. - Tomen como ejemplo a esta estúpida lavadora, ni siquiera puede con una simple carga de ropa. - Y dicho esto, se bajó de la mesa donde se había sentado y se acercó hacia ella. Presionó un botón.

La lavadora andaba cada vez más deprisa. Más y más. Parecía que explotaría de un momento a otro. La tapa se abrió y la ropa saltó hacia afuera, desparramándose por el suelo de la cocina. No tuvo tiempo de nada.

Un ruido extraño se escuchó en su interior; y luego, sus luces se apagaron. Había dejado de funcionar para siempre. Un silencio profundo reinó en toda la casa. Podía percibirse el miedo, era algo que casi se oía.

- Serán reemplazados. - dijo el intruso con una sonrisa tan brillante, que hasta podría decirse que brillaba en la oscuridad - La familia fue de compras y regresará con nuevos objetos. Van a necesitar una buena lavadora. Una con capacidad de ocho kilogramos y poseedora de veintitrés programas, entre otras cosas.

- ¡Somos parte de esta casa! ¡Nadie puede tomar nuestro lugar! - protestó el reloj.

- Te haré una pequeña demostración - dijo el intruso, aun sonriente.

Caminó hacia donde se encontraba la vieja televisión y le dio una patada. Ésta se encendió diciendo: - ASALTAN UN BANCO Y SE LLEVAN LA SUMA TOTAL DE... y volvió a apagarse.



- ¿Lo ven? Es incapaz de mantenerse despierta. Incapaz de funcionar, como todos los demás, como todos ustedes - exclamó el intruso y volvió a reír.

Saltó hacia la parte más alta del reloj cucú y comenzó a darle vueltas a las manecillas, marcando las diez, las once, las doce, a toda velocidad.

- ¡Por favor basta! ¡Haré lo que sea, funcionaré mejor que nunca! ¡Por favor, quiero vivir! - suplicó el reloj cucú.

El pájaro de su interior salía y entraba, una y otra vez.

Las manecillas se quebraron. Las plumas del pajarito se desprendieron y flotaron hasta tocar el suelo.

El reloj era anciano, y estaba cansado. No tenía fuerzas para defenderse. Ya no podía luchar.

Dejó de existir.

- Ahora necesitarán un nuevo reloj; uno digital, con fondo de color y luces de neón. -el intruso estaba más alegre que nunca.

El teléfono de disco, estaba aterrado. Quería seguir funcionando ¡No le importaba sonar todo el tiempo! ¡No importaba el dolor! Pero no tuvo oportunidad.

Vio acercarse una sombra. Era un celular negro, de ese último modelo, los que no tienen ningún botón y por los que cualquier chico moriría.

- No hay salida. La familia vendrá pronto, con un teléfono nuevo. Uno inalámbrico, con identificador de llamadas, video llamadas, uno sin disco - dijo el celular y volvió a sonreír.

Tomó el cable en espiral que conectaba el teléfono a la pared y lo arrancó de un tirón.

Lo ató alrededor del tubo verde y comenzó a apretar. Lo estaba ahorcando.

- Por favor - pidió sin esperanzas. Pero se había resignado. Esperó la muerte.

- Ja ja ja - rió en voz alta el celular. Se acercó al marco de la ventana, y por el cristal, se sentó a esperar a la familia, que regresaría con los nuevos objetos.

La televisión vieja despertó.

Vio a sus amigos en el suelo.

Muertos.

Una lágrima corrió por su rostro y volvió a taparse con la sábana.

Recuperado de: <http://lego-piece.blogspot.com/2013/05/la-ultima-noche-de-los-objetos.html>



Anexo 5. Laboratorio mecanismos de transferencia de calor.

PRÁCTICA DE LABORATORIO: CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.	
NOMBRE DE LA PRÁCTICA: TRANSFERENCIA DE CALOR	FECHA: 21-03-2018 GRADO: Octavo
DOCENTES: María Teresa Bolívar y Karen Lamar Rodríguez	
INTEGRANTES:	
OBJETIVOS: Determinar de manera experimental las tres formas de transferencia de calor: convección, radiación y conducción.	
MARCO CONCEPTUAL: <p>El calor se transfiere mediante convección, radiación o conducción. Aunque estos tres procesos pueden tener lugar simultáneamente, puede ocurrir que uno de los mecanismos predomine sobre los otros dos. Por ejemplo, el calor se transmite a través de la pared de una casa fundamentalmente por conducción, el agua de una cacerola situada sobre un quemador de gas se calienta en gran medida por convección, y la tierra recibe el calor del sol, casi exclusivamente por radiación.</p> <p>Conducción: En los sólidos, la única forma de transferencia de calor es la conducción. Si se calienta un extremo de una varilla metálica, de forma que aumente su temperatura, el calor se transmite hasta el extremo más frío por conducción.</p> <p>Convección: Si existe una diferencia de temperatura en el interior de un líquido o un gas, es casi seguro que se producirá un movimiento del fluido. Este movimiento transfiere calor de una parte del fluido a otra por un proceso llamado convección.</p> <p>Radiación: La radiación presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío.</p>	
MATERIALES: ✓ 2 botellas de gaseosa de igual tamaño previamente pintada de blanco y negro (pintura de aceite) respectivamente. ✓ Cuchara de metal	REACTIVOS/SUSTANCIAS: ✓ Agua a diferente temperatura. ✓ Anilina de diferente color. EQUIPOS:



<ul style="list-style-type: none">✓ Cuchara de madera✓ Cobre✓ 2 vasos de plástico✓ 2 pitillos transparentes✓ Bombas✓ Lámpara (luz artificial)	<ul style="list-style-type: none">✓ Termómetro✓ Beacker de 250 ml
PROCEDIMIENTO: <p>Experimento 1: Toma las dos botellas de gaseosa previamente pintadas de blanco y negro, en la boca de las botellas coloca una bomba y llévalas a calentamiento con la luz artificial. Luego de 15 minutos observa los cambios.</p> <p>Experimento 2: Toma los dos vasos de plástico y realiza a la misma altura 2 perforaciones en cada uno, introduce en ellos, los dos pitillos, uniendo los vasos y adiciona en un vaso agua caliente con anilina roja y en el otro, agua fría con anilina azul. Observa y registra lo que sucede.</p> <p>Experimento 3: Toma un beacker, adiciona 250 ml de agua y someterlo a calentamiento hasta que llegue a su punto de ebullición. Luego introduce una cuchara de madera, una de metal y una de cobre. Al pasar dos minutos de haber introducido las cucharas, con cuidado toca cada una y registra lo sucedido.</p>	
INFORME DE RESULTADOS: <p>Registra detalladamente todas las observaciones realizadas en cada experimento, si es necesario apóyate en un registro fotográfico. Preguntas sugeridas:</p> <ol style="list-style-type: none">1. ¿Cuál de las dos botellas aumentó el volumen de la bomba? Por qué2. ¿Cómo explicas el fenómeno anterior? Y ¿a cuál de los mecanismos de transferencia de calor responde el experimento?3. Describe lo ocurrido en el experimento 2.4. ¿Qué mecanismo de transferencia de calor evidencias en ese experimento?5. ¿Cómo explicas lo sucedido en el experimento 3?6. Da ejemplos de cada uno de los mecanismos de transferencia de calor que ocurren en tu cotidianidad.	
CONCLUSIONES: Elabora 3 conclusiones a partir de lo aprendido.	
ALERTAS DE SEGURIDAD: <p>Tener precaución con el agua caliente.</p>	



No probar ninguna de las mezclas o soluciones.

Anexo 6. Laboratorio virtual Calor y Temperatura.

PRÁCTICA DE LABORATORIO: CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.	
NOMBRE DE LA PRÁCTICA: LABORATORIO VIRTUAL. CURVA DE CALENTAMIENTO	FECHA: 11 de abril del 2018 GRADO: OCTAVO
DOCENTES: Karen Lamar y María Teresa Bolívar	
INTEGRANTES:	
OBJETIVOS: <ul style="list-style-type: none">• Determinar los puntos de fusión y ebullición de las diferentes sustancias.• Determinar experimentalmente la curva de calentamiento de las diferentes sustancias	
MARCO CONCEPTUAL: <p>Cuando un cuerpo, por acción del calor o del frío pasa de un estado a otro, decimos que ha cambiado de estado. En el caso del agua: cuando hace calor, el hielo se derrite y si calentamos agua líquida vemos que se evapora. El resto de las sustancias también puede cambiar de estado si se modifican las condiciones en que se encuentran. Además de la temperatura, también la presión influye en el estado en que se encuentran las sustancias.</p> <p>Si se calienta un sólido, llega un momento en que se transforma en líquido. Este proceso recibe el nombre de fusión. El punto de fusión es la temperatura que debe alcanzar una sustancia sólida para fundirse. Cada sustancia posee un punto de fusión característico. Por ejemplo, el punto de fusión del agua pura es 0 °C a la presión atmosférica normal.</p> <p>Si calentamos un líquido, se transforma en gas. Este proceso recibe el nombre de vaporización. Cuando la vaporización tiene lugar en toda la masa de líquido, formándose burbujas de vapor en su interior, se denomina ebullición. También la temperatura de ebullición es característica de cada sustancia y se denomina punto de ebullición. El punto de ebullición del agua es 100 °C a la presión atmosférica normal.</p> <p>Conocimientos previos</p>	



Punto de fusión y ebullición		
MATERIALES: Lápiz y cuaderno	REACTIVOS:	EQUIPOS: Computadores
PROCEDIMIENTO: 1: por parejas, ingresar a la página http://labovirtual.blogspot.com.co/search/label/Curva%20de%20calentamiento 2. Leer el enunciado del punto 4.1 y procede tal cual se te indica ahí, sin tener en cuenta la tabla del final del enunciado. 3. Hacer una gráfica con los datos de las tres sustancias		
INFORME DE RESULTADOS: Registra detalladamente todas las observaciones realizadas en el experimento. Preguntas sugeridas: 1. ¿A los cuantos segundos el agua pasa de estado sólido a líquido y gaseoso? 2. ¿A los cuantos segundos el benceno pasa de estado sólido a líquido y gaseoso? 3. ¿A qué temperatura el benceno y el agua se encuentran en estado sólido? 4. ¿Cuál es la relación entre la temperatura y los cambios de estado?		
CONCLUSIONES: Elabora una o dos conclusiones para cada una de las sustancias vistas.		
REFERENCIAS: http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/estados/cambios.htm (10 de marzo de 2018)		
FECHA DE ENTREGA: 18 de abril de 2018		



Anexo 7. Calculo Huella de Carbono.

PREGUNTAS	VERDE (0 PUNTOS)	AMARILLO (4 PUNTOS)	ROJOS (6 PUNTOS)
¿Cómo vienes al colegio?	Caminando	Transporte escolar	Carro – Moto
¿Procuras apagar las luces de tu habitación?	Si, siempre	A veces.	No, normalmente lo deajo encendido
¿Cuántas veces a la semana comes carnes, enlatados, huevos?	Casi nunca	A menudo	Cada comida
¿Separas la basura en tu casa?	Si	Algo, vidrio y plástico	Nada
¿Cuándo te aseas?	Me ducho y cierro la llave mientras me enjabono	Me ducho con la llave abierta todo el tiempo	Me baño sin pensar en el tiempo
¿Qué haces con tus cosas viejas?	Se las doy a alguien que no tenga	Las guardo	Los tiro a la basura



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

Anexo 8. Encuesta a mi comunidad.



ENCUESTA

LA ENERGIA DE MI TERRITORIO

OBJETIVO: Analizar qué tanto influyen la cantidad de electrodomésticos en el consumo de energía en las viviendas y a su vez qué repercusiones tiene para el planeta.

INSTRUCCIONES:

- * El recorrido se debe hacer por grupo de trabajo.
- * Esta actividad tendrá una duración de 1 hora 40 minutos.
- * Se debe encuestar 3 viviendas.
- * Tener un registro fotográfico* de las viviendas y electrodomésticos para que fortalezcan sus informes.
- * **Al finalizar las encuestas, por grupos se socializará la experiencia y generarán una hipótesis sobre los posibles resultados que les arrojarán los cálculos que deben elaborar.**

***NOTA ACLARATORIA:** Antes de realizar cualquier toma fotográfica o grabar la encuesta, solicite permiso al encuestado.

Las fotografías no se realizan a rostros, sólo a los objetos en estudio.

COMPROMISOS

- * El informe se debe entregar a los 8 días de realizado la salida.
- * Comparar el número de electrodoméstico y el valor de cada factura
- * Se debe hacer un promedio de las facturas de las tres viviendas.
(promedio= $(\$factura1 + \$factura2 + \$factura3) / 3$)
- * Luego se harán conclusiones comparando los resultados (influencia del número de electrodomésticos y el valor facturado)



ENCUESTA

NOMBRE DEL EQUIPO:

GRADO:

La siguiente es una encuesta de tipo académico, cuyas respuestas nos permitirán comprender el tema de calor residual, sus datos serán manejados bajo confidencialidad.

Dirección del domicilio	
N° de habitantes	

	Televisor	Nevera	Lavadora	Licuadora	Estufa eléctrica	Microondas	Ducha eléctrica	Computador de escritorio	Equipo de sonido	Plancha para ropa	Plancha para cabello	Portátil	Celular
1) ¿Qué electrodomésticos tienes?													
2) ¿Cuántos de estos artefactos tienes?													
3) ¿Cuántas horas por días lo utilizas?													
4) ¿Con qué frecuencia les haces mantenimiento?													



5) ¿Qué haces cuando alguno de ellos deja de funcionar	
6) ¿Sabes cuál de ellos consume mayor energía? ¿por qué?	
7) ¿Sabes cuál de ellos contamina más? ¿Por qué?	
8) ¿Has pensado en obtener artefactos que utilicen otro tipo de energía?	



La técnica Phillips 6.6

Un grupo grande se divide en subgrupos de seis personas, para discutir durante seis minutos un tema y llegar a una conclusión. De los informes de todos los subgrupos, se extrae luego una conclusión general.

El nombre de esta técnica deriva de su creador, J. Donald Phillips, del Michigan State College, y del hecho de que seis personas discuten un tema durante seis minutos. Es particularmente útil en grupos grandes de más de veinte personas, y tiene como objetivos los siguientes:

- a. Permitir y promover la participación activa de *todos* los miembros de un grupo, por grande que este sea.
- b. Obtener las opiniones de todos los miembros en un tiempo muy breve.
- c. Llegar a la toma de decisiones, obtener información o puntos de vista de gran número de personas acerca de un problema o cuestión.

Además, esta técnica desarrolla la capacidad de síntesis y de concentración; ayuda a superar las inhibiciones para hablar ante otros; estimula el sentido de responsabilidad, dinamiza y distribuye la actividad en grandes grupos. El objetivo principal, empero, consiste en lograr una participación democrática en los grupos muy numerosos. Tal como lo

Gráfico 7. Técnica Phillips 6.6. ZonActiva lenguaje 10. Voluntad.



ZonActiva

Lenguaje

10

ha expresado su creador: “En vez de una discusión controlada por una minoría que ofrece contribuciones voluntarias mientras el tiempo lo permite, la “discusión 66” proporciona tiempo para que participen todos, provee el blanco para la discusión por medio de una pregunta específica cuidadosamente preparada, y permite una síntesis del pensamiento de cada pequeño grupo para que sea difundida en beneficio de todos”.

El Phillips 6.6 puede ser aplicado en muy diversas circunstancias y con distintos propósitos, ya que es un procedimiento flexible.



Cómo se realiza

Preparación: esta técnica requiere muy poca preparación. Bastará con que quien la aplique conozca el procedimiento y posea condiciones para ponerlo en práctica. El tema o problema por discutirse puede ser previsto, o bien surgir dentro del desarrollo de la reunión del grupo. No es común que un grupo se reúna para realizar un Phillips 6.6, sino que este se utilice en un momento dado de la reunión de un grupo, cuando se le considere apropiado por sus características.



Primer paso: en el grupo grande

Desarrollo

1. Cuando el director de un grupo o los miembros consideran oportuna la realización de un Phillips 6.6 (por ejemplo, obtener opiniones, sugerencias, respuestas de todos a un tema o problema suscitado), el director formula la pregunta o tema del caso con precisión, y explica cómo los miembros han de formar subgrupos de 6, ya sea desplazando los asientos, o volviéndose tres personas de la fila de adelante hacia las tres de la fila de atrás, cuando los asientos son fijos.
2. El director informa sobre la manera como ha de trabajar cada subgrupo (que es lo que se expone en el segundo paso) e invita a formar los subgrupos.
3. Una vez que los subgrupos han designado al coordinador y al secretario, el director toma la hora para contar los seis minutos que ha de durar la tarea. Un minuto antes de expirar el plazo, advierte a los subgrupos para que puedan hacer el resumen.

Segundo paso: en el subgrupo de 6

4. Cada subgrupo elige un coordinador para controlar el tiempo y permitir que cada miembro exponga sus ideas durante un minuto, y un secretario que anotará las conclusiones o resumen y las leerá luego al grupo grande (ambos son miembros totales del grupo).
5. Cada miembro expone durante un minuto y, de inmediato, se discuten brevemente las ideas expuestas en busca de un acuerdo. La conclusión o respuesta del subgrupo es dictada al secretario, quien la registra y luego la lee.



Tercer paso: en el grupo grande

6. Vencido el tiempo de discusión de los subgrupos (que puede extenderse algún minuto, si es preciso), el director lo advierte y solicita a los secretarios-relatores la lectura de sus breves informes.
7. El director u otra persona escriben en el tablero una síntesis fiel de los informes leídos por los secretarios. De tal modo, el grupo conoce los diversos puntos de vista que se han obtenido, extrae las conclusiones sobre ellos, y se hace un resumen final cuya naturaleza dependerá del tema, pregunta o problema que se haya propuesto.

Sugerencias prácticas

- Cuando el grupo grande no es muy numeroso, pueden formarse subgrupos de 5 o 4 miembros. En cambio, no es conveniente formar grupos de más de 6, porque la participación se verá afectada.
- Si los miembros no se conocen, la interacción será favorecida con una breve autopresentación antes de comenzar la tarea del subgrupo. El clima del trabajo será informal.
- El director podrá ampliar el tiempo de discusión de los subgrupos, si observa que estos se hallan muy interesados en el tema o no han llegado al resumen.
- Es conveniente que la pregunta o tema en discusión se escriba en el tablero y quede a la vista de todos.

CIRIGLIANO, G. y VILLAVERDE, A. Dinámica de grupos y educación. Fundamentos y técnicas. Buenos Aires: Humanitas, 1971. 245 p.



Anexo 10. Instrumento Final.

I.E. Alfonso Upegui Orozco

Instrumento de indagación de ideas previas

Nombre: _____ Grado: _____ Fecha _____

Apreciados estudiantes, el siguiente instrumento nos permitirá conocer el aprendizaje adquiridos por ustedes sobre termodinámica durante la aplicación del proyecto. La información que ustedes nos suministren será manejada con estricta confidencialidad.

A continuación, encontrarás una serie de preguntas y situaciones que deberás responder de acuerdo con los conocimientos que tengas.

1. ¿Qué entiende por termodinámica?

2. Cuál de los siguientes ejemplos de la vida cotidiana puedes relacionar con la termodinámica. Marca con una **X** y Justifica la elección

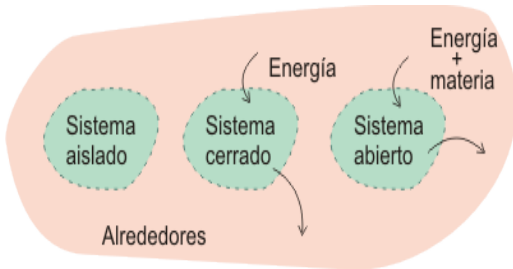
Evento	X	Justificación
El agua a temperatura ambiente		
La fricción de un zapato con una alfombra		
La música saliendo de un parlante		
Una olla a presión al cocinar los frijoles		
Un espejo en una pared		



Un vaso de agua con hielo		
La caída de una hoja		

3. Teniendo en cuenta el siguiente diagrama, clasifica los ejemplos según el tipo de sistema.

Un termo con agua caliente _____



Una olla sin tapa que está con agua hirviendo en el fogón _____

Un termómetro _____

Los alimentos enlatados _____

Las plantas _____

4. Cómo explicarías las siguientes situaciones:

a) **¿Por qué nos abrigamos cuando sentimos frío?**

R/

b) **¿Por qué un vaso con agua fría “suda” cuando está a temperatura ambiente?**

R/

c) **¿Por qué cuando estás en clase de educación física sudas?**

R/

d) **¿Por qué a temperatura ambiente un café se enfría y un helado se derrite?**

R/

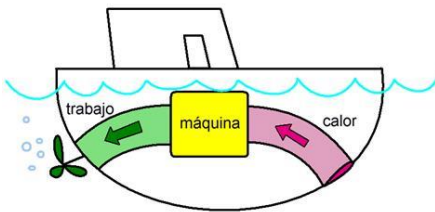
5. **Un alumno entra al laboratorio de ciencias que está a una temperatura ambiental de 25°C donde se encuentra una mesa de hierro y otra de madera. Inmediatamente enciende el aire acondicionado. Pasadas dos horas, la temperatura ambiental está a 20°C, ¿Cómo será la temperatura de la mesa de hierro con respecto a la mesa de madera? Justifica la respuesta**



6. Relaciona los nombres de los mecanismos de transferencia de energía en forma de calor de la columna A con los fenómenos naturales de la columna B

COLUMNA A	COLUMNA B
1. Conducción	_____ Cuando revuelves una sopa caliente con una cuchara de metal, notas que la cuchara se calienta
2. Radiación	_____ Las corrientes marinas se generan cuando aguas cálidas del trópico tienden a subir mientras que las aguas más frías de los polos tienden a bajar en la superficie del mar.
3. Convección	_____ El Sol está a 150 millones de kilómetros de la Tierra. Sin embargo, sentimos el calor de sus rayos en nuestro planeta.

7. Con base en la imagen ubicada a la izquierda, ¿Explique qué entiende por calor, máquina y trabajo?





Anexo 11. Entrevista semiestructurada.

Objetivo

Reconocer el aprendizaje de los estudiantes con respecto a la primera ley de la termodinámica durante la aplicación del ABPy.

ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA G1

PREGUNTA	RESPUESTA
1. Ahora que ya pasamos el curso ¿qué consideran aprendieron durante el segundo periodo?	E1. yo creo que es más o menos lo que maneja los grados Celsius, Fahrenheit y Kelvin. E2. lo que sucede cuando el agua, o algún líquido está a cierta temperatura, el movimiento particular que tienen y ya no se más. E3. algo que tiene que ver con la temperatura del agua. Es el cambio de temperatura que genera un movimiento o un trabajo.
2. ¿Qué es cambio de temperatura?	E1. El movimiento particular. Cuando más partículas se mueven más es la reacción de un trabajo que llega a la termodinámica.
3. ¿Qué es termodinámica?	E1. lo relacionado con la temperatura E2. todo lo que está relacionado con la temperatura, los cambios, por ejemplo, el trabajo, cuando algo surge un cambio y cómo se transmite la energía del calor a otras cosas.



	<p>E3. Cuando, la termodinámica es el proceso que indica cualquier cosa, por ejemplo, el líquido cuando uno calienta agua la pone a hervir, el cambio de los grados en el que se encuentra. cuando metemos agua en un termo y conserva la misma temperatura.</p> <p>E4. es lo relaciona con el sistema abierto, cerrado y aislado</p>
4. ¿Qué es la temperatura?	<p>E1. un silencio prolongado. es como la medida de lo que hay de calor o lo que hay de frío, en qué estado esta.</p> <p>E2. No, que mide el movimiento que hay entre pues el movimiento que tiene las partículas, las reacciones que ella tiene respecto a las temperaturas, pues que si está caliente o frío o lo que tiene calor lo que indica temperatura alta.</p> <p>E3. es la que está relacionada con los grados Celsius,</p>
5. ¿Qué es calor?	<p>Se demoran en responder, hacen gestos de no saber muy bien.</p>
6. ¿Cuál es la diferencia entre calor y temperatura?	<p>E1. la temperatura es con la medida que dice si está frío o caliente y el calor es el calor</p> <p>E2. es como se puede decir caliente</p>
7. ¿Qué es caliente?	<p>E2. es por ejemplo que usted tiene un hielo, lo mete agua hirviendo y se derrite</p>
8. ¿Qué es hirviendo?	<p>E1. hirviendo, que el agua llegó a su punto de ebullición, ósea, que la temperatura alcanzó su punto mayor de temperatura</p>
9. Entonces, ¿Una temperatura alta y calor es igual?	<p>E1. eeee podría decirse que sí</p> <p>E2. podría decirse que el calor es una temperatura.</p> <p>E3. la temperatura tiene su fase</p>
10. ¿En el frío no hay calor?	<p>E1. puesss no, ¿cómo va a haber calor en el frío? si no hay movimiento, pues no siempre, por ejemplo, cuando</p>



	<p>uno pone agua caliente con agua fría, eso como que se intenta es como una pelea, el agua fría intenta como bajar, irse al fondo y el agua caliente intenta subir, para poder evaporarse, pues eso es lo que yo pienso no puede haber agua caliente, pues calor en lo frío</p> <p>E2. yo lo que creería es que los dos transmitirán energía</p> <p>E3. sí se puede.</p>
11. ¿Quiénes son los dos que transmiten energía?	E3. el frío y el calor, porque por ejemplo usted pone algo en un metal y se enfría, igual que con algo caliente se calienta, ósea, que pasa la energía
12. ¿Qué es calor?	E3. algo que transmite energía
13. La temperatura, ¿Qué hace?	E3. por ejemplo, mire el calor o el frío la temperatura es diferente
14. ¿Qué es lo que pasa en la nevera?	E2. la nevera tiene un mecanismo el cual eee, por la parte de atrás tiene una parrilla que es caliente y por esa parrilla caliente pasa agua y al momento de llegar al motor o no sé cómo se llama eso, llega a un cosito o un ventilador que es el bota airecito a la nevera y permite que esté en estado frío
15. Ustedes dicen que el calor es energía, entonces ¿Qué es energía?	E1. el movimiento de las partículas <p>E2. es lo que pasa cuando pasan de estar estática, ósea, quietas, cuando se les aplica por ejemplo frío ellas se quedan quietas y cuando se les aplica calor ellas empiezan a moverse a volver locas tratando de yo no se</p>
16. ¿Cómo relacionan los términos anteriores (calor, energía, temperatura) con las problemáticas ambientales?	E1. eee, con el calentamiento global, el calentamiento global está causando el derretimiento de los polos, y por ejemplo también la polución que producimos el ser humano pues eso afecta como el aire, y también el deterioro de la capa solar y por eso los rayos uv entran más penetrantes.



	<p>E2. y también los gases que se producen afectan como a la capa de ozono haciendo que por ejemplo los rayos gama, los ultravioleta golpeen más por eso se crea el fenómeno del calentamiento global y los polos se van derritiendo por tanto gas que va subiendo y se va deteriorando.</p>
<p>17. ¿Qué pasa cuando los polos se derriten? ¿Cuáles son las consecuencias?</p>	<p>E1. se aumenta el nivel del mar</p> <p>E2. y también hay catástrofes, por ejemplo, podría haber más huracanes, la temperatura cambiaría drásticamente por lo que se haría más calor y los inviernos serían como más fríos.</p>
<p>18. ¿Qué beneficios tiene los polos, ósea, sabemos que los polos están cubiertos de nieve, de hielo que son de color blanco, eso tiene alguna influencia en la temperatura del planeta? y ¿De qué forma?</p>	<p>E2. por ejemplo, yo me vi un programa que había una parte que, que era hielo por encima y que por debajo albergaba unos gases que eran muy tóxicos y si el hielo se derrite todo eso saldría sabiendo que mucha parte de la capa de ozono se dañe.</p> <p>E1. por ejemplo, el derretimiento de los polos podría causar un aumento de calor muy grande, pues en algunas zonas del mundo y también cuando el polo se derrite puede que desaparezcan muchas islas y por ejemplo Australia cambiaría mucho debido a que son como un conjunto de islas.</p>
<p>19. ¿Qué importancia tienen para ustedes los procesos termodinámicos en su vida diaria?</p>	<p>E1. por ejemplo, para cocinar es muy necesario esto, porque por ejemplo uno hace que, los alimentos se cuezan, por ejemplo, con el calor uno hace que los alimentos se vayan cocinando y así todo eso sería muy importante para no comer nada crudo.</p> <p>E2. también cuando uno está en enfermo y le da fiebre, eso también ayuda porque uno tiene que buscar la manera de como bajar la temperatura entonces, por ejemplo, cuando usted tiene fiebre uno se calienta y que sirve para bajar la temperatura le colocan algo caliente en la frente o en el cuerpo para bajar la temperatura</p>



	E3. cuando uno hace ejercicio pues también eso influye, el cuerpo suda para regular la temperatura.
20. ¿Qué problemáticas de la vida cotidiana ha podido resolver, pensar o interpretar a través de la comprensión de la termodinámica?	<p>E1. que en casi todo hay termodinámica, porque por ejemplo en esas cosas en la nevera, cuando uno cocina, por ejemplo, cuando uno camina por ejemplo el cuerpo eee todo tiene una temperatura me imagino yo.</p> <p>E2. por ejemplo, cuando uno camina en una alfombra uno aplica la fricción, la fricción también tiene que ver con termodinámica porque la fricción también tiene que ver con el cambio de la temperatura, genera un aumento de temperatura.</p>
21. ¿Cómo les pareció el trabajo durante estas diez semanas?	<p>E1. Muy bueno.</p> <p>E2. muy bueno porque nos aportó conocimiento de la termodinámica y todo eso, por ejemplo, que es la temperatura, que es a termodinámica, pues cómo la podemos comparar.</p> <p>E3. el método de enseñanza fue bueno, las actividades realizadas también fueron muy buenas</p>

ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA G2

PREGUNTA	RESPUESTA
1. ¿Qué conocimientos tenían ustedes sobre termodinámica antes de empezar el periodo?	<p>E1. no sabíamos nada antes de que ustedes llegáramos no teníamos ningún conocimiento sobre termodinámica hasta que llegaron y gracias a ustedes hoy tenemos más conocimientos,</p> <p>E2. termodinámica era termo de un termo normal del para echar café y dinámica era alguna dinámica algún juego pues ese era mi concepto de termodinámica.</p>



	<p>E3. No sabía nada.</p> <p>E4. para mí la termodinámica antes de que vinieran ustedes era la parte de la física que estudia una acción mecánica que genera calor.</p>
<p>2. Bueno, ahora que mencionamos el calor, ¿Qué es para ustedes calor?</p>	<p>E1: para mí el calor es es como una energía que se manifiesta con la temperatura.</p> <p>E2. Pienso que el calor es energía que se puede transmitir.</p> <p>E3. el calor es una forma de temperatura. El calor es algo natural en el planeta es una forma de nosotros percibir el calor.</p>
<p>3. ¿Qué es el trabajo?</p>	<p>El trabajo en es una transferencia es un movimiento que ocurre.</p>
<p>4. ¿Qué es la temperatura? Para ustedes, ¿La temperatura es igual a calor?</p>	<p>no son lo mismo la temperatura es una medición del calor y calor ocurre cuando un cuerpo transmite energía a otro o transfiere.</p> <p>La temperatura también es un nivel o un grado de calor o de frío</p>
<p>5. ¿Cómo relacionan esos conceptos de calor temperatura y energía con las problemáticas ambientales?</p>	<p>Eso también se ve reflejado con problemáticas como el calentamiento global, ya que afecta la temperatura global al ambiente</p> <p>¿pero qué es ese calentamiento global?</p> <p>Cambio climático que nos está afectando a todos sobre todo ahora los polos, al estar estos derritiéndose entonces lo que hacen es aumentar la marea y esas causan inundaciones o sea eso es como un círculo que causa que afecta todo.</p>
<p>6. Pero ¿Qué hacemos nosotros para que siga aumentando el calentamiento global?</p>	<p>Contaminamos y provocamos que el aumento de los gases del efecto invernadero aumentando el consumo de carne puedes y por tanto y por tanto Pues también generan las vacas gases contaminantes.</p>
<p>7. Y desde las casas hacemos o tenemos algo que haga que ese calentamiento global aumente?</p>	<p>Arrojaron los residuos al piso las baterías afectando el terreno y causando pues que demore mucho en degradarse.</p>



8. Qué importancia tienen para ustedes estos fenómenos termodinámicos en la vida diaria, por ejemplo, calor, temperatura.	Mucho, aunque no logramos pues como tener claro y definir como nos afectan de, pero si nos afecta y nos afecta mucho.
9. Logran ver la relación que tienen todos los aspectos de la vida?	Si
10. Qué situaciones de la vida diaria ha logrado interpretar definir a la luz de los conceptos de termodinámica?	Logramos hacer interpretación en varios aspectos de la vida Especialmente con la clase educación física en la que relacionamos varios conceptos por ejemplo la energía y la temperatura el calor que cuando uno corre le necesita energía para poder hacer ese movimiento
11. Cómo les ha aparecido ese trabajo que se realizó durante esas 10 semanas?	Muy bueno porque hemos aprendido mucho Sobre conceptos que no sabíamos. Fue muy interesante porque aparte de que no sabíamos nada sobre los conceptos también fue la paciencia, dedicación con que nos explicaban paso a paso de lo que debíamos hacer de cómo de las explicaciones que nos daban con actividades muy buenas. Que nos permitieron tener claro el concepto. Gracias a que ellas vinieron pudimos conocer algo que antes era desconocido para nosotros, aunque lo habíamos escuchado pero muy poco ya nos quedó un poco más claro concepto de termodinámica también fue una experiencia muy creativa aprendimos mucho más de lo que sabíamos puede que hayan explica mucho más que la profesora y ahora que ya se van nos quedamos Pues un poco triste esperamos que vuelva.

ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA G3

PREGUNTA	RESPUESTA
1. ¿Qué conocimientos tenían sobre termodinámica	E1: eeee nosotros realmente sabíamos muy poco y no teníamos conocimientos sobre la termodinámica ni ninguno de los temas que ustedes nos dieron, entonces cuando ustedes llegaron aprendimos mucho a través de



<p>antes de nuestra intervención?</p>	<p>los experimentos y a través de los trabajos que nos dejaban cada día.</p> <p>E2: yo también sabía muy poco, porque es que, cuando ustedes llegaron aprendí de que se trataba, como se daba y porque medio se daban (risas nerviosas) así que de ustedes aprendimos mucho.</p> <p>E3: yo, yo no sabía nada hasta que llegaron ustedes y estoy muy agradecido, ya</p>
<p>2. ¿Qué es calor?</p>	<p>E1: el calor y la temperatura son similares solo que el calor es cuando algo se calienta y la temperatura es como medir cómo se calentó o cómo se enfrió.</p> <p>E2: ee bueno como lo dice Estefany el calor y la temperatura son muy parecidos, sino que (risas) bueno realmente no lo recuerdo mucho, pero el calor y la temperatura si tiene algo parecido</p>
<p>3. Cuando a ustedes les dicen "es que está aumentando la temperatura en el planeta" ¿Cómo explican lo que está pasando?</p>	<p>E1: un calentamiento global y también se da debido a la temperatura, y debido a la contaminación del hombre se da el calentamiento global.</p> <p>E2: la temperatura y el calor son muy parecidos, aaahh ya recuerdo la temperatura no se refiere a qué si está frío o caliente, sino que se trata de ambos, puede ser la temperatura baja que es fría o temperatura muy alta que es caliente, y el calor solamente conduce el calor en energía.</p>
<p>4. ¿Cómo relaciona los términos anteriores con las problemáticas ambientales?</p>	<p>E1: pues debido a la contaminación, porque a causa del hombre ha habido mucha contaminación a través de la tala de árboles, porque hay mucho árboles que absorben dióxido de carbono y al talarlos es como una bomba de carbono que se va hacia la atmósfera, entonces ustedes nos enseñaron que eso tenía que ver con el calor y la temperatura ya que esto provoca que la capa de ozono se deteriore y haga que los rayos solares entre a nuestro planeta y haga mucho calor, y más daños, por ejemplo inundaciones, da mucho calor o da mucho frío y muchos cambios de temperatura.</p>



5. Y desde sus casas, ¿Cómo contribuyen a que ese calentamiento global aumente?	E1. ee nosotros lo contribuimos cuando no reciclamos, cuando tiramos las basuras a la calle, cuando no hacemos aporte a cuidar el agua, cuando dejamos las luces prendidas, el cargador conectado y otras cosas que hacen daño al medio ambiente que contribuyen al calentamiento global.
6. ¿Qué importancia tiene para ustedes los procesos termodinámicos en la vida diaria, es decir, el calor, el trabajo, la energía, etc.?	E1: pues contribuye mucho por ejemplo los ejemplos que ustedes dieron, qué por ejemplo, que necesitamos la termodinámica para hacer los frijoles, para que el agua se caliente, para que las cosas se ablanden, por ejemplo cuando metemos los frijoles y el plátano a la olla presión, entonces esto hace parte mucho de la vida cotidiana, porque sin la termodinámica, pues la termodinámica es algo muy importante y que la utilizamos en la vida cotidiana. E2: que sirven por ejemplo para hacer los alimentos, también para ejercitarse y para también contribuyen a que, sí contribuye a muchas cosas.
7. ¿Qué es termodinámica?	E1: está relacionada con el calor y la temperatura y es una forma de trabajo y energía, ee tiene que ver con el sistema aislado, cerrado y abierto.
8. ¿Cómo les pareció el trabajo en el segundo periodo?	E1: me pareció muy bueno ya que nos permitió ver que la termodinámica hace parte de la vida real y tenemos que contribuir



Anexo 12. Formato diario de campo.

<i>ENCABEZADO</i>				
<i>Día:</i>	<i>Mes:</i>	<i>Año:</i>	<i>Horas dedicadas:</i> <i>#:</i>	<i>Visita</i>
<i>Lugar donde se realiza la práctica:</i>				

<i>Descripción de la sesión</i>

<i>Reflexión y Preguntas</i>