	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 130	

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Movimiento y Calor: una transformación fenomenológica en la enseñanza de las ciencias naturales
Autor(es)	Luis Emilio Perilla Triana
Director	José Francisco Malagón Sandra Sandoval Osorio
Publicación	Bogotá, 2013. Universidad Pedagógica Nacional.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	Enseñanza de las ciencias; fenomenología, fenómeno, transformación, convertibilidad; termodinámica; calor; movimiento

2. Descripción
<p>Este trabajo presenta a la enseñanza de las ciencias desde una propuesta fenomenológica, alejándose de la pretensión de modificar los diferentes modelos pedagógicos usados durante años en nuestro país, por el contrario, esta propuesta busca complementar, resignificar, recontextualizar los diferentes saberes y metodologías de trabajo que hasta el día de hoy se han implementado en las aulas de clase, reformulando en ellos el carácter histórico y sociocultural fundamentales en la construcción de conocimientos y de fenómenos propios de cada percepción y por ende, de cada sujeto.</p> <p>Del mismo modo, el documento propone una breve reconstrucción del ámbito de discusiones que se desarrollan actualmente a propósito de la enseñanza de las ciencias y se abordan algunas indicaciones que apuntan, explícitamente, en dirección a la elección de un enfoque fenomenológico. Aunado a lo anterior, se exponen algunas características fundamentales de ese enfoque y las razones por las que se considera válido para fundamentar una propuesta pedagógica.</p> <p>Propuesta fenomenológica</p> <p>Al organizar experiencias en el aula desde el trabajo con fenómenos sensibles que los sujetos, docentes y estudiantes han establecido en su relación con el mundo que los rodea, se generan explicaciones a partir de lo que cada uno de ellos percibe sobre dichos fenómenos y se realizan diferentes descripciones desde sus propios discursos, siendo lo más importante que lo que se describe está en términos de organizaciones e interrelaciones entre fenómenos.</p> <p>Desde esta perspectiva, se plantea cómo el sujeto, estudiante o docente, al observar un fenómeno en un</p>



FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 2 de 130

contexto dado se encamina en una serie de relaciones e interacciones entre lo que observa y quien observa, enriqueciendo permanentemente la mirada del sujeto y transformando el objeto constantemente; además dentro de éstas relaciones nos encontraremos con múltiples interpretaciones, pues cada sujeto que observa crea su propia percepción del fenómeno observado.

3. Fuentes

Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View (2nd Ed.)*. New York: Holt, Rinehart & Winston

Bech, Josep M., (2001). *De Husserl a Heidegger: la transformación del pensamiento fenomenológico.*, Edicions Universitat Barcelona

Boltzmann, L., *Escritos De Mecánica Y Termodinámica*, Alianza Editorial, Madrid 1986.

Bonilla, E., *Más allá del dilema de los métodos, La investigación en ciencias sociales.*, Editorial Norma. Bogotá Colombia.

Bunge, M. (1985). *La investigación científica*. España: Ariel.

Carnot, S., (1987). *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego*. Instituto Politécnico Nacional.

COLCIENCIAS, (2007). *Lineamientos pedagógicos del programa Ondas*. Bogotá Colombia.

Chamizo, J. (2009). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, 1, 26-41.

Duhem, P., (2003). *La teoría física su objeto y su estructura*. Editorial Herder., Barcelona.

Escudero, J., *Edmund Husserl (2011)*. La idea de la fenomenología, Editorial Herder, Barcelona.

Flórez, I, & Gómez, A., (2012). *Construcción de explicaciones desde la experiencia*, Tesis de maestría. Universidad Pedagógica Nacional.

Galagovsky, L. (2011). *Didáctica de las Ciencias Naturales. El caso de los modelos científicos*. Lugar Editorial, Buenos Aires.

Gilbert, S. (1991). Model building and a definition of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 1, 73-79.

Giordan, A. (1995). *De las concepciones de los niños a un modelo de aprendizaje alostérico*.

Harrison, A. y Treagust, D. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22, 9, 1011-1026.



FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 3 de 130

Helmholtz, H. Von. (1879). The Facts of Perception.

Hertz, H., (1956). The Principles of Mechanics Presented in a New Form, Nueva York: Dover

Husserl, E., (1986), Ideas relativas a una fenomenología pura y a una filosofía fenomenológica. Ed. FCE, México.

lafrancesco, G, (2004). La evaluación integral y de los aprendizajes desde la perspectiva de una escuela transformadora. Cooperativa Editorial Magisterio. Bogotá

Islas, S. y Pesa, M. (2003). ¿Qué rol asignan los profesores de física de nivel medio a los modelos científicos y a las actividades de modelado? *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, 57-66.

Klimovskiy, G. & Boido, G., (2005). Las desventuras del conocimiento matemático, A-Z, Buenos Aires.

Malagón, F., Ayala, M.M & Sandoval, S., (2012). Construcción de Fenomenologías y Procesos de Formalización. Un sentido para la enseñanza de las ciencias.

Méndez, C., (2005). Metodología diseño y desarrollo del proceso de investigación. Mc Graw Hill, Bogotá Colombia.

Ministerio de Educación Nacional. Ley General de Educación. Ley 115 de febrero 8 de 1994.

Lombardi, O. (1998). "La Noción de Modelo en Ciencias", Educación en Ciencias, Vol. II, N° 4, pp. 5-13.

Ministerio de Educación Nacional (1998). Lineamientos Curriculares En Ciencias y educación ambiental. Bogotá Colombia.

Pérez, J., (2007). La termodinámica de Carnot a Clausius. Conferencia. Universidad de la Laguna.

Pozo, J.I., (1997). Teorías cognitivas del aprendizaje. Enfoques para la enseñanza de la ciencia, Capítulo 8., Editorial Morata, Madrid (España).


Raviolo, A., (2009). Modelos, analogías y metáforas en la enseñanza de la química. *Educación Química*, 20, 1, 55-60.

Rius De Riepen, M., Castro, M.,(2003) Calor Y Movimiento, La Ciencia Para Todos No. 85.

Sandoval, S., (2008). La Comprensión y Construcción Fenomenológica: Una Perspectiva desde la Formación de Maestros de Ciencias, Universidad Pedagógica Nacional, Maestría en Educación.

Suárez, E., (2007). Variedad Infinita: Ciencia y representación un enfoque histórico y filosófico. Limusa Noriega Editores. Mexico.

Stepanenko, P., (2004). Revista Digital Universitaria. El problema de las representaciones subjetivas en Kant. Universidad Nacional Autónoma de México.

	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 130	

Tippens, P., (2011). Física, conceptos y aplicaciones. Mac Graw Hill. Mexico.

Vélez, D., (2006). Modelos teóricos y representación del conocimiento. Madrid, España

FUENTES CONSULTADAS

Ayala, M.M, Malagón, F., & Guerrero, G., (1998). Elementos para introducir el concepto de energía mecánica sin recurrir al concepto de trabajo., Didáctica propuestas y experiencias.

Ayala, M.M, Romero, A. Y Malagón, F., Gómez, M., (1998). La Convertibilidad De Los Fenómenos Y La Conservación De La Energía., En Pre-Impresos No. 5.

Ayala, M.M, Romero, A. Y Malagón, F., (1998). La Temperatura, La Comparación De Estados De Equilibrio Térmico Y La Construcción Del Termómetro, En Pre-Impresos No.6.

Andoni I, & Mormann, T. (2007) Las teorías científicas como relaciones interventivas. editorial Limusa

Chaparro, C., Y Otros. (1996). Introducción A La Física De Procesos Desde Una Perspectiva Fenomenológica, Editorial Fuego Azul, Bogotá.

Maldonado, C.,(2005). Termodinámica Y Complejidad. Una Introducción Para Las Ciencias Sociales Y Humanas, Universidad Externado De Colombia.

Módulos De Química. (2006) Fenomenología De La Transformación De Las Sustancias. Especialización En Docencia De Las Ciencias Para El Nivel Básico.

Módulo De Tópicos De Física (2007). Organización De Los Fenómenos Térmicos. Especialización En Docencia De Las Ciencias Para El Nivel Básico.

Ley 39 del 26 de octubre de 1903.

Planck, M, (2000). Autobiografía Científica Y Últimos Escritos; Edición Española, Nivola Libros y Ediciones.

Prigogine, I., (2001) El Fin De Las Certidumbres, Taurus Editores.

Prigogine, I., Stengers I. (1994), La Nueva Alianza Metamorfosis De La Ciencia; Alianza Universidad.

4. Contenidos

En el primer capítulo se hace una revisión sobre la enseñanza de las ciencias en Colombia durante el siglo XX, desde donde se exponen diferentes propuestas pedagógicas y epistemológicas que han sido planteadas desde el Ministerio de Educación Nacional y que marcaron el derrotero que se conserva vigente en las diferentes instituciones de educación básica y media a nivel nacional; este seguimiento se desarrolla con la intención de explicar cómo a partir de estas experiencias académicas se pueden enriquecer los procesos de enseñanza de las ciencias naturales, apoyados en la propuesta



FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 5 de 130

fenomenológica base para esta investigación.

En el segundo capítulo del documento se aborda el planteamiento fenomenológico, acudiendo a la propuesta que Husserl hace en torno a la fenomenología. Se retoman además algunas construcciones conceptuales planteadas por docentes que han participado en la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, adaptándolas a los intereses particulares de este recorrido investigativo. A continuación, se construye la idea de representación como herramienta del proceder fenomenológico desde donde se analizará la propuesta de aula referenciada en el capítulo cuarto.

El tercer capítulo es una contextualización histórica sobre la termodinámica fenomenológica, desde donde se abordan algunos hechos que llevaron a la comunidad científica a introducir el término de las máquinas térmicas, principalmente se revisa el trabajo realizado por Sadi Carnot. Se pretende entonces contar esta historia descubriendo el proceder fenomenológico que de una u otra forma guió a quienes participaron en la construcción de dichas teorías.

El cuarto capítulo es la puesta en escena de la propuesta fenomenológica abordada dentro de este trabajo monográfico. La pretensión radica en evidenciar desde diferentes experiencias, el proceso de construcción de explicaciones de los estudiantes sobre fenómenos mecánicos y térmicos. Dentro de la sistematización de la actividad de aula se caracterizan las diferentes formas de proceder de los estudiantes, se evidencian las diversas formas de trabajo, se reconoce en ellos un proceder desde la metodología fenomenológica y se da validez a la propuesta desde la praxis.

Por último se presentan los comentarios finales de la investigación y las referencias de soporte.

5. Metodología

Esta investigación es de carácter cualitativo e interpretativo, que relaciona estudios de tipo descriptivo acudiendo a técnicas específicas de recolección de información como la revisión de documentos originales, la revisión de documentos elaborados por otros investigadores, una propuesta de trabajo en el aula dentro de la cual se diseñan diferentes actividades, la revisión de las evidencias recogidas durante la puesta de aula y la sistematización del trabajo de aula. Todo esto con la finalidad construir una propuesta fenomenológica que pueda mejorar las prácticas docentes al momento de enseñar ciencias.

Subyace entonces que este ejercicio de revisión y comprensión de lo fenomenológico tiene que ver con el estudio de los significados socialmente construidos sobre teorías científicas, trabajados desde dos lugares principalmente, el primero de ellos es la descripción de los procedimientos por parte de los científicos y las propuestas de trabajo en el componente de la enseñanza de las ciencias naturales. El segundo lugar es la construcción de una propuesta de enseñanza de las ciencias basada en un discurso del campo de la fenomenología que se apoya en el planteamiento sobre las transformaciones presentes en los procesos mecánicos y térmicos, para lo cual se ha requerido:

- Hacer una revisión y abordaje de la perspectiva fenomenológica desde las fuentes y referentes conceptuales desde el campo de la tradición filosófica, de la filosofía de las ciencias y de la historia y epistemología de la misma.
- Visibilizar los procesos y dinámicas que se generan desde los grupos de séptimo y décimo grado



FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 6 de 130

del Colegio Cardenal Pacelli y que se traducen en algunas prácticas específicas en el área de ciencias naturales, particularmente en los componentes de la mecánica y la termodinámica, que busca identificar en ellos el proceder fenomenológico al momento de abordar este estudio en particular.

Vale la pena resaltar que la propuesta de aula se convierte, para esta investigación, en un referente más que permite dar cuenta de la transformación de las prácticas en la enseñanza de las ciencias, generando así un aprendizaje más significativo.

6. Conclusiones

- ✓ La propuesta fenomenológica vista como un proceder dentro del camino de la enseñanza de las ciencias, ayuda a mejorar los procesos educativos y permite despertar el espíritu indagador y argumentativo en los estudiantes.
- ✓ Destacar que la conciencia de cada uno de los individuos involucrados en el proceso enseñanza-aprendizaje deja de ser esa especie de recipiente que espera ser afectada por los objetos, por el contrario se espera que la conciencia cobre un dinamismo que la lleva a constituir el fenómeno.
- ✓ la conciencia no es un acto psíquico, ni se compone de contenidos reales, ella se compone de múltiples representaciones que se dan en los actos de percibir, juzgar, imaginar, recordar, hablar, relacionar entre otros que se manifiestan ante nosotros. Estos procesos propios de la conciencia son fundamentales en la construcción de pensamiento científico, en tanto permiten a los estudiantes establecer representaciones desde su concepción del mundo y las nuevas experiencias.
- ✓ se entiende la representación como la identificación de elementos presentes en el fenómeno que se presentan relacionados o independientes entre sí.
- ✓ El reconocimiento de patrones o regularidades dentro del fenómeno observado, adquiere sentido tanto para el estudiante como para el maestro, lo cual se constituye en un sistema dentro del cual se presentan relaciones entre las diferentes partes del fenómeno en interacción que son manejables y que permiten entender la situación de estudio
- ✓ A lo largo de los capítulos de este texto se intentó construir una visión de ciencia diferente, y se mostró que si es posible hacer un proceso de enseñanza aprendizaje diferente, donde los estudiantes son protagonistas activos. No se pretende que ellos descubran el conocimiento científico, sino que puedan representar los fenómenos dentro de sus capacidades y conocimientos, basados en sus percepciones y en la forma particular que tienen cada uno de los sujetos para ver, describir, hablar y representar el mundo.



FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 7 de 130

Elaborado por:

Luis Emilio Perilla Triana

Revisado por:

Fecha de elaboración del
Resumen:

11

12

2013

**MOVIMIENTO Y CALOR: UNA TRANSFORMACIÓN
FENOMENOLÓGICA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
NATURALES**

LUIS EMILIO PERILLA TRIANA

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ, COLOMBIA
2013**

**MOVIMIENTO Y CALOR: UNA TRANSFORMACIÓN
FENOMENOLÓGICA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
NATURALES**

LUIS EMILIO PERILLA TRIANA

Asesor

José Francisco Malagón

Sandra Sandoval Osorio

**Tesis para optar por el título de Magister en Docencia de las Ciencias
Naturales**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTADA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ, COLOMBIA
2013**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
JUSTIFICACIÓN	11
Pregunta de investigación	14
Objetivo general	15
ESTRATEGIAS E IMPLICACIONES METODOLÓGICAS	16
Perspectiva cualitativa	16
Fuentes para la investigación	18
Metodología en la propuesta de aula	19
Descripción de la población:	19
Estructura de la propuesta de aula	20
Metodología de sistematización	21
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN COLOMBIA: UN ACERCAMIENTO A LA PERSPECTIVA FENOMENOLÓGICA	24
Contexto Pedagógico en Colombia	26
Una Mirada a la Escuela tradicional	28
Un Paso por la Enseñanza por descubrimiento	29
El Aprendizaje Significativo en Colombia	32
A manera de conclusión	35
EL PROCEDER FENOMENOLÓGICO: UN CAMINO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES	37
El camino de la experiencia	38
Modelos y representaciones	41
Uso de modelos en las ciencias naturales	42
El uso de modelos como herramienta pedagógica	46
Las Representaciones	48
Representaciones en la enseñanza de las ciencias	49
Breve Historia de las representaciones	50
Una teoría combinatoria de las representaciones científicas	52
La representación dentro de una mirada fenomenológica	54
MOVIMIENTO Y CALOR: ANÁLISIS HISTÓRICO CRÍTICO	56
La Potencia motriz del fuego	56
Carnot y la convertibilidad de los fenómenos	61
El principio de conservación de la energía	62
A manera de conclusión	64
UN RECUENTO DE LA PROPUESTA DE AULA	65
Calor Y Movimiento: Un Recorrido Hacia Las Máquinas Térmicas	65
Perspectiva fenomenológica	68

La transformación fenomenológica _____	69
Propuesta de aula Sistematización _____	71
ACTIVIDAD 1 _____	72
ESFERA RODANDO POR EL PLANO Y COMPRIMIENDO EL RESORTE _____	78
RESORTE COMPRIMIDO IMPULSA A LA ESFERA POR EL PLANO _____	82
ACTIVIDAD 2 _____	86
LÁMPARAS GIRATORIAS _____	86
A manera de conclusión _____	92
ACTIVIDAD 3 _____	94
CALIENTE, FRIO: UN MOVIMIENTO CONTÍNUO _____	94
A manera de Conclusión de la actividad _____	100
CONSIDERACIONES FINALES _____	102
Propuesta fenomenológica _____	102
Fenomenología en el Aula _____	104
REFERENCIAS _____	106
ANEXOS _____	111
ANEXO 1 _____	112
ANEXO 2 _____	114
ANEXO 3 _____	121

INTRODUCCIÓN

Son numerosas las reflexiones y discusiones que se han llevado a cabo en el campo de la enseñanza de las ciencias naturales en Colombia. En gran medida dichos procesos de reflexión se han orientado hacia el problema de la transmisión de conocimientos a través de conceptos y teorías que alcanzan poco significado para los niños y niñas integrantes del sistema educativo colombiano. Esta situación concerniente a la construcción del conocimiento científico, desde lo pedagógico, genera en los estudiantes vacíos al establecer relaciones con su cotidianidad, experiencias que los llevan a percibir las ciencias como un “monstruo” que les desmotiva constantemente, que coarta sus procesos de construcción de conocimiento con sentido y finalmente les indica que el conocimiento aprendido en la escuela no constituye un reto, por el contrario, genera una pasividad mental en los estudiantes y profesores.

A partir de lo anterior, los capítulos que conforman este documento son el resultado de algunas reflexiones, discusiones, aprendizajes y acciones que se han dado desde los diferentes módulos trabajados en la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, ofrecida por el departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional.

Se trata de un proceso en construcción enriquecido cada vez más por el diálogo al interior de una comunidad de maestros que durante las dos últimas décadas se ha preocupado por innovar y reflexionar acerca de la enseñanza de las ciencias naturales. Estos procesos se hilvanan desde ciertas dinámicas pedagógicas en las que la comunidad académica de la maestría trabaja bajo una perspectiva que concibe el aprendizaje como un acto cultural y continuo. Desde aquí

se conciben como ejes centrales en los ejercicios de formación: la puesta en escena de intereses comunes, el intercambio de ideas, actividades y experiencias que generan reflexiones válidas para la comunidad académica y que, a su vez, se convierten en cuestionamientos, inquietudes o preocupaciones que permean finalmente las prácticas pedagógicas al interior de las escuelas.

Dichas prácticas incluyen las diferentes formas de hablar de los sujetos involucrados en el proceso, los roles, los criterios, los procedimientos, los propósitos, lo que se dice y lo que se oculta, las normas no escritas, las reglas incorporadas, los valores; son prácticas culturales que crea significado e identidad. Y, al mismo tiempo, se trata de aprender en la práctica mediante la negociación de significados, siendo dicha práctica una historia de vida compartida y llena de nuevos aprendizajes.

Es pertinente entonces, aclarar algunos aspectos relevantes en el desarrollo de este trayecto investigativo. En primer lugar, los planteamientos fenomenológicos propuestos dentro de este escrito no son considerados como **la solución** a los problemas de enseñanza – aprendizaje de las ciencias naturales. Es posible correr el riesgo de asumir o interpretar este tipo de experiencias investigativas como estrategias únicas de innovación para la mejora de los procesos de aprendizaje; por el contrario, surge aquí la necesidad de ver esta propuesta como una alternativa de mejora que puede permear dentro de las aulas de clase.

Más aún, resulta necesario comprender que detrás de la idea que se tiene de la enseñanza tradicional, de la enseñanza desde el constructivismo, de la pedagogía conceptual, entre otros modelos pedagógicos, existe un modelo coherente de enseñanza aprendizaje ya sea por transmisión, recepción de

conocimientos ya elaborados, por tanto la renovación de la enseñanza presenta las características y dificultades que implican un cambio de paradigma.

Así, el desarrollo de este trabajo presenta la enseñanza de las ciencias desde una propuesta fenomenológica, alejándose de la pretensión de modificar los diferentes modelos pedagógicos usados durante años en nuestro país, por el contrario, esta propuesta busca complementar, resignificar, recontextualizar los diferentes saberes y metodologías de trabajo que hasta el día de hoy se han implementado en las aulas de clase, reformulando en ellos el carácter histórico y sociocultural fundamentales en la construcción de conocimientos y de fenómenos propios de cada percepción y por ende, de cada sujeto.

Aunado a lo anterior, es posible considerar que con trabajos de esta naturaleza los docentes pueden comprender cómo desde la formación básica y media los estudiantes pueden construir unas concepciones de ciencias que les permitan liderar procesos de transformación. En esta medida, el enseñar ciencias naturales no es exclusivamente un problema didáctico, pedagógico o epistemológico, también se convierte en un problema de resignificación en cuanto a lo metodológico.

De este modo, resulta interesante reconocer las preferencias ideológicas que se han agenciado, más que plantear unilateralmente la legitimidad de un modo de investigación didáctica; se trata entonces de situar con conciencia vigilante las limitaciones y las extensiones de la indagación que se ha llevado a cabo hasta el momento. (Sandoval. 2008)

En consecuencia, esta tesis de grado no se enmarca dentro de un contexto netamente disciplinar, curricular o pedagógico, sino que se muestra como una de múltiples posturas posibles frente a la labor docente.

En el primer capítulo se hace una revisión sobre la enseñanza de las ciencias en Colombia durante el siglo XX, desde donde se exponen las diferentes propuestas pedagógicas y epistemológicas que han sido planteadas desde el Ministerio de Educación Nacional y que marcaron el derrotero que se conserva vigente en las diferentes instituciones de educación básica y media a nivel nacional; este seguimiento se desarrolla con la intención de explicar cómo a partir de estas experiencias académicas se pueden enriquecer los procesos de enseñanza de las ciencias naturales, apoyados en la propuesta fenomenológica base para esta investigación.

Para ello se hace una revisión de los lineamientos curriculares propuestos por el MEN, junto con los estándares básicos de competencias, la ley general de educación y un estado del arte desde donde se analizan las corrientes pedagógicas que se han implementado en pro de la mejora educativa en las dos últimas décadas en Colombia. Aquí se rescatan algunas experiencias significativas en el ámbito pedagógico de las ciencias en Colombia.

En el segundo capítulo del documento se aborda el planteamiento fenomenológico, acudiendo a la propuesta que Husserl hace en torno a la fenomenología. Se retoman además algunas construcciones conceptuales planteadas por docentes que han participado en la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, adaptándolas a los intereses particulares de este recorrido investigativo. A continuación, se construye la idea de representación como herramienta del proceder fenomenológico desde donde se analizará la propuesta de aula referenciada en el capítulo cuarto.

El tercer capítulo es una contextualización histórica sobre la termodinámica fenomenológica, desde donde se abordan algunos hechos que llevaron a la

comunidad científica a introducir el término de las máquinas térmicas, principalmente se revisa el trabajo realizado por Sadi Carnot. Se pretende entonces contar esta historia descubriendo el proceder fenomenológico que de una u otra forma guió a quienes participaron en la construcción de dichas teorías.

El cuarto capítulo es la puesta en escena de la propuesta fenomenológica abordada dentro de este trabajo monográfico. La pretensión radica en evidenciar desde diferentes experiencias, el proceso de construcción de explicaciones de los estudiantes sobre fenómenos mecánicos y térmicos. Dentro de la sistematización de la actividad de aula se caracterizan las diferentes formas de proceder de los estudiantes, se evidencian las diversas formas de trabajo, se reconoce en ellos un proceder desde la metodología fenomenológica y se da validez a la propuesta desde la praxis.

Movimiento y calor: una transformación fenomenológica en la enseñanza de las ciencias naturales

¿Cómo puede un enfoque fenomenológico propiciar la reflexión y la indagación de los estudiantes de grado séptimo y décimo del Colegio Cardenal Pacelli, sobre los fenómenos que observan a su alrededor; recogiendo sus experiencias y estimulando su interés por la construcción de representaciones que le acerquen al conocimiento científico o del mundo de los objetos, a partir del análisis de una experiencia con máquinas térmicas?

I. Análisis teórico y pedagógico de la enseñanza de las ciencias en Colombia

Realizar un marco teórico y pedagógico de la enseñanza de las ciencias en las dos últimas décadas en Colombia, sus bases, sus fundamentos, su contextualización, y su enseñanza.

II. Acercamiento a la fenomenología, los modelos y las representaciones

Al organizar experiencias en el aula desde el trabajo con fenómenos sensibles que los sujetos, docentes y estudiantes, han establecido desde su relación con el mundo que los rodea, se generan explicaciones a partir de lo que cada uno de los sujetos percibe sobre los mismos y se hacen descripciones donde se plantean diferentes formas de hablar, pero lo más importante es que lo que se describe está en términos de organizaciones e interrelaciones entre fenómenos.

III. Movimiento y Calor: Análisis Histórico crítico

Se realiza un estudio histórico crítico sobre el avance de la termodinámica en cuanto al calor y el movimiento y su relación con la construcción de máquinas térmicas. Todo esto va dado desde la perspectiva fenomenológica.

IV. Diseño, implementación y sistematización de la propuesta

Dentro de este trabajo no se pretende que los estudiantes se encuentren con experiencias de tipo repetitivo, es decir, donde se limiten a desarrollar actividades construidas por los científicos, con las cuales se quiera acercar a resultados ya establecidos; sino que a partir de una situación, problema o fenómeno puedan ir construyendo explicaciones, las representen, establezcan sus propias relaciones, a través de sus vivencias e interacciones con los fenómenos.

Generar conclusiones

JUSTIFICACIÓN

En el campo de la enseñanza de las ciencias no resulta extraño encontrar un sinnúmero de recursos y actos innovadores planteados en pro del mejoramiento de las prácticas escolares, que a su vez permiten nuevas reflexiones acerca de la enseñanza de las ciencias. Lo anterior se puede relacionar con los avances que en ciencia y tecnología se han experimentado mundialmente en las últimas dos décadas. También es posible pensar que es precisamente la enseñanza de las ciencias el campo en el que mayores resultados o fracasos se pueden medir en la escuela.

Por una parte, en el proceso escolar de búsqueda de explicaciones no existe la tensión afectiva que si se da en la historia de las ciencias entre el investigador y los problemas que estudia. En este sentido, no existe un deseo de conocer, por parte de los estudiantes, que garantice la apropiación de los problemas que se estudian en clase. En segundo lugar, en los elementos conceptuales y metodológicos retomados por los docentes se percibe una ausencia de nuevas propuestas que le permitan, tanto a sus discentes como a ellos, apropiarse del proceso de construcción de explicaciones. En particular, al centrar la atención en las explicaciones, lo que se ubica como meta en el aprendizaje de las ciencias es la construcción teórica y no la apropiación de los conceptos.

Una de las problemáticas en las que se enmarca la educación Colombiana, es precisamente la escases de propuestas pedagógicas y didácticas que permitan un mejor reconocimiento por parte de los docentes y los estudiantes, del proceso educativo y formativo en el que se encuentran. Para mejorar en este aspecto, en la escuela se debería reconocer que los estudiantes son capaces de hablar de

cualquier fenómeno que se les presente, haciendo uso de sus conceptos previos, y de sus explicaciones espontáneas, es decir que sus primeras percepciones del mundo son las mejores herramientas para empezar un cambio en la actitud frente a las ciencias naturales. Teniendo en cuenta lo anterior, surge el desarrollo de esta investigación desde una perspectiva fenomenológica que procura, más allá de cambiar las propuestas pedagógicas ya existentes, complementar los procesos educativos que se han venido manejando en la educación.

La fenomenología se concibe principalmente como una corriente filosófica que se propone construir una mirada científica de la realidad, partiendo de la descripción de los fenómenos por medio de representaciones y reconociendo que cada fenómeno es abordado por los sujetos desde diferentes perspectivas. En este enfoque se recoge, a partir de la aproximación fenomenológica, las vivencias y experiencias de los sujetos, es decir, de los fenómenos tal como son percibidos en el mundo en que vivimos. Lo anterior se vislumbra como una invitación para los estudiantes a representar, narrar o describir los fenómenos y trabajar a partir de nuestras relaciones con el mundo de los objetos. Así, este trabajo se convierte en excusa para abordar, desde una perspectiva pedagógica, la transformación que se presenta en la interacción de fenómenos mecánicos y térmicos.

La habilidad descriptiva e interpretativa que se adquiere desde la fenomenología, permite que los docentes se introduzcan en la vida cotidiana de los estudiantes y replanten los enfoques pedagógicos utilizados en su práctica laboral. En consecuencia, se plantea una propuesta de aula con diferentes actividades para estudiantes de los grados séptimo y décimo del Colegio Cardenal Pacelli, donde se resalta la importancia de practicar una pedagogía crítica y reflexiva basada en la fenomenología, tomando ideas principalmente desde Edmund Husserl:

En la idea de la fenomenología, Husserl define la fenomenología como una “ciencia de fenómenos puros” encaminada a formular claramente el problema del conocimiento y asegurar con rigor la posibilidad del mismo. No se trata, por tanto, de llevar a cabo una crítica gnoseológica, sino de identificar los requisitos epistémicos para una crítica fenomenológica del conocimiento. (Escudero, J. 2011: pg. 16)

Del mismo modo, el documento propone una breve reconstrucción del ámbito de discusiones que se desarrollan actualmente a propósito de la enseñanza de las ciencias y se abordan algunas indicaciones que apuntan, explícitamente, en dirección a la elección de un enfoque fenomenológico. Aunado a lo anterior, se exponen algunas características fundamentales de ese enfoque y las razones por las que se considera válido para fundamentar una propuesta pedagógica.

La propuesta destaca el carácter principal en la educación media vocacional, de dos procesos que requieren múltiples esfuerzos teóricos para ser evidenciados de una manera objetiva: el conocimiento y la interacción. En consecuencia, la fenomenología ofrece elementos que permiten abordar esos dos procesos de forma adecuada.

En primer lugar, dentro de las posturas pedagógicas que se evidencian en los diferentes debates epistemológicos al interior de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales ofrecida por la Universidad Pedagógica Nacional, se observa que algunas están inspiradas, directa o indirectamente, en una construcción fenomenológica y se destaca el hecho principal de que no se puede presentar conocimiento sin vivencia del conocimiento. Desde aquí, el conocimiento se ve referido a la vida de la conciencia¹. En esta aproximación a la estructura esencial de la vida de la conciencia se hace énfasis en su carácter activo y en su función de

configuradora de sentido para quienes se involucran dentro del recorrido de investigación.

De esta manera, además de poner de manifiesto características universales de todo acto de conciencia, se abre la posibilidad de establecer una tipología de hechos, actitudes y clases de evidencia que precisamente caracterizan diversas formas de actividad de la conciencia. Así mediante procesos de reflexión por parte de los estudiantes y del maestro, es posible reconocer tanto continuidades como discontinuidades entre diversos tipos de vivencias del conocimiento.

En segundo lugar, el acudir a una propuesta fenomenológica abre posibilidades de conocer y estudiar los procesos de interacción y de reconocimiento mutuo entre los participantes, presentes en el desarrollo de los procesos de enseñanza aprendizaje, sin recurrir en una actitud objetivista. En la propuesta fenomenológica “el otro” es también tomado como otro “yo” y es sujeto de una conciencia y de una experiencia, que puede llegar a ser similar a la nuestra o a las de otros quienes hayan realizado una construcción de su vivencia abordando caminos diferentes.

Pregunta de investigación

¿Cómo propiciar la indagación y reflexión sobre los fenómenos del mundo natural, a partir de un enfoque fenomenológico que aborde, en los procesos de enseñanza-aprendizaje, la construcción de representaciones para el desarrollo del pensamiento científico en las estudiantes de grados séptimo y décimo del Colegio Cardenal Pacelli?

Objetivo general

Aplicar un enfoque fenomenológico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales, en torno a una reflexión de las relaciones entre las estudiantes y las máquinas térmicas; a través de la elaboración de representaciones de los fenómenos naturales, como base en la construcción del pensamiento científico en las estudiantes.

ESTRATEGIAS E IMPLICACIONES METODOLÓGICAS

En este documento se elabora una propuesta para la enseñanza de las ciencias naturales en torno al problema de la transformación de los fenómenos desde una perspectiva fenomenológica. En otras palabras, se pretende evidenciar, describir e interpretar las diferentes formas de proceder, por parte de los sujetos que intervienen en el acto¹ de conocer los fenómenos y caracterizar dicho proceso dentro de una mirada fenomenológica.

Esta investigación es de carácter cualitativo¹ e interpretativo, que relaciona estudios de tipo descriptivo¹ acudiendo a técnicas específicas de recolección de información como la revisión de documentos originales, la revisión de documentos elaborados por otros investigadores, una propuesta de trabajo en el aula dentro de la cual se diseñan diferentes actividades, la revisión de las evidencias recogidas durante la puesta de aula y la sistematización del trabajo de aula. Todo esto con la finalidad construir una propuesta fenomenológica que pueda mejorar las prácticas docentes al momento de enseñar ciencias.

Perspectiva cualitativa

La investigación cualitativa evidencia como pretensión el acercamiento de manera subjetiva a la construcción social de la realidad de las personas que están siendo estudiadas, es decir, procura dar cuenta de la percepción que tiene la persona sobre su propio contexto. Según Bonilla (1997), el enfoque cualitativo no parte de supuestos derivados teóricamente; sino que busca conceptualizar sobre la realidad con base en el comportamiento, los conocimientos, las actitudes y los

valores que guían el comportamiento de las personas estudiadas (Bonilla, 1997. Pg. 47).

A nivel cualitativo, la teoría se concibe como un parámetro que guía al investigador en el ejercicio de leer la realidad y de establecer una relación con el mundo real. Desde aquí, la observación de la realidad debe proveer de los elementos necesarios para la estructuración de un cuerpo teórico que permita evidenciar los bosquejos interpretativos de los sujetos que se estudian.

La relación que se establece entre el investigador y el fenómeno a investigar implica un proceso constante de interacción en tanto la intención por develar el conocimiento que los sujetos tiene de su realidad y de la vida cotidiana, se constituye como elemento fundamental. En este sentido, la investigación cualitativa se basa en lo ideográfico bajo la pretensión de comprender las relaciones, ideas y nociones que dan sentido a ciertos fenómenos del mundo natural.

Subyace entonces que este ejercicio de revisión y comprensión de lo fenomenológico tiene que ver con el estudio de los significados socialmente contruidos sobre teorías científicas, trabajados desde dos lugares principalmente, el primero de ellos es la descripción de los procederes por parte de los científicos y las propuestas de trabajo en el componente de la enseñanza de las ciencias naturales. El segundo lugar es la construcción de una propuesta de enseñanza de las ciencias basada en un discurso del campo de la fenomenología que se apoya en el planteamiento sobre las transformaciones presentes en los procesos mecánicos y térmicos, para lo cual se ha requerido:

- Hacer una revisión y abordaje de la perspectiva fenomenológica desde las fuentes y referentes conceptuales desde el campo de la tradición filosófica, de la filosofía de las ciencias y de la historia y epistemología de la misma.
- Visibilizar los procesos y dinámicas que se generan desde los grupos de séptimo y décimo grado del Colegio Cardenal Pacelli y que se traducen en algunas prácticas específicas en el área de ciencias naturales, particularmente en los componentes de la mecánica y la termodinámica, que busca identificar en ellos el proceder fenomenológico al momento de abordar este estudio en particular.

Vale la pena resaltar que la propuesta de aula se convierte, para esta investigación, en un referente más que permite dar cuenta de la transformación de las prácticas en la enseñanza de las ciencias, generando así un aprendizaje más significativo.

Fuentes para la investigación

Se asumen como fuentes documentales los textos producidos por los grupos de investigación del departamento de física de la Universidad Pedagógica Nacional, la recurrencia a una lectura intencionada de textos originales y referenciados de los trabajos en el campo de la termodinámica principalmente el texto *La potencia Motriz del Fuego de Sadi Carnot*, documentos sobre filosofía de las ciencias desde la perspectiva fenomenológica y documentos epistemológicos y pedagógicos sobre enseñanza de las ciencias.

Metodología en la propuesta de aula

Descripción de la población:

El trabajo de aula se plantea para 8 estudiantes del grado séptimo (grupo 2) y 7 estudiantes del grado décimo (grupo 1) del Colegio Cardenal Pacelli, abordando el trabajo en 8 sesiones de 2 horas (45 minutos cada hora) con cada uno de los grupos.

El grupo seleccionado para trabajar esta propuesta de aula está conformado por las niñas que hacen parte del programa de talentos, específicamente club de ciencias.

El colegio Cardenal Pacelli presta el servicio de educación básica primaria, básica secundaria y media vocacional en modalidad académica. Es un colegio que cuenta con una población femenina perteneciente a estratos socioeconómicos 4, 5 y 6.

La propuesta pedagógica del colegio tiene como eje fundamental la formación en valores y el desarrollo de competencias que permitan a las estudiantes establecer relaciones armónicas con ellas mismas y con su entorno. A nivel cognitivo, el colegio plantea referentes fundamentados en la psicología cognitiva, el aprendizaje significativo y las inteligencias múltiples. Desde el componente emocional, se retoman los aportes de la inteligencia emocional y a nivel ético se rescata el respeto y cumplimiento de los derechos humanos.

Actualmente cuenta con 200 estudiantes matriculadas, de las cuales 15 se encuentran cursando grado séptimo y 34 se encuentran cursando grado décimo.

Estructura de la propuesta de aula

La propuesta de aula se estructura a partir de tres fases que se articulan alrededor del problema expuesto anteriormente. Cada una de estas fases está planteada en torno a la problemática central que se presenta en el contexto del movimiento y las máquinas térmicas, temáticas estipuladas dentro del programa de física del Colegio Cardenal Pacelli (ver **anexo 1** plan anual del área de ciencias 2013) y cuyo eje fundamental se encuadra en el estudio de la Termodinámica.

Aunado a lo anterior, dichas temáticas están sujetas a los documentos emitidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) dentro de los Estándares en ciencias Sociales y Naturales. La **tabla 1** muestra los ejes articuladores que se plantean desde los Estándares para éstos niveles escolares:

Tabla 1: (Tomado de los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y ciencias Naturales pg. 138, 141)

GRADO	ENTORNO FÍSICO
Séptimo	<i>Relaciono energía y Movimiento</i>
	<i>Establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente.</i>
	<i>Establezco relaciones entre energía interna de un sistema termodinámico, trabajo y transferencia de energía térmica, y las expreso matemáticamente.</i>

<i>Décimo</i>	<i>Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica</i>
	<i>Explico la transformación de la energía mecánica en energía térmica</i>

Metodología de sistematización

Descripción a partir de la experiencia sensible: esta se basa en enfrentar a los estudiantes con fenómenos particulares que parecen ser del sentido común¹, aquí, las experiencias que se plantean llevan al estudiante a caracterizar dentro del estudio de la física elementos significativos en cuanto a la forma de explicar dichos eventos.

Descripción a partir de la formulación de preguntas: Ésta se basa en el tipo de preguntas que los participantes se han formulado en torno a los fenómenos expuestos en el primer momento. Estas preguntas tienen dos niveles, el primero surge en el contexto de las primeras percepciones y de los conceptos sobre los fenómenos mecánicos o térmicos que los estudiantes ya poseen; el segundo tipo de preguntas están más relacionadas con las experiencias realizadas y con las relaciones encontradas entre uno y otro fenómeno.



Grafica 1: proceso de análisis propuesta de aula

Descripción a partir de la elaboración de explicaciones: este se concentra básicamente en recoger las explicaciones elaboradas por los estudiantes y caracterizar en ellas las diferentes miradas que se abordan al estudiar un fenómeno en particular. Dichas explicaciones darán forma a la propuesta de aula mediante la sistematización de las mismas, aunque cada uno de los momentos al irse sistematizando enriquecen este trabajo monográfico.

Tabla 2: Metodología planteada para la propuesta de aula

MOMENTOS	INTENCIONES	ACTIVIDADES
<p>I</p> <p>Descripción a partir de la experiencia sensible</p>	<p>Elaborar explicaciones en torno a un evento en particular, en el cual se pueda caracterizar, por medio de la contradicción, y el seguimiento a los procesos presentes en el evento, las miradas fenomenológicas en torno a la transformación de magnitudes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Poner a rodar una esfera por un plano inclinado, permite caracterizar el movimiento en términos de transformaciones • Lámparas Giratorias: Una mirada a otro tipo de movimiento, aquí se relaciona el calor con la energía, magnitudes que generan movimiento en otros cuerpos. • Socialización
<p>II</p> <p>Descripción a partir de la formulación de preguntas</p>	<p>Generar inquietudes por medio de las experiencias planteadas y la socialización, acerca de las nociones de movimiento, conservación y energía, relacionando la transformación del movimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajar las preguntas que aparecen desde la socialización, en términos de la transformaciones dada en la fase uno. Y poder describir desde las preguntas el fenómeno • Socialización
<p>III</p> <p>Descripción a partir de la elaboración de explicaciones</p>	<p>Destacar las diferentes formas de proceder ante un fenómeno en particular, por parte de los estudiantes, caracterizando principalmente su mirada termodinámica de la transformación del movimiento para generalizar y enfocar la mirada en las máquinas térmicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis sobre el explicar cómo se procede al abordar este evento.

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN COLOMBIA: UN ACERCAMIENTO A LA PERSPECTIVA FENOMENOLÓGICA

“...Una nueva verdad científica no se impone por el convencimiento de sus opositores, haciéndoles reconocer la realidad, sino más bien porque algún día los opositores desaparecen y surge una nueva generación que ya está familiarizada con ella...”

Max Planck

En este capítulo se analizan algunas de las diferentes propuestas pedagógicas que se han trabajado e implementado en las últimas dos décadas en Colombia. Paso a paso se exponen varias de las implicaciones educativas que dichas propuestas han tenido sobre la enseñanza de las ciencias en Colombia y desde allí, cómo la propuesta desde la perspectiva fenomenológica puede ofrecer un cambio de posibilidades.

Se aborda como eje de trabajo la forma como han venido evolucionando estos enfoques en el último siglo, desde las concepciones de corte tradicional, hasta las propuestas más recientes que desde diferentes estamentos, como el Ministerio de Educación Nacional (MEN) o desde COLCIENCIAS, se han planteado. Se vislumbra cómo se ha pasado por la enseñanza por descubrimiento, la enseñanza expositiva ausubeliana hasta mostrar la propuesta que desde la fenomenología se pretende destacar en éste trabajo de grado, que de una u otra manera está presente desde las ideas de Husserl expuestas en los lineamientos curriculares de ciencias naturales y educación ambiental de Colombia.

Dentro de este trabajo es importante comprender no sólo las implicaciones de la propuesta fenomenológica, sino también las necesidades que tienen o comparten los sujetos que intervienen en el acto educativo, o que al menos, puedan negociar llegando a una misma concepción del proceder fenomenológico. Esto debido a que, con frecuencia tanto los profesores como los estudiantes trabajan con concepciones diferentes dentro del aula.

Un profesor que cree estar enseñando a sus alumnos a representar gráficamente las diferentes elongaciones de un muelle en función de la masa que se le cuelga puede no saber que en realidad sus alumnos están jugando a estirar muelles y a ver cuál llega más abajo. Con mucha frecuencia las metas de los profesores – enseñar los conceptos y principios básicos de la ciencia- quedan reducidas en la mente de los estudiantes al recuerdo de ciertos hechos y sucesos chocantes o anecdóticos. (Pozo, J.I. 1997. Pg.267).

La pretensión de este capítulo radica entonces en analizar algunas de las posturas pedagógicas en la enseñanza de las ciencias, sin llegar a demeritar ninguna de ellas, pues cada una ha tenido relevancia en su momento histórico. Así es posible identificar cómo han recurrido a dichas posturas quienes asumen su labor como docentes de ciencias, adaptándolas a su ejercicio cotidiano, por supuesto, con unas intenciones definidas. La experiencia de formación profesional de gran cantidad de docentes ha sido a través de propuestas pedagógicas que de una u otra forma marcaron su trayecto, y de manera consciente o inconsciente aún las usan en sus puestas de aula.

Desde aquí, la finalidad radica en mostrar cómo la propuesta fenomenológica puede llegar a hacer parte de las clases de ciencias, ya sea, vinculándose dentro de una de estas propuestas con la intención de mejorar las prácticas escolares o asumiéndose completamente la propuesta como innovadora en el aula.

Contexto Pedagógico en Colombia

Pese a los esfuerzos de algunas de las entidades gubernamentales del país, se observa que la enseñanza de las ciencias es abordada de una forma instrumentalizada, que ha conducido a la sociedad a una indiferencia en general hacia estos saberes, ya sea por dificultades económicas o por la falta de compromiso por parte de los sujetos involucrados dentro del proceso educativo, es decir, quienes aprenden y quienes enseñan ciencia.

Estas pueden ser consideradas algunas de las razones por las que se continúa percibiendo que los esfuerzos realizados por algunos de los maestros son insuficientes para cambiar la forma en que los estudiantes abordan el aprendizaje de las ciencias y posiblemente continúen limitando su capacidad de generarse preguntas y percibir el mundo a su alrededor.

Ahora bien, se hace necesario preguntar ¿cómo se está construyendo hoy día el pensamiento científico en el aula, que ayude al estudiante a trabajar y representar el mundo a partir de sus propias explicaciones? ¿Qué estrategias están empleando los maestros para mejorar las dinámicas escolares en torno a la enseñanza de las ciencias? Para poder avanzar en una posible respuesta a estas preguntas, se plantea el recurso de la comparación entre la forma tradicional de enseñanza que se ha venido manejando durante los últimos años en Colombia y otras estrategias pedagógicas no articuladas con las didácticas contemporáneas propias de la formación científica.

En este orden de ideas, la primera forma de trabajo se plantea desde una perspectiva simplificadora, idealizada de la realidad, en donde la enseñanza de las ciencias se fragmenta en pequeñas parcelas divididas en líneas específicas de

trabajo (Física, Biología, Química, etc.), las que no se relacionan unas con otras, mostrando la enseñanza de las ciencias como algo superfluo que impide al estudiante construirse una concepción coherente de lo que es el pensamiento científico. Con este principio epistémico simplificador, el conocimiento científico se muestra, al igual que las líneas de trabajo, dividido en parcelas dificultando el proceso de formación científica e investigativa de los estudiantes. Dicha división muestra una escuela alejada de la realidad social y cultural de los estudiantes y maestros que hacen parte de ella.

A su vez, el mundo real se ha venido representado por medio de modelos. En esta dirección, las matemáticas y el lenguaje han servido de herramientas a los docentes para crear los modelos que representen el sistema objeto de estudio. Este tipo de modelo se ha manejado de tal forma que esta “realidad” que se pretende modelar, se simplifica y se linealiza generando representaciones que, de cierta forma, se acercan a las leyes y teorías construidas por los grandes científicos de la historia. En pocas palabras lo que se ha venido haciendo es seguir un recetario para replicar los alcances de estos personajes. Con ello, se ha construido una escuela en la que los estudiantes no solo deben limitarse a repetir y memorizar leyes, algoritmos y teorías, sin tener un pensamiento crítico acerca de éstas y sin poder llegar a elaborar a partir de toda esta información explicaciones a los fenómenos observados, sino que se consolida una imagen social de lo que es la ciencia, caracterizada por el sin sentido, la alta memorización y la desconexión con el mundo de la vida.

Una Mirada a la Escuela tradicional

La educación científica es un escenario difícil desde el cual se pueda hablar del enfoque tradicional de la enseñanza, ya que desde siempre se ha pensado que una ciencia fáctica como lo son las ciencias naturales, está construida a partir de conceptos axiomáticos muy definidos, con unos manejos procedimentales basados en un método científico claro y aceptado por la comunidad científica en general.

En el modelo tradicional, el docente era simplemente un proveedor de conocimientos que están previamente elaborados, en palabras de Pozo (1997), *listos para el consumo*, y el estudiante, en el mejor de los casos, quien consume dichos conocimientos ya elaborados. Desde esta postura el conocimiento científico se asumía como un saber absoluto, o en otras palabras, se asumía como el saber más verdadero posible y por tal motivo el enseñar o aprender ciencias requería que tanto el profesor como el estudiante se empaparan de ese conocimiento para poder reproducirlo de la manera más fiel posible a lo ya establecido por las comunidades científicas.

El objetivo fundamental, desde esta postura, hacia la enseñanza de las ciencias era que los estudiantes se acercaran por medio de las clases de ciencias a ese mundo real construido por los grandes pensadores y científicos. Para lograr esta meta lo único que el estudiante tenía que hacer era reproducir la información recibida en clase, siguiendo un camino lógico, marcado por los propios saberes disciplinares, que habían sido obtenidos de sus profesores, que a su vez los aprendieron y recogieron desde su formación universitaria.

Para esto, también el Ministerio de Educación, desde los lineamientos curriculares planteaba una malla curricular basada en éste enfoque. El único criterio

al que se acudía para determinar qué contenidos eran relevantes y cómo había que organizar el currículo era el conocimiento disciplinar, entendido como el cuerpo de conocimientos aceptado en una comunidad científica.

De esta manera, podemos decir que el verbo que define la labor del docente dentro de esta postura es “explicar, transmitir” la ciencia a sus alumnos y el que definiría el papel de los alumnos puede ser “copiar” o “repetir”. Postura manejada en la primera mitad del siglo XX.

Ahora bien, centremos la mirada en la postura que se tiene de la enseñanza de las ciencias desde la propuesta fenomenológica que, como trabajaremos en el siguiente capítulo, a diferencia de la postura tradicional le permite al estudiante construir su propia explicación, enfrentándose a los fenómenos del mundo natural sin ningún tipo de restricción conceptual. Para el estudiante el fenómeno puede ser explicado desde sus primeras percepciones y no es necesario que tenga claro, en el proceso inicial del aprendizaje, ni el punto de partida, ni el punto de llegada de dicha explicación.

Un Paso por la Enseñanza por descubrimiento

Otra corriente importante en la historia de la educación en ciencias, también presente dentro del contexto educativo colombiano, es la que asume que los estudiantes pueden llegar a hacer un recorrido por las ciencias como si fueran pequeños científicos, desde donde ellos puedan asumir que la mejor manera de aprender ciencias es haciendo ciencia, y desde donde los docentes que hacen uso de esta propuesta se basan en experiencias que les permita a los estudiantes investigar, construir y recrear los principales descubrimientos científicos. Este

enfoque se basa en el supuesto de que la metodología didáctica más potente es de hecho la propia metodología de la investigación científica, desde esta postura se les enseña a los estudiantes el manejo del método científico para hacer una buena investigación científica.

Nada mejor para aprender ciencias que seguir los pasos de los científicos, enfrentarse a sus mismos problemas para encontrar las mismas soluciones... Como ya dijo Piaget (1970, pg. 28-29 de la trad. Cast.) en una frase que se ha hecho célebre “cada vez que se le enseña prematuramente a un niño algo que hubiera podido descubrir solo, se le impide a ese niño inventarlo y en consecuencia entenderlo completamente” (Pozo J. 1997. pg. 274)

Pero ese descubrimiento no implica necesariamente un ejercicio autónomo, sino que debe ser guiado por el docente a través de la planificación de las experiencias y actividades didácticas. Así mismo, la enseñanza de las ciencias desde el uso del método científico debe constituirse en la columna vertebral del currículo escolar.



Gráfica 2: Secuencia al momento de aplicar la enseñanza por descubrimiento

Una secuencia de este estilo, implica que el docente tenga una labor muy diferente a la que se tenía con la enseñanza tradicional. Aquí el profesor no es quien provee los conocimientos al estudiante, por el contrario, es el docente quien nutre de problemas y permite que sea el mismo estudiante quien elabore sus propias respuestas. El profesor es quien genera más preguntas sobre el fenómeno, pero deben ser los discentes quienes resuelvan dichas cuestiones.

Desde finales del siglo pasado en Colombia se han realizado varios intentos por trabajar con niños y jóvenes desde las experiencias por descubrimiento. Un ejemplo de estas iniciativas se remite a COLCIENCIAS, entidad que inició, en la década de los 90, un proceso de reflexión y práctica dirigido a cumplir este propósito en la población infantil. En este periodo se definieron una serie de programas y proyectos pedagógicos que tuvieron como propósito fomentar el interés por la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la investigación, en niños y niñas de educación básica y media de todo el país, a través de la lúdica, la estética, el juego y el trabajo en equipo, aprovechando la curiosidad de los niños y adolescentes, e incentivando la costumbre de hacer y hacerse preguntas en torno a los fenómenos del mundo natural.

En el año de 1990, COLCIENCIAS con apoyo del Ministerio de Educación Nacional, diseñó un proyecto de actividades científicas infantiles y juveniles llamado “Cuclí-Cuclí”; que más adelante se convertiría en el programa “Ondas” cuyo objetivo fue divulgar la ciencia mediante el juego, incentivando la creatividad, curiosidad e imaginación en los niños, fortaleciendo sus actitudes científicas, investigativas y permitiéndoles hablar de los fenómenos del mundo natural desde sus propias percepciones. Ondas se presentó como una estrategia pertinente en los procesos de aprendizaje en la medida que las preguntas y problemas sobre las cuales se

desarrollan las investigaciones le dan un sentido específico al esfuerzo intelectual, pues, el conocimiento adquiere un profundo significado práctico; como propuesta pedagógica, con la sistematización de las experiencias se logró el reconocimiento del entorno a partir de las preguntas que niños y niñas hacen sobre el mundo.

A partir de los planteamientos de esta postura pedagógica, se hace evidente uno de los primeros pasos hacia el camino de la propuesta fenomenológica, desde aquí el sujeto pueda llegar a cuestionar la validez de los presupuestos comúnmente aceptados en la vida diaria y se dispone a volver la mirada sobre las cosas mismas en su forma de donación¹ inmediata a la conciencia.

El Aprendizaje Significativo en Colombia

La idea central que subyace a esta teoría se apoya en la consideración que Ausubel hace y con la que sintetiza su concepción de la enseñanza:

Si tuviese que reducir toda la psicología a un solo principio, enunciaría éste: de todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante es lo que el alumno ya sabe. Hay que averiguarlo y enseñar de acuerdo con eso. (Ausubel, Novak & Hanesian, 1978, pg. 1)

Ausubel, en su teoría del aprendizaje significativo asume la problemática relativa a la organización y secuenciación de los contenidos de enseñanza, especialmente de los conceptos. Ausubel, sin ignorar el papel de la maduración cognitiva de los estudiantes en el aprendizaje da lugar esencial al dominio sobre la materia de estudio. Este autor considera que cada individuo posee su conocimiento organizado conceptualmente y juega un papel mediador entre el medio y el propio individuo.

Bajo estas consideraciones Ausubel defiende que el aprendizaje de nuevos conocimientos está determinado por las estructuras conceptuales ya poseídas por cada individuo. Teniendo en cuenta esto, Ausubel defiende que la clave del aprendizaje significativo radica en averiguar lo que el alumno ya sabe y a partir de ahí enseñar consecuentemente.

Dado que el aprendizaje significativo requiere conocimiento previo, relevante para dar significado al nuevo conocimiento, éste debe estar presente en la estructura cognitiva del estudiante; cuando esto no ocurre se requiere de un organizador previo: según Pozo (1997) para Ausubel, la principal función de un organizador previo es la de servir de puente entre lo que el alumno ya sabe y lo que debería saber para que pueda adquirir de manera significativa el nuevo conocimiento.

Según esta postura de Ausubel las dificultades generadas por la enseñanza desde la postura tradicional no se debe al enfoque expositivo sino al inadecuado manejo que se le da a los procesos de aprendizaje de los alumnos, por lo que, para fomentar un aprendizaje significativo, no se debe recurrir con énfasis al descubrimiento sino a mejorar la eficacia de las exposiciones. De hecho, según este autor el aprendizaje de las ciencias consiste en lograr que los alumnos asuman como propios los significados científicos.

El aprendizaje significativo, en gran medida relacionado con la enseñanza para la comprensión, se ha convertido en teoría y práctica pedagógica en diferentes países, dirigida al desarrollo intelectual y de la inteligencia que plantea la relación sujeto-objeto en el proceso de aprendizaje.

Dentro de los aspectos positivos del aprendizaje significativo se pueden señalar entre otros, la búsqueda de una sistematización teórica, un acercamiento de la escuela con la vida, con la ciencia, que reconoce el error como parte del proceso de aprendizaje, que supera al enfoque tradicional, pues va al proceso interno, al interior del pensamiento humano. Como limitante se puede mencionar el hecho de que desde el punto de vista ideológico representa una posición científicista, que sólo va dirigido a la formación intelectual, sin considerar la formación de valores en el estudiante, ni la labor educativa del maestro, valorándose el proceso de aprendizaje como algo individual, que no puede ser compartido.

El conocimiento se construye a partir de nuestra interacción con la realidad, que no es una copia de ella, ni algo que se recibe del exterior. La construcción del conocimiento se logra a través de la acción, estableciéndose mediante ésta, nexos entre los objetos; cuya acción no tiene necesariamente que ser física, puede ser una representación mental como la dada en una expresión matemática.

Construir el conocimiento significa integración a lo previo, a lo ya conocido, experimentando un doble proceso: el de reestructuración del saber previo y el de conformar o condicionar el nuevo conocimiento a partir del conocimiento existente.

Esta necesidad de partir de los conocimientos previos de los alumnos pero también de apoyarse en la lógica de las disciplinas ha conducido a ciertas interpretaciones contrapuestas sobre los supuestos epistemológicos de los que parte la teoría de Ausubel.

Ausubel, en su teoría del aprendizaje significativo asume la problemática relativa a la organización y secuenciación de los contenidos de enseñanza, especialmente de los conceptos. Este autor sin ignorar el papel de la maduración

cognitiva de los alumnos en el aprendizaje da lugar esencial al dominio sobre la materia de estudio.

La finalidad de la enseñanza de las ciencias desde la postura de Ausubel es transmitir a los alumnos la estructura conceptual de las disciplinas científicas, que es lo que constituye el significado lógico de las mismas.

A manera de conclusión

La forma de abordar la enseñanza de las ciencias en el aula se suele basar en el manejo de definiciones, enunciados y algoritmos, aspecto que dificulta el proceso de construcción de relaciones entre fenómenos, además impide la formalización desde la organización de la experiencia de cada sujeto que se involucra en el acto mismo de enseñar.

Los estudiantes tienen dificultades en la elaboración de estos procesos puesto que generalmente manejan algoritmos que si bien les permite operar las relaciones que se establecen entre variables, éstas no les dicen mayor cosa de la organización de las fenomenologías abordadas que éstas sintetizan. De otra parte, la actividad experimental en el aula se suele limitar a la constatación de las relaciones entre las variables estudiadas y al aprendizaje de una serie de procedimientos de medición y de tratamiento de datos. (Ayala M. y otros. 2012)

Lo que se ha visto hasta aquí sobre las diferentes posturas hacia la enseñanza de las ciencias, permite dar una primera crítica a la enseñanza habitual y nos acerca a una caracterización de la propuesta fenomenológica. Se evidencia entonces que la enseñanza de las ciencias desde la propuesta fenomenológica permite a los estudiantes construir su propia explicación, enfrentándose a los fenómenos del mundo natural sin ningún tipo de restricción conceptual. Para el

estudiante el fenómeno puede ser explicado desde sus primeras percepciones y no es necesario que tenga claro, ni el punto de partida, ni el punto de llegada de dicha explicación. Además, permite que puedan llegar a cuestionar la validez de los presupuestos comúnmente aceptados en la vida diaria y se dispone a volver la mirada sobre las cosas mismas en su forma de donación inmediata a la conciencia.

Desde la propuesta fenomenológica se establece un recorrido a través del cual el estudiante va desde expresar sus percepciones del fenómeno haciendo uso del lenguaje para dar cuenta de éste, dando paso a la consolidación de una representación basada en su forma de conocer el mundo y finaliza con un proceso de formalización del conocimiento sobre el fenómeno percibido.

Lo anterior se considera como una de las características que la propuesta fenomenológica aporta al proceso de enseñanza de las ciencias, en tanto retoma el proceso cognitivo del sujeto permitiéndole un aprendizaje más significativo sobre el mundo de las ciencias desde su propia experiencia.

EL PROCEDER FENOMENOLÓGICO: UN CAMINO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES

Temía mi regreso tanto como había temido mi partida; las dos cosas formaban parte de lo desconocido y lo inesperado. Lo que me había sido familiar, ahora era desconocido; lo único que había cambiado fui yo... Regresé con “nada” para enseñar de mi experiencia. A través de la comprensión de mi viaje, alcancé la confianza para hacer las necesarias – y difíciles – separaciones de mis antiguas estructuras de vida, que ya no tenían sentido... Regresé del viaje para empezar otro.

Gilgamesh

Al organizar experiencias en el aula desde el trabajo con fenómenos sensibles que los sujetos, docentes y estudiantes han establecido en su relación con el mundo que los rodea, se generan explicaciones a partir de lo que cada uno de ellos percibe sobre dichos fenómenos y se realizan diferentes descripciones desde sus propios discursos, siendo lo más importante que lo que se describe está en términos de organizaciones e interrelaciones entre fenómenos.

En este apartado del documento se asume el concepto de fenómeno desde la perspectiva planteada por Husserl (*Escudero, J. 2011, p. 162*), en un sentido restringido, a la manifestación de la cosa misma, es decir, el objeto justo como aparece. En un sentido amplio, fenómeno denotará la vivencia de un objeto dada en una percepción¹ interna.

En relación con este carácter –constructivo y exhibitivo– se afirma que el fenómeno se muestra en sí mismo pero no ausente de una conciencia intencionada que lo presenta. La comprensión se atiene siempre a los fenómenos que construye y que se muestran, para lo cual se centra, en estos planteamientos en tres elementos principalmente: la relación sujeto–objeto, fenómeno-fenomenología y conocimiento común–conocimiento científico. (Sandoval, S. 2008, p.45)

Desde esta perspectiva, se plantea cómo el sujeto, estudiante o docente, al observar un fenómeno en un contexto dado se encaminará en una serie de relaciones e interacciones entre lo que observa y quien observa, enriqueciendo permanentemente la mirada del sujeto y transformando el objeto constantemente; además dentro de éstas relaciones nos encontraremos con múltiples interpretaciones, pues cada sujeto que observa crea su propia percepción del fenómeno observado.

Sin sujeto no puede haber realidad; sin sujeto no hay constitución posible del objeto. Dicho de otro modo, las formas en que los objetos se constituyen, experimentan y desvelan dependen del modo como está estructurada la conciencia. (Escudero, J. 2011, p. 31)

Al respecto de éste trabajo no se pretende que los estudiantes se encuentren con experiencias de tipo repetitivo, es decir, donde se limiten a desarrollar actividades construidas por los científicos, con las que se quiera acercar a resultados ya establecidos; sino que a partir de una situación, problema o fenómeno puedan ir construyendo explicaciones, las representen, establezcan sus propias relaciones a través de sus vivencias e interacciones con los fenómenos.

El camino de la experiencia

Como se ha mencionado en los párrafos anteriores, las explicaciones se empiezan a construir desde las vivencias de cada uno de los sujetos, dichas vivencias establecen estadios de experiencia en que la realidad deviene en diversas formas a la conciencia¹. Husserl E. (1986, p. 82) plantea que dicha experiencia sea en sí misma una forma de conciencia no afecta el hecho que la vivencia es una parte del mundo, que definen una esencia pura y aprehendida¹ en la ideación como pura idea. En la

esencia de la vivencia misma entra no sólo el ser conciencia, sino también de qué lo es y en qué sentido preciso o impreciso lo es.

Se pueden entonces hacer notar las condiciones de la conciencia. Husserl, afirma que la conciencia existe en la medida en que es conciencia de algo. Adicionalmente, Heidegger establece la proximidad entre el indagador y lo indagado, es así como para la realidad humana existir es siempre asumir el ser, es decir ser responsable de él, en vez de recibirlo desde afuera. Este asumir que caracteriza la realidad humana implica una comprensión. En efecto, la comprensión no llega como una cualidad externa, es una propia manera de existir. (Sandoval, S. 2008, p.48)

Dicho de esta manera, las vivencias suponen un entramado complejo de conexiones entre los sujetos (yos)¹, de los que el docente y el alumno hacen parte, y el mundo circundante natural del que todos nosotros nos limitamos a tener conciencia de diverso modo; es decir, cada uno tiene su lugar desde donde ve las cosas que están ahí delante, por eso se le presentan a cada uno las cosas de diversas maneras y definen espacios de sentido para el darse efectivo de las cosas. Por tanto son para cada uno diversos los campos de percepción.

Ese conocimiento de la esencia no se logra, como sostienen los empiristas, por medio de la comparación de semejanzas entre hechos particulares, pues para comparar varios hechos es necesario haber captado previamente el elemento que los une (a saber, su esencia), sino a través de una intuición, que Husserl llama "intuición eidética". (Escudero, J. 2011, p. 31).

En la construcción de explicaciones, todo acto¹ lleva en sí la posibilidad de principio de su existencia. Su objetividad es relativa ya que está dispuesta sobre la vivencia empírica de un sujeto o unos sujetos singularmente situados en el mundo, es decir, que ningún objeto es propiamente pensable si no es teniendo en cuenta la estructura y el modo de actuar del sujeto.

El vínculo entre sujeto y objeto es tan decisivo que la indagación fenomenológica de los procesos de constitución puede ser igualmente conducida como un análisis de las formas subjetivas (análisis noético) o como una investigación del contenido estructural del objeto (análisis noemático). (Bech, Josep M. 2001, p.118)

Pero esa relatividad posee a su vez un conocimiento importante que puede ser expuesto a través de la reducción fenomenológica¹ y, por tanto, puede finalmente dejar en evidencia esa esencia que está constituida por lo invariable que se mantiene idéntica a través de las variaciones. El poder identificar lo invariable lleva a que los sujetos, dentro de su campo de percepción, puedan encontrar semejanzas entre fenómenos, permitiéndoles ampliar sus experiencias desde el lenguaje y construir nuevas representaciones de los fenómenos.

Se espera que desde una situación de un campo fenomenológico los estudiantes representen lo observado mostrando precisamente las diferencias entre un momento y otro, lo cual implícitamente recurre a la percepción de las semejanzas. Estas representaciones se dan en diferentes formas, ya sea verbal, icónica, gráfica, corporal, etc., usando elementos propios de su lenguaje, su conocimiento y experiencia. (Flórez, Gómez, 2012, p. 29)

Uno de los aspectos más importantes de la reflexión sobre el lenguaje es el postulado de que existe un sentido que antecede todo enunciado y al cual Husserl denomina “sentido antepredicativo”.

Toda descripción de la realidad con ayuda de medios, por radical que sea, transcribe un sentido que preexiste a toda predicación, aun cuando jamás haya sido expresado, y además ejecuta este cometido de una manera aproximada e incompleta. (Bech, Josep M., 2001, p.225)

Según este planteamiento, la intervención del lenguaje consiste en proponer una formación del sentido preexistente, la cual siempre es posible perfeccionar. Es decir, que la captación cada vez más precisa del sentido antepredicativo puede continuar indefinidamente por medio de sucesivas operaciones descriptivas. Conviene

recordar que, a juicio de Husserl, todos los conceptos son provisionales y, paralelamente, todas las definiciones son aproximadas. Esto quiere decir que, según este autor, ni la expresión es totalmente transparente, ni el lenguaje mimetiza fielmente la realidad.

Es así como la vivencia define su singularidad en función del contenido de conciencia que la configura. En la vivencia el objeto está dispuesto para la conciencia, no obstante, esto no supone un fraccionamiento de la conciencia sobre sí misma, permanecemos en el espacio de la vivencia entendida en los marcos de la actitud natural. La configuración conductual de lo real hace que el objeto sea naturalmente dado para la conciencia como "algo que está ahí", y en ello la conciencia permanece volcada hacia su alteridad en la constitución misma de la vivencia.

Modelos y representaciones

En los últimos años se han presentado una cantidad significativa de trabajos relacionados con los modelos y las representaciones en el campo de las ciencias. La pretensión de este apartado se fundamenta en conectar dichos temas con la perspectiva fenomenológica planteada en los párrafos anteriores.

De esta manera, se hará un recorrido por el significado de modelo y uno por el de representación, punto de partida para exponer porqué dentro de la propuesta fenomenológica que se aborda en este documento es más significativo enunciar las representaciones, entendidas como una forma del lenguaje o de procesos de formalización de las experiencias de los sujetos, que del modelo, por cuanto remite a una realidad objetiva detrás de ellos.

Uso de modelos en las ciencias naturales

¿Qué es un modelo?

La noción de modelo se ha convertido en uno de los temas más trabajados en la actualidad de la enseñanza de ciencias naturales, por esta razón surgen diversos interrogantes ¿para qué se utilizan? ¿Es lo mismo un modelo que una representación o una teoría?, ¿el uso e interpretación que se le da a los modelos es el correcto? Responder a estas preguntas posibilita encaminarse hacia una propuesta pedagógica desde la que se hace uso de los modelos al interior de un contexto fenomenológico.

Otro motivo importante al abordar modelos dentro de este trabajo es el uso que se le ha dado, por parte de las ciencias naturales, a diferentes tipos de modelos para representar fenómenos de muy distinta naturaleza, o por qué no, a fenómenos de la misma naturaleza, en un intento por descubrir y comprender desde un punto de vista racional las regularidades con las que percibimos el mundo. Es así como los modelos son hoy en día una herramienta fundamental de análisis, descripción y predicción que la ciencia dispone para llevar a cabo la sistematización, control y comprensión de los aspectos más importantes del mundo que percibimos.

La palabra modelo se emplea en el lenguaje cotidiano haciendo uso de diversos significados, por lo que podemos deducir que dicha idea tiene un carácter polivalente. El diccionario de la lengua española (2011), menciona que un modelo es un esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja. Aquí los modelos se ocupan del estudio de sistemas formales, ésto es, estructuras lingüísticas donde, a partir de un conjunto de enunciados de partida, comúnmente llamados axiomas¹, se obtiene el resto de los enunciados del sistema mediante reglas de inferencia definidas con precisión.

El concepto de modelo es un concepto semántico con un significado muy preciso: modelo de un sistema axiomático es toda interpretación que hace verdaderos a los axiomas (Klimovsky y Boido, 2005; Legris, 2001).

En el contexto de esta definición, “modelo” hace referencia a la *representación* desde algún medio simbólico que se hace de un objeto percibido. Algunas otras interpretaciones hablan de los modelos como objetos que han sido representados, pintados o fotografiados, aquí el “modelo” nos habla del objeto real directamente que es *representado* de alguna manera.

“En las ciencias empíricas, sin embargo, parece que el modelo se refiere a la representación, llegándose a confundir a veces con la teoría. El modelo sería la representación de un sistema para el que se busca una descripción o una explicación”. (Vélez, D. 2006, p.35)

Es posible hallar diferentes categorizaciones que se han construido sobre los modelos, Vélez, D. (2006, p.36) expone algunas de estas categorías dentro de las que se encuentran:

Modelos lógicos. Constituyen una serie de interpretaciones semánticas de un sistema axiomático. En estas interpretaciones se cumple lo especificado por la teoría, de modo que los axiomas resultan verdaderos. Hay un isomorfismo¹ estructural entre la teoría y el modelo.

Los Modelos matemáticos. En este caso, el isomorfismo estructural se presenta entre las leyes empíricas y un conjunto de fórmulas matemáticas que comparten la misma forma. Es decir, son representaciones matemáticas de una teoría física. Por ejemplo se tiene la ley de conservación de la energía que en su forma matemática puede presentarse como:

$$\Delta U + \Delta E_c + \Delta E_p = Q - W$$

Y en su parte teórica dice: *La energía no puede crearse o destruirse, sólo puede cambiarse de una forma a otra.*

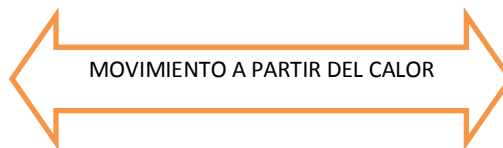
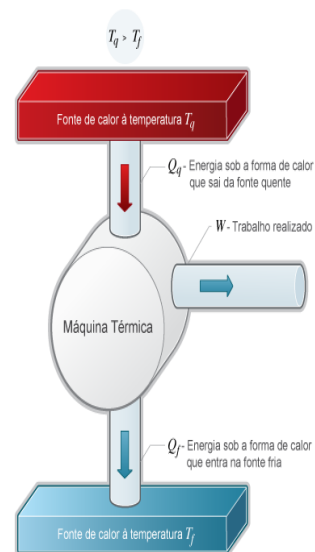
Para autores como *Chamizo J.A. (2009, pg. 13)* profesor de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) “Los modelos son *representaciones*, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo con un objetivo específico”.

Modelos analógicos: En este tipo de representaciones entrarían los modelos mecánicos o un sistema planetario a escala, por mencionar algunos. En todos los casos se supone que sigue existiendo isomorfismo.

Como ya se había mencionado, para *Chamizo J.A. (2009)* los modelos son *representaciones* basadas generalmente en analogías empleadas como estrategias pertinentes de trabajo en la escuela para poder tener un acercamiento a la realidad de una manera más sencilla. Lo anterior genera que los estudiantes propongan hipótesis y/o predicciones de la misma y someterlas a prueba. Los resultados de esta prueba aportan nueva información sobre el modelo, teniendo respectivo cuidado al evitar modificar las teorías y leyes ya establecidas, simplemente permiten que los estudiantes puedan comprender algunos de los conceptos con mayor facilidad.

Las analogías se pueden clasificar en: mentales, materiales y matemáticas. Los modelos mentales son representaciones plasmadas en la memoria episódica (aquella de largo plazo, explícita y declarativa) construidos por nosotros para dar cuenta de una situación. Son los precursores de las ideas previas con las se puede dar inicio a una sesión de clase. Estas analogías son de alguna manera inestables ya que son generadas tanto por los estudiantes como por los docentes en el momento y descartados cuando ya no son necesarios.

Los modelos materiales son a los que se tiene acceso empírico y han sido contruidos para comunicarse con otros individuos. Las analogías materiales son los modelos mentales expresados a través de un lenguaje específico, objetos en dos o tres dimensiones como un dibujo o una maqueta o ecuaciones matemáticas que pretenden explicar la realidad.



Gráfica 3: Dos modelos de máquinas térmicas

Modelos teóricos. También llamados modelos icónicos; son aquellos donde la representación se consigue a partir de una serie de suposiciones sobre la estructura

real de un sistema. Aquí se citan el modelo atómico de Bohr, o el modelo de bolas de billar utilizado en teoría cinética de los gases.

El uso de modelos como herramienta pedagógica

De acuerdo con las afirmaciones anteriores, se han presentado algunos referentes sobre la definición de un modelo, referentes que se presentan de manera reiterativa todas las clasificaciones que se han expuesto; inicialmente, se enmarca su carácter de **representación** acerca de las observaciones sobre los objetos percibidos; en segundo lugar, el grado de verdad de las premisas que construyen el modelo. Sin embargo, no hay un consenso general acerca de su significado.

En virtud de sus diversas definiciones y usos, en las ciencias naturales y en su enseñanza, resulta importante hablar también de los significados de “modelo” que presentan diferentes autores desde una propuesta pedagógica y epistemológica:

Para algunos científicos como Bunge (1985) un modelo científico es una representación provisoria, perfectible e idealizada de una entidad o fenómeno físico. Es una entidad abstracta, una representación simplificada de un hecho, objeto, fenómeno, proceso, realizada con la finalidad de describir, explicar y predecir. Se trata de una construcción humana utilizada para conocer, investigar y comunicar. Los modelos concentran su atención en aspectos específicos del sistema y están asociados a imágenes, símbolos o *representaciones*. Constituyen una herramienta de investigación que se emplea, esencialmente, para obtener información acerca del objeto de estudio el cual no puede ser observado o medido directamente. (Raviolo, A. 2010).

De igual forma, encontramos que para Giordan, A. (1995) la definición de “modelo” es la de un sistema figurativo que reproduce la realidad bajo una forma esquemática, haciéndola, de este modo, más comprensible. Efectivamente, esta

realidad no es ni transparente, ni accesible directamente; hay que decodificarla, y para ello es necesario simplificarla, no conservando de ella más que los elementos y las relaciones que nos parezcan pertinentes para cada tema tratado. Un modelo es, pues, una construcción, una estructura, que podemos utilizar como referencia: una imagen analógica que permite materializar una idea o un concepto, para hacerlo así más directamente asimilable (modelo analógico).

Podemos enmarcar las palabras de Bunge y Giordan dentro de la primera definición planteada en los párrafos anteriores, allí el modelo se refiere a una versión simplificada, una réplica o simulación de algo que sólo se apropia de ciertos elementos centrales y característicos, elegidos según una determinada mirada que se podría decir es intencionada, que permite un acercamiento más sencillo al entendimiento y la manipulación de lo que se está copiando o estudiando.

*El proceso de modelización consiste en la representación de un fenómeno **F** mediante la construcción de un modelo **M**, por parte de un científico **C**, a partir de los datos experimentales **D**, y con la ayuda de una serie de enunciados teóricos considerados verdaderos **T**, o, alternativamente, de un conjunto de hipótesis **H**. (Vélez, D. 2006, p.55)*

Es decir, que dado un fenómeno natural, supuesto que sea reducible a un esquema básico de comportamiento y reducido a una serie de variables relevantes, el modelo parte de la realidad física de ese fenómeno, tal como se da en la experiencia a través de una serie de medidas y lo reconstruye atendiendo a la forma en que esas variables dependen y se condicionan entre sí. El modelo hace mucho más que resumir el conjunto de datos experimentales, los *sintetiza*, les da una unidad a través de una ecuación que informa de cuál es el comportamiento físico de las magnitudes físicas que están en juego. Las variables representan mediante símbolos estas cantidades y están

dirigidas siempre a un proceso de medida, de asignación de un número seguido de unas unidades, por lo que nunca resultan conceptos vacíos.

En todos los casos, el modelo reduce el fenómeno a sus líneas fundamentales, traduciendo la realidad a un lenguaje lógico y matemático que sirva de soporte estructural para realizar tentativas de explicación y evaluar la eficacia de las hipótesis comprobando a posteriori su funcionamiento en la realidad, y escogiendo, de entre los modelos posibles, aquellos que mejor se adapten empíricamente al fenómeno que se estudia. (Vélez, D. 2006, p.20)

El modelo según Vélez (2006) es una *síntesis explicativa* que es más o menos *adecuada* según sea su capacidad *deductiva*, la destreza con la que es capaz de derivar las ecuaciones o los datos de observación para los que se busca una explicación. El modelo no es verdadero o falso, sino más o menos aceptable, más o menos útil, según su habilidad para justificar, deductivamente, una serie de enunciados considerados verdaderos.

Las Representaciones

Desde el presente trabajo se pretende mostrar cómo el problema de la explicación de fenómenos puede plantearse desde la perspectiva de una epistemología que tome en cuenta la importancia del entendimiento como logro cognitivo por parte de los sujetos (yos) que intervienen en el proceso de construcción del fenómeno. Esto requiere ampliar aquello que se considera un recurso cognitivo, y en particular el tipo de representaciones que entran en una explicación. Es necesario, entonces, hacer ver el papel que juegan las representaciones, que no son leyes de una teoría específica, en la formulación de explicaciones en la enseñanza de las ciencias, en especial desde la propuesta fenomenológica.

Con el término representación nos referimos a los modos lingüísticos de diferentes tipos verbales y no verbales (palabras, signos, dibujos, fórmulas algebraicas, procedimientos, etc.) con los cuales comunicamos nuestras experiencias y caracterizamos los comportamientos y fenómenos que se buscan destacar. Como afirma Gooding, es claro que los modos lingüísticos de representación influyen en los pensamientos formulados en ellos y más aún que no podemos pensar sin ese sistema de representación. Eso también es válido para las formas no verbales de representación. Algunas veces – dice Gooding - “las referencias a un nuevo fenómeno están articuladas procedimentalmente antes de que pueda ser expresado en un conjunto de imágenes verbales o visuales. Estas representaciones se pueden articular como conceptos instrumentalmente útiles antes de que sean incorporados en un marco teórico, de modo que es posible suponer que dan forma a las teorías para interpretar y explicar los fenómenos que describen.” (Malagón, F. y otros 2012. Pg. 8)

Representaciones en la enseñanza de las ciencias

El concepto de representación no ha ganado aún un lugar importante en el campo de la enseñanza de las ciencias, pues desde dicho campo se trabaja más haciendo uso de los modelos, ya que a través de ellos es más factible mostrar a los estudiantes los resultados de las leyes y teorías ya establecidas. Uno de los objetivos de este apartado es aclarar dicha diferencia y mostrar que un enfoque diagramático o combinatorio de las representaciones puede contribuir a esclarecer el papel que éstas desempeñan en la descripción de la práctica del razonamiento representacional desde la perspectiva fenomenológica en la enseñanza de las ciencias naturales.

A continuación se presenta un breve contexto histórico sobre el trabajo que desde la filosofía se ha desarrollado del concepto de representaciones y se plantearán y discutirán algunas ideas sobre representaciones expuestas por Ibarra, A. y Mormann,

T., en el compilado *ciencia y representación un enfoque histórico y filosófico*. Suárez, E. (2007).

Breve Historia de las representaciones

En su raíz original *representare* significa "volver presente", presentar de nuevo, traer de nuevo ante los ojos. El significado original implica la existencia de un objeto, el objeto representado, que se trae de nuevo, de manera distinta, a la mirada. Ese traer de nuevo, en otra forma, implica a su vez la existencia de lo que algunos autores han denominado dispositivos de representación.

Partiendo de este significado original, habría una separación entre el objeto representado, considerado como algo exterior y los dispositivos de representación, intencionalmente contruidos, que permiten poner el objeto de nuevo, de manera distinta, ante la mirada.

Un importante supuesto de la filosofía desde el siglo XVII hasta el siglo XIX es la doctrina de que en la representación se debería identificar tantas partes como las hay en el objeto representado. Por supuesto, se debería contar como una manera de formular el principio básico de la tradición de representación isomorfista. Esta doctrina, expresada a través de las diferentes versiones de la teoría asociacionista de las ideas, llega hasta Kant. Pero ya para Kant queda muy claro que una representación no es una simple copia de la realidad; Kant señala:

...que no es posible proporcionar una visión coherente de nuestra subjetividad sin pensar un mundo objetivo al cual se refieran nuestras representaciones. La parte de la Crítica en la cual sobresale con más claridad este propósito, y por lo cual puede considerarse como su núcleo, es la deducción trascendental de las categorías. En ella, Kant trata de mostrar que es necesario pensar un mundo de objetos distinto de nuestras representaciones partiendo de una

premisa que incluso el escéptico no puede poner en cuestión, a saber: que todas nuestras representaciones pertenecen a una única conciencia. (Stepanenko, P. 2004, p.3)

Sin embargo, en Kant no se evidencia todavía de manera explícita una distinción que va a desempeñar un papel muy importante en la filosofía de la ciencia del siglo XX y que parece jugar también un rol significativo en la propuesta de Ibarra y Mormann, que se discutirá más adelante: la distinción entre representaciones objetivas y subjetivas.

Si aceptamos, pues, que todas nuestras representaciones están integradas a una sola unidad que es la conciencia de cada quien; si admitimos, además, que las representaciones son aprehendidas a través de conceptos y que éstos son lo que nos hace pensar en los objetos a los que pueden corresponder las representaciones, entonces debemos aceptar que pensar en términos de objetos es condición de posibilidad de la serie de representaciones que conforman nuestra subjetividad. (Stepanenko, P. 2004, p.4)

Al indagar en otros autores, se distingue entre representaciones subjetivas y representaciones objetivas. Representaciones subjetivas son aquellas que los psicólogos consideran como estados mentales o “determinaciones del alma”, por ejemplo, cuando se percibe un objeto físico. Las representaciones objetivas constituyen el contenido de las representaciones subjetivas. Desde el positivismo lógico, la filosofía de la ciencia ha utilizado esta distinción y ha asumido que a ésta solo le interesan las representaciones objetivas; la idea de una epistemología objetiva de Popper, la epistemología de Carnap basada en la distinción entre preguntas internas y externas, e incluso los conceptos madeja de Neurath (“Ballungen”), muestran la importancia que se le otorga a las representaciones objetivas en la filosofía de la ciencia del siglo XX.

La importancia de este carácter objetivo y público de las representaciones científicas se recalca en la filosofía analítica a través del cambio de terminología que

Hertz introduce entre “*Vorstellung*” y “*Darstellung*”. “*Darstellung*” es representación en el sentido en que hablamos de “representación teatral”, o en el sentido en que un avión para armar es un modelo (a escala) de cierto tipo de avión. Representar un fenómeno en este sentido es mostrarlo a un público, exhibirlo, presentarlo en determinado contexto que se considera públicamente evaluable.

En la filosofía de la ciencia de corte historicista surgen naturalmente cuestionamientos de peso a la importancia metodológica que tiene esta distinción entre representaciones objetivas y subjetivas. En los estudios sobre la ciencia, este cuestionamiento se torna en abierta rebeldía. Aquí ya claramente se niega que haya una distinción epistemológica o metodológicamente útil entre representaciones objetivas y subjetivas.

En otras palabras, lo que se entienda por representaciones objetivas va a depender de un contexto histórico, es el producto contingente de una determinada historia, e involucra de manera importante elementos representacionales que usualmente se consideran subjetivos.

Una teoría combinatoria de las representaciones científicas

Ibarra, A. y Mormann, T. (2002) exponen tres enfoques acerca de las representaciones y la estructura del razonamiento científico expuestos por Helmholtz, Hertz y Duhem. El objetivo con lo anterior es evidenciar que esas ideas nos pueden acercar de manera natural a una caracterización interesante de las teorías científicas como representaciones mas no como modelos. De esta forma se asumirá una de estas posturas, o una combinación de ellas, como la más adecuada para el contexto en el cual se desenvuelve este trabajo de grado.

En su libro *Los hechos de la percepción (1879)*, Helmholtz caracteriza las teorías científicas como representaciones preservadoras de semejanza estructural de una manera que podríamos clasificar como realista estructural o semiótica. Los aspectos distintivos de su caracterización se encuentran expresados en estos términos:

Nuestras sensaciones, de hechos, son efectos producidos en nuestros órganos por causas externas; y depende esencialmente del tipo de aparato en el que se produce el efecto cómo éste se presenta en sí mismo de manera natural. Como la cualidad de nuestra sensación nos da una información de lo que es peculiar a la influencia externa por medio de la cual es excitada, puede tomársela como un símbolo de ella (de la influencia externa) pero no como una imagen. Porque de una imagen se requiere algún tipo de semejanza con el objeto del cual es imagen... Pero un signo no tiene que ser semejante al objeto del cual es signo. La relación entre los dos se restringe al hecho de que objetos semejantes ejerciendo una influencia en circunstancias semejantes evoca signos semejantes y que, además, signos no semejantes siempre corresponden a influencias no semejantes. (Helmholtz, 1879, p. 121)

El segundo enfoque comprensivo de la representación se toma del enfoque simbólico que Heinrich Hertz propuso en su obra *Die Prinzipien der Mechanik (Hertz, 1894)*, en la que describía del siguiente modo el procedimiento general de las representaciones científicas:

Nos hacemos imágenes internas o símbolos de los objetos externos, y los hacemos de tal manera que las consecuencias intelectualmente necesarias de las representaciones son siempre a su vez representaciones de las consecuencias naturalmente necesarias de los objetos derivados. Para que esa condición sea completamente satisfecha deben existir ciertas concordancias entre la naturaleza y nuestra mente. La experiencia nos enseña que esa condición puede satisfacerse y que tales concordancias existen de hecho. (Hertz 1894, pg.1)

Se retoma finalmente la contribución que Duhem ofrece en *La teoría física*. Su objeto y su estructura para un enfoque representacional moderno de la teorización

científica (Duhem, 2003). De manera insistente en esa obra clásica, Duhem afirma su idea de que las teorías científicas son representaciones; en concreto, una teoría física es “una representación económica” que:

Establece entre ellas (las leyes experimentales) un orden y una clasificación; a unas, estrechamente relacionadas, las reúne en un mismo grupo, a otras las separa y las coloca en dos grupos muy alejados. La teoría nos proporciona, por así decir, la tabla y los títulos de los capítulos en los que se dividirá de forma metódica la ciencia objeto de estudio. (Duhem 2003, pg.27.)

La representación dentro de una mirada fenomenológica

Después de haber hecho un recorrido por diferentes posturas sobre las representaciones, es posible concluir que la acción de representar es tomada, dentro del proceder fenomenológico, como una actividad primaria que se inscribe en la actividad más general dentro de un proceso de formalización y que además se presenta en diferentes formas y niveles, es decir, se hacen distinciones, selecciones, clasificaciones, de cada uno de los fenómenos, teniendo en cuenta el sujeto que representa al fenómeno y su lenguaje. En esta forma de representación se incluye el uso del lenguaje como herramienta fundamental dentro de la descripción del fenómeno.

La actividad de representar puede corresponder también a la actividad de aplicar una estructura formal a la descripción del fenómeno, caso en el cual se reconoce una estructura formal y se construye la posibilidad de formalizar el fenómeno en términos de dicha estructura. Involucra la constitución de magnitudes y establecimiento de relaciones funcionales entre las variables requeridas en la descripción del fenómeno, relaciones que se constituyen en formas de representarlo. Pero, la representación matemática del fenómeno no debe ser necesariamente analítica, puede ser geométrica y visual como es el caso del uso de las líneas de fuerza en la representación del fenómeno magnético por Faraday. (Malagón, F., y otros 2012, p. 9)

Este recorrido conceptual genera un panorama de la diferenciación entre modelos y representaciones, como también el vínculo más coherente entre las representaciones con la perspectiva fenomenológica.

Desde aquí se fundamenta la propuesta metodológica que sustenta el presente trabajo, en tanto valida la representación como camino pertinente para construir una descripción de determinado fenómeno. En consecuencia, se toma distancia del planteamiento del modelo como herramienta para hablar de un fenómeno, pues parece ser que la preocupación está centrada en dar cuenta de una realidad oculta detrás del mismo.

Por el contrario la representación permite al sujeto consolidar una conciencia del fenómeno más holística y significativa.

MOVIMIENTO Y CALOR: ANÁLISIS HISTÓRICO CRÍTICO

Parfraseando una observación de Putnam: la mente no inventa el mundo, pero tampoco se limita a reflejarlo.

Husserl, E.

La Potencia motriz del fuego

En el año de 1824 es publicada la obra “Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas diseñadas para desarrollar dicha potencia”, escrita por Sadi Carnot (1796-1832), quien desde allí propone el camino para sentar las bases de lo que serían las leyes fundamentales que gobiernan los procesos de la naturaleza en los que están involucradas las transformaciones de calor en trabajo.

Sadi Carnot inicia su trabajo haciendo una introducción al poder de las máquinas y las transformaciones a nivel social y cultural que para su época podían llegar a tener.

«La naturaleza nos ha dado la facultad de producir en cualquier momento y lugar el calor y la potencia motriz que es su consecuencia. El objeto de las máquinas de fuego es desarrollar esa potencia, adecuarla para nuestros usos. El estudio de tales máquinas es de un interés extraordinario, su importancia es inmensa, su empleo aumenta cada día. Parecen destinadas a producir una gran revolución en el mundo civilizado [...]. Parece que un día [el vapor] servirá de motor universal y tendrá preferencia sobre la fuerza de los animales, las caídas de agua y las corrientes de aire.» (Carnot, S. 1987)

Como lo indica el título de su obra, el autor plantea una reflexión teórica en la que se llevan a cabo diversos cálculos matemáticos y posturas basadas en algunos datos experimentales. Las reflexiones que plantea Carnot en su obra tienen como

finalidad revisar, desde un punto de vista conceptual más que matemático, los principios del funcionamiento de una máquina térmica. Para su época nadie había abordado con profundidad este tema.

No se ha considerado desde un punto de vista suficientemente general el fenómeno de la producción de movimiento por medio del calor. Sólo se le ha considerado en máquinas cuya naturaleza y modo de acción no le permitirán tomar toda la amplitud de la que es capaz. En tales máquinas el fenómeno se encuentra de alguna manera truncada, incompleta; resulta difícil reconocer sus principios y estudiar sus leyes. Para considerar en toda su generalidad el principio de la producción de movimiento por medio del calor es necesario concebirlo independientemente de todo mecanismo, de todo agente particular, es necesario establecer razonamientos aplicables no sólo a las máquinas de vapor, sino a cualquier máquina de fuego imaginable. (Carnot, S. 1987)

Así pues, el proceder de Carnot orientó en sus observaciones y en sus percepciones acerca del funcionamiento de las máquinas que trabajan con fuego. Además, Carnot profundizó mucho más sus observaciones lo que le permitió generalizar los resultados obtenidos para cualquier dispositivo, que se comportara de una forma similar. Pérez, J (2007, pg. 6) nos enuncia uno de sus primeros resultados generales de dicha observación:

La producción de movimiento en las máquinas de vapor va siempre acompañada de una circunstancia en la cual debemos fijar nuestra atención. Esta circunstancia es el restablecimiento del equilibrio en el calórico. Esto es, su paso de un cuerpo en el cual la temperatura es más o menos elevada a otro en el cual es más pequeña. ¿Qué ocurre realmente en una máquina de vapor en funcionamiento? El calórico liberado en el fogón por efecto de la combustión del carbón, atraviesa las paredes de la caldera penetrando en ella, produce vapor y de alguna manera se incorpora con él. Este lo transporta, primero en el cilindro, donde lleva a cabo alguna función, y de ahí al condensador donde se licúa en

contacto con el agua fría que allí se encuentra. Entonces, como resultado final, el agua fría del condensador toma posesión del calórico liberado en la combustión. [...]El vapor es sólo un medio para transportar el calórico [...] [...] La producción de potencia motriz en las máquinas de vapor se debe no a un auténtico consumo de calórico, sino a su transporte de un cuerpo caliente a un cuerpo frío [...] (Carnot, S. 1987)

De esta manera, para Pérez (2007) la principal característica u observación dentro de las reflexiones de Carnot en su obra es que para producir un efecto mecánico a partir del calor no sólo es necesario una fuente caliente, en este caso el fogón de la máquina, sino también, se requiere de un cuerpo frío hacia el cual pueda ser transportado el calórico, siendo este transporte el mecanismo esencial de la producción de trabajo.

Otra de las características encontradas por Carnot dentro del proceso de funcionamiento de una máquina térmica es que el vapor no es la única sustancia que puede ser utilizada para producir trabajo, sino que el colocar una fuente fría y una caliente le permite en contacto con una varilla mecánica, un líquido, un gas permanente o un vapor de otra sustancia producir cambios en una de las propiedades térmicas como lo es el volumen que, en teoría, también pueden ser utilizados para producir un efecto mecánico aprovechable.

Es natural hacerse aquí una pregunta a la vez curiosa e importante, ¿La potencia motriz del calor es inmutable en cantidad, o depende del agente que se use para realizarla, de la sustancia elegida como sujeto de la acción del calor? (Carnot, S. 1987)

Para dar respuesta a esta pregunta, en su conferencia Pérez, J. (2007) cuenta que Carnot propone que el máximo de potencia motriz que se puede obtener empleando el vapor es también el máximo que se obtiene usando cualquier otra sustancia, ya que el mismo (máximo rendimiento en nuestro lenguaje actual) se

obtendrá cuando no se realice ningún cambio de temperatura que no sea aprovechado para producir un cambio de volumen. Lo anterior evidencia que aunque no pase directamente calor de un cuerpo caliente a un cuerpo frío sin tener lugar otro efecto, como lo es realizar trabajo, o desde un punto de vista más práctico, que no haya contacto entre cuerpos de temperaturas sensiblemente diferentes, con lo que acaba justificando la sensible mejora introducida por Watt incorporando el condensador en la máquina de vapor.

Carnot, para demostrar que su planteamiento es cierto, realiza un ejercicio tomando el aire como sustancia motriz de una hipotética máquina, lo cual le ayudó a idear una representación teórica del funcionamiento que correspondería al máximo de potencia motriz que podría obtener una máquina térmica.

La potencia motriz del fuego es independiente de los agentes que intervienen para realizarla; su cantidad se fija únicamente por la temperatura de los cuerpos entre los que se hace, en definitiva, el transporte de calórico. (Carnot, S. 1987)

En el planteamiento para llevar a cabo su demostración Carnot introduce un razonamiento ampliamente utilizado después, estableciendo que si su suposición no fuera cierta, sería posible extraer trabajo de la nada (o lo que es lo mismo, de un sistema que funciona de forma repetitiva y cíclica), lo cual sería absurdo.

Los argumentos de Carnot llevan a la conclusión de que las modificaciones que pueden hacerse en una máquina que aprovecha el calor para producir trabajo, tienen un máximo en el rendimiento que pueden ofrecer y que estas modificaciones deben tender a la separación de partes del dispositivo que operen a distinta temperatura. Perez, J (2007. Pg.7)

La potencia motriz de una caída de agua depende de su altura y de la cantidad de líquido; la potencia motriz del calor depende de la cantidad de calórico empleado y de lo que

se podría denominar, y efectivamente nosotros lo llamaremos así, la altura de su caída, la diferencia de temperatura de los cuerpos entre los que se realiza el cambio de calórico. (Carnot, S. 1987)

Una circunstancia a tener en cuenta dentro del trabajo de Carnot (y que tendrá gran influencia en los resultados posteriores dentro de las discusiones de este trabajo de grado) es si la potencia es estrictamente proporcional a la diferencia de temperatura.

Ignoramos, por ejemplo, si la caída de calórico de 100° a 50°C proporciona más o menos potencia motriz que la caída del mismo calórico de 50° a 0°C». (Carnot, S. 1987)

A pesar de que Carnot intenta con distintos métodos dar respuesta a esta pregunta, entre ellos utilizando datos de la presión de vapor del etanol obtenidos por Agustín de Bethencourt y Molina (1758-1824), la determinación de la relación entre las temperaturas y el rendimiento de la máquina óptima (denominada función de Carnot) permanecería como un problema abierto sobre el que no se daría una respuesta definitiva hasta casi veinte años más tarde.

Es interesante referenciar la expresión de Carnot en torno a esto:

La condición necesaria del máximo en los cuerpos empleados para realizar la potencia motriz del calor es que no debería ocurrir ningún cambio de temperatura que no sea debido a un cambio de volumen. [...] Cualquier cambio de temperatura, que no sea debido a un cambio de volumen [...], es necesariamente debido al paso directo del calórico desde un cuerpo más o menos caliente a otro más frío. Este paso ocurre, principalmente, por el contacto entre cuerpos a temperaturas distintas: por lo que este contacto debería evitarse lo máximo posible, aunque, probablemente, no pueda lograrse totalmente. [...] Para que el calor pase de un cuerpo a otro, es necesario que el primero tenga una temperatura más alta, pero podemos suponer que esta diferencia de temperatura sea tan pequeña como

queremos. Podemos pues, en teoría, considerarla despreciable [infinitesimal], sin destruir con esto la exactitud de los razonamientos. (Carnot, S. 1987. Pg. 23-25)

Es necesario tener en cuenta que sólo en un cambio de volumen se ejecuta trabajo termodinámico.

Carnot y la convertibilidad de los fenómenos

Las ideas de Sadi Carnot en su obra “Sobre la potencia motriz del fuego” alcanzan especial relevancia para los procesos termodinámicos cuando esta ciencia es entendida como una teoría de principios en la que se definen las condiciones y posibilidades de los sucesos del mundo natural que involucran la energía. Carnot dentro de su estudio fenomenológico observó dos cosas importantes, por un lado, hizo referencia al equilibrio térmico como un principio de producción de la potencia motriz de las máquinas térmicas y, por otro lado, en los procesos reversibles la condición de potencia máxima.

Al tomar como referencia los planteamientos fenomenológicos y haciendo mención a la transformación de los fenómenos (convertibilidad), es evidente que Carnot esperaba que fuera precisamente en el restablecimiento del equilibrio que un fenómeno de una clase se pudiera convertir en uno de otra clase, o lo que sería equivalente que una forma de energía se convirtiera en otra. Desde esta postura, es posible afirmar que cuando existe un desequilibrio de una clase se hace a expensas del restablecimiento del equilibrio en otra.

Los cambios que suceden en la naturaleza son pues, expresión de los procesos de equilibración y de producción de desequilibrios. Por ejemplo, la elongación o la compresión de un resorte, el giro de una espira, la expansión o

compresión de un gas, el movimiento de una esfera, el calentamiento o enfriamiento de una sustancia y por lo general cualquier tipo de movimiento podría pensarse en términos de equilibrio y desequilibrio.

De lo anterior es posible exponer que tanto los procesos mecánicos, como los térmicos, eléctricos, entre otros, se podrían explicar en términos del equilibrio y desequilibrio (ver Perilla, E. (2007)), o mejor aún, en términos de transformaciones que involucran de una u otra forma la conservación de la energía. Así pues, los desequilibrios estarían caracterizados por las diferencias de ciertas magnitudes presentes dentro del fenómeno, mientras que los procesos de restablecimiento del equilibrio involucran el flujo de ciertas magnitudes de los lugares de mayor magnitud hacia los de menor magnitud.

“[...] podemos comparar la potencia motriz del calor a la de un salto de agua [...] la potencia motriz de un salto de agua depende de su altura y de la cantidad de líquido; análogamente, la potencia motriz del calor depende de la cantidad de calórico empleado y de lo que podemos llamar la altura de su caída, es decir, la diferencia de temperatura de los cuerpos entre los que tiene lugar el intercambio de calórico.” (Carnot, S. 1987. Pg. 9-10).

El principio de conservación de la energía

A principios del siglo XIX se produjo una explosión experimental sin precedentes gracias al descubrimiento de un gran número de efectos nuevos en el laboratorio, que trajeron a los físicos una idea acerca de que el movimiento no sólo produce cambios espaciales de los cuerpos, o dicho de otra forma, en la magnitud de la energía potencial. En efecto esos procesos aislados en el laboratorio constituían una verdadera red que conectó finalmente entre sí los diferentes campos experimentales que habían proliferado recientemente en física y los que, como la

mecánica estaban constituidos desde hacía tiempo en disciplina. El movimiento, en particular, era capaz de provocar cada uno de los fenómenos estudiados en el curso de esos experimentos.

A manera de ejemplo, Galvani creó, con el cuerpo de una rana, el primer circuito eléctrico experimental. Más adelante Volta reconocería en las contracciones de la rana el efecto del paso de una corriente eléctrica, lo que dio paso a la pila química, pero la corriente también provoca la producción de luz y de calor.

Finalmente en 1847, Joule da un paso muy importante que fue la conexión entre la química, la ciencia del calor, la electricidad, el magnetismo y la biología que interpretan su relación como una conversión. La conversión generaliza lo que se produce en el curso de los movimientos mecánicos, es decir, que el paso de un fenómeno a otro presenta una característica de “algo” que se conserva cuantitativamente y que el cambio de forma se presenta de manera cualitativa.

Para definir esas relaciones entre formas cualitativas, Joule define un equivalente general de las transformaciones físico-químicas, que da la forma de medir la magnitud que se conserva y que más adelante tomará el nombre de energía.

Así como para Rumford la idea de que un movimiento mecánico, como la fricción generaría calor, para Joule el trabajo se entiende también como una forma de movimiento que podía producir calor.

Éste contemplaba el problema en la dirección opuesta a la que tendría un ingeniero de vapor, es decir, el aplicaba trabajo para producir calor, y no a la inversa. Su experiencia más recordada es aquella en que logra medir la equivalencia entre el trabajo mecánico y la cantidad de calor. Joule se valió, para esta experiencia, de un sistema de hélices que agitaban el agua gracias a un

movimiento producido por una serie de contrapesos que permitían medir la energía mecánica puesta en juego.

Así mismo, presentó uno de los primeros enunciados de la conservación de la energía. Desde allí se podía pensar que la energía se conservará incluso cuando se transforma de una forma a otra, en otras palabras, si se formulara un balance energético de cualquier proceso físico, la cifras correspondientes a “antes” y “después” coincidirán siempre. En este sentido vale la pena recatar cómo el calor empieza a tener diversas connotaciones, por ejemplo, se observa cómo pasa de ser un agente de transformación a ser un promotor del trabajo, también cómo pasa de ser un principio sustancial a ser una cantidad de movimiento. (Perilla, E. 2007., pg. 18-20)

A manera de conclusión

Dentro del desarrollo histórico que se presenta en los párrafos anteriores, se resaltan los siguientes hechos:

- ✓ Que el movimiento es el principal agente de transformación de los fenómenos y que permite hablar de relaciones entre diferentes ramas de las ciencias.
- ✓ Que la transformación del movimiento permite que se configuren eventos que pueden llegar a ser explicados en términos de conservación de la energía.

Si bien las formas de analizar los fenómenos son diferentes por parte de los sujetos al observar, dado que el fenómeno se le presenta a cada uno de manera diferente, el nivel argumentativo debe permitir la elaboración de una representación de dichos eventos dentro de su contexto cultural.

UN RECUENTO DE LA PROPUESTA DE AULA

Este capítulo se presenta como una forma de recurrir a una propuesta fenomenológica que, como se ha mencionado en los capítulos anteriores, no pretende mostrarse como la única alternativa de mejorar las prácticas escolares, sino que se presenta como una herramienta que le permita, tanto a los docentes como a los estudiantes, acercarse de manera mucho más amable y con mejores resultados hacia la comprensión del conocimiento científico desde la enseñanza de las ciencias.

Calor Y Movimiento: Un Recorrido Hacia Las Máquinas Térmicas

Al hacer una revisión en diferentes textos escolares y universitarios en los que se presenta una introducción al concepto de Energía, se evidencia que suelen hacerlo partiendo del concepto de trabajo. Además, dentro de dicho recorrido hay un común denominador y es que se parte de una formulación matemática, desde donde se asume que los estudiantes tienen ya claras muchas de las herramientas matemáticas y físicas necesarias para involucrarse y entender el tema, que les permita asimilar y reconocer que es la energía.

El primero de los conceptos presentados, como ya lo dijimos, es el de trabajo, abordado en su forma operacional como

$$W = \vec{F} \bullet \Delta\vec{x}$$

Y acompañado de una serie de interpretaciones cualitativas, entre las que es frecuente el identificarlo con el esfuerzo o cansancio muscular.

Trabajo es una cantidad escalar igual al producto de las magnitudes del desplazamiento y de la componente de la fuerza en la dirección del desplazamiento. (Tippens P. 200., pg. 157)

Inmediatamente después de abordar el concepto de trabajo (W) haciendo uso de las herramientas matemáticas y ampliando algunos conceptos adicionales, se entra a definir la energía como “la capacidad que tienen los cuerpos para realizar un trabajo”, asumiendo que ha quedado entendido tal concepto.

Del mismo modo, y desligado mucho más de los conceptos de trabajo y energía, aparece en la gran mayoría de textos el concepto de calor, que se relaciona en muchas ocasiones con el trabajo afirmando que éste puede convertirse en calor y viceversa.

Desde las experiencias que he tenido como docente he podido identificar que esta manera de plantear los conceptos conlleva a una serie de inconvenientes que se ven reflejados en la poca asimilación, por parte de los estudiantes, de la gran mayoría de conceptos manejados desde las ciencias naturales.

Algunos de los inconvenientes, al abordar desde el aula de clase los conceptos de trabajo, energía y calor, observados son los siguientes:

- ✓ Es muy frecuente la confusión de los conceptos de fuerza y trabajo, debido al uso de la definición de trabajo como “fuerza realizada a lo largo de un desplazamiento”.

- ✓ La casi imposibilidad de intuir el concepto de energía como consecuencia de lo antes indicado. Si no se comprende claramente lo que es el trabajo es difícil entender lo que es energía.
- ✓ El considerar al trabajo o al calor como una forma más de la energía, una vez que han sido presentados los conceptos de energía cinética, energía potencial gravitatoria o energía potencial elástica, confunde a los estudiantes y es frecuente el escucharles decir que el trabajo realizado se ha convertido en energía cinética o que la energía potencial gravitatoria se ha convertido en energía cinética, sin ningún tipo de comprensión.
- ✓ Se presentan dificultades al aplicar el principio de conservación de la energía a un proceso cualquiera. Si bien a los estudiantes le resulta fácil efectuar cálculos directos, con el uso de las ecuaciones, los procesos se les dificultan si hay que interpretar, analizar o argumentar cada uno de los cambios que presentan los sistemas.

Los inconvenientes expuestos anteriormente nos llevan a buscar una forma diferente por medio de la cual construir, junto con los estudiantes, los conceptos de trabajo, energía y calor que nos permitirán acercarnos de una forma diferente a las máquinas térmicas.

En los siguientes párrafos se muestra una forma de proceder desde una perspectiva fenomenológica por medio de la cual, tanto los estudiantes como los docentes, podamos construir un camino diferente, partiendo del planteamiento de fenómenos comunes y que nos acerquen a la comprensión y asimilación los conceptos de trabajo, calor, energía a través de la experiencia.

Perspectiva fenomenológica

En los últimos años se han analizado las prácticas docentes y las metodologías de enseñanza empleadas en diversos niveles de formación. Se ha venido implementando un enfoque fenomenológico (ver lineamientos curriculares de ciencias página 6), donde la mirada se ha centrado en la habilidad descriptiva e interpretativa de la fenomenología que permite penetrar en la vida cotidiana y replantear los enfoques pedagógicos utilizados años atrás.

En este trabajo se resalta la importancia de practicar una pedagogía crítica y reflexiva basada en la fenomenología de Edmund Husserl:

Él hace de la existencia y la experiencia vivida el núcleo de sus planteamientos; inmersos en el mundo de la vida, en el mundo de la experiencia, la fenomenología describe las vivencias y aclara el sentido de la vida cotidiana, su práctica permite recuperar la actitud dialógica¹ en el aula, fortalece el análisis conceptual, la evaluación de la propia experiencia, la clarificación de la conducta y la vida en los estudiantes.

El enfoque fenomenológico que se aborda dentro de este trabajo propone construir una mirada científica de la realidad partiendo de la descripción de fenómenos y reconociendo que los observaremos desde un ángulo diferente. Lo que éste enfoque pretende recoger de la aproximación fenomenológica es que los estudiantes partan de las vivencias y experiencias cotidianas, es decir, de los fenómenos tal como son percibidos en el mundo en que vivimos, e invitar a los estudiantes a narrar, describir, explicar, interpretar los fenómenos y trabajar a partir de nuestras relaciones con las cosas, una construcción propia y aprehendida de los conceptos que pretendemos construir.

Así mismo, podemos encontrar que los estudiantes suelen hablar de los fenómenos observados de formas muy diferentes a la forma tradicional que buscan muchos de los maestros, dichas formas de proceder pueden ser consideradas errores conceptuales por parte del maestro y no se dan cuenta que pueden ser formas diferentes a las que se describen en las teorías y leyes ya establecidas.

La transformación fenomenológica

Es evidente que los conceptos de trabajo, calor y energía son difíciles de entender, pero es posible, sin embargo, intuir de alguna manera su significado, podría hacerse partiendo del uso de fenómenos que tanto para los estudiantes como para el docente son comunes y que se pueden reproducir, pensando en la convertibilidad a otros fenómenos.

Pensemos por ejemplo en las diferencias existentes entre un camión en movimiento y otro en reposo, un resorte sin estirar y otro comprimido, un recipiente lleno de un líquido caliente y otro a la temperatura ambiente, una bombilla encendida y otra apagada, o un trozo de carbón y un puñado de cenizas. En todos los casos mencionados, la diferencia principal consiste en que el camión en reposo, el resorte sin estirar, el recipiente lleno de líquido a la temperatura ambiente, la bombilla apagada o los fragmentos de cenizas son incapaces de hacer nada por sí mismos, estos sistemas se encuentran en equilibrio, mientras que el camión moviéndose, el resorte comprimido o elongado, el recipiente caliente, la bombilla encendida o el trozo de carbón pueden realizar cosas observables que nos permiten evidenciar un cambio, generado por y aplicado hacia otros objetos, además,

podemos de una u otra forma contabilizar dichos cambios, como se mencionó en el capítulo IV estos objetos han salido del equilibrio y buscan restablecerlo.

Así, el camión puede empujar y poner en marcha a otro vehículo que se encuentre en reposo, el resorte impulsar una esfera, el líquido caliente dilatar un cuerpo, la bombilla encendida mover una espira y el carbón ardiendo vaporiza unas gotas de agua. Es factible decir entonces que algunos cuerpos en determinadas circunstancias tienen “algo” que parecen no tener otros, ese “algo” nos permite evidenciar, llevando una contabilidad, los cambios en términos de equivalencias.

Por otra parte, si examinamos con más detalle algunos de los ejemplos antes enumerados es posible encontrar más información acerca del significado de ese algo. Así estudiando el caso del lanzamiento de una esfera por un resorte, observamos que inicialmente la energía la tiene el resorte comprimido y no la esfera, mientras que después ocurre lo contrario y podemos hablar de cómo esa energía ha cambiado y se ha convertido ahora en movimiento evidenciado en la esfera expulsada por el resorte.

Dar cuenta de dichas transformaciones depende de quién observe el fenómeno, pues dentro de dichas caracterizaciones influye, no solo las primeras percepciones, sino también el conocimiento que se tenga del fenómeno o fenómenos similares.

Veamos ahora la propuesta de aula y algunos análisis que se realizaron en torno a ella y a la forma de proceder por parte de quienes hicieron parte de dicha propuesta.

Propuesta de aula Sistematización

Este trabajo se presenta como un primer acercamiento a la labor investigativa desde una actividad de aula, actividad que se planteó de manera exploratoria con los estudiantes de séptimo y décimo grado del Colegio Cardenal Pacelli, en donde la intención inicial es presentar un evento o situación particular para reconocer lo que los estudiantes dicen de él desde los puntos de vista mecánicos y termodinámicos, y a partir de allí empezar a configurar con los ellos un camino hacia la construcción de explicaciones desde un proceder fenomenológico.

La excusa fue el trabajo con diferentes situaciones que les permitían ver transformaciones entre fenómenos, para acercarlos desde allí a una idea de lo térmico y en especial de las máquinas térmicas.

La propuesta se enmarca dentro de tres fases fundamentales: la primera de ellas es la construcción de relaciones entre fenómenos; la segunda es poder llevar una contabilidad que permita revisar las transformaciones que se presentan en el estudio del fenómeno y la tercera es llevar la estructura de la propuesta de análisis de un fenómeno en particular a cualquier fenómeno en general.

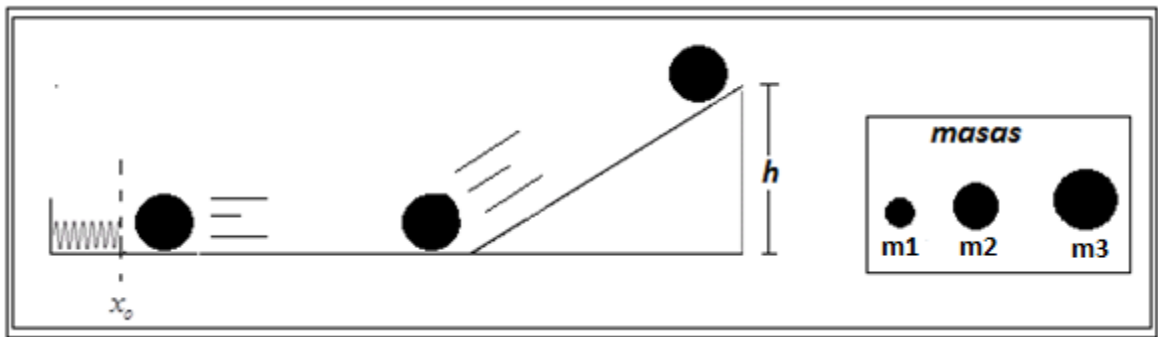
ACTIVIDAD 1



“...En cierto modo es una suerte que POINCARÉ haya demostrado la imposibilidad de eliminar las interacciones. Si se pudieran eliminar, el Universo sería isomorfo a un nivel de partículas libres, y todo sería tan “incoherente” que no habría química, ni biología, ni por supuesto cultura humana...”

Las Leyes del Caos. Prigogine, I.

Esta actividad se realizó a partir de una experiencia de laboratorio en donde los estudiantes tomaban un plano inclinado por el cual se dejaba rodar esferas de diferentes masas que golpeaban contra un resorte que se encontraba al final del plano, sin olvidar que debían comparar, analizar y preguntarse por las diferentes transformaciones que el movimiento de la esfera podía tener durante todo el recorrido hasta golpear con el resorte.



Los estudiantes abordaron la actividad propuesta con un poco de asombro, esto debido a que el tipo de “guía” que se les presentó (ver anexo 2) no era como el que ellos estaban acostumbrados a manejar, es decir, guías en donde se acostumbra seguir unos pasos para llegar a un fin determinado con anterioridad por parte del profesor (por ejemplo guías en donde les dicen agregue tres gramos de...después agregue 5 gramos de...caliente hasta los 50°C y si se pone de color morado es...se obtendrá...). Cabe anotar que los mismos estudiantes decían durante la socialización cosas como las que enuncian a continuación:

(Grupo 1)...pues profe, cuando vimos que la guía de laboratorio no decía con exactitud qué hacer, sino que nos encontrábamos con preguntas en vez de pasos a realizar uno queda perdido... aunque hemos visto rodar esferas por un plano muchas veces...

(Grupo 2) Se nos hizo complicado, pues pensar inicialmente en los posibles cambios que podía tener el movimiento durante cada uno de los procesos nos hace ver que fenómenos tan comunes y simples no son tan fáciles de explicar, empezando porque no es fácil definir qué es movimiento...

Sin embargo, a medida que desarrollaban la actividad, un tanto novedosa para ellas, pude ver de manera abierta, la forma en que las estudiantes han venido asimilando la información que durante sus cursos anteriores han recibido, o mejor aún, pude observar cómo han venido comprendiendo tal información para construir

algunos conceptos que se supone se deben poner en práctica en los cursos de ciencias, y están referidos a la mecánica Newtoniana o la termodinámica, dichos conceptos son asimilados de manera memorística pues sus formas de hablar sobre el fenómeno evidencia la necesidad de recurrir a textos para poder dar respuesta a las preguntas planteadas.

Como resultado de una reflexión inicial, la actividad me permitió recoger un primer elemento importante para analizar y es que desde comentarios como los expuestos por los estudiantes durante la actividad se pudo ver que una de las dificultades que presentan los estudiantes de básica secundaria, y que se manifestarían a lo largo del curso, es que la asimilación de la información transmitida por los profesores o el manejo de la “guías” de laboratorio y la capacidad de los estudiantes para reproducirlas, ha constituido, desde mi punto de vista, uno de los objetivos dentro de la formación escolar y que dicha formación, estaría entonces basada en la transmisión y repetición de información y teorías ya elaboradas, es decir, seguir unos pasos para llegar a un fin determinado con anterioridad, además también se muestra la dificultad de los estudiantes para generar preguntas a partir de la observación de un fenómeno en particular.

No solo la actividad exploratoria ha llevado a determinar esta primera dificultad, pues también se ha podido inferir de algunas otras actividades realizadas en clase, en donde se ha planteado a los estudiantes algunas preguntas teóricas como las que habitualmente se emplean en los exámenes, en donde bastantes estudiantes contestan, efectivamente, con relativa corrección a la información dada en clase. Puede comprenderse, pues, el choque que supuso, gracias a la introducción de otro tipo de “guías” de laboratorio, la puesta en evidencia de una grave y general incompreensión de incluso los conceptos más fundamentales y

reiteradamente enseñados física. Un sencillo evento físico como el poner a rodar una esfera por un plano inclinado arrojaba grandes inconvenientes del tipo argumentativo y propositivo por parte de las estudiantes.

No obstante, como se mencionó en párrafos anteriores y continuando con el análisis de esta actividad no solo se evidenciaron problemas con el tipo de preguntas que tenía la guía de laboratorio sino que se han presentado problemas dentro de los distintos grupos para distinguir entre los conceptos de movimiento, temperatura y calor.

En general, en el desarrollo de esta temática se pudo ver como para describir una situación los estudiantes toman como referencia las condiciones estándar y olvidan que se está trabajando en condiciones diferentes, igualmente no tenían en cuenta las relaciones existentes entre las variables que afectan el movimiento.

(Grupo 2)...Nosotros esperábamos que al golpear la esfera el resorte, éste se comprimiera y la luego arrojara la esfera hasta la misma distancia o altura de donde fue soltada. Por tanto decidimos repetir la experiencia varias veces y con diferentes esferas, pero no veíamos más que la relación esfera resorte...

Si bien la argumentación que han podido dar los estudiantes ha sido aceptable, se puede ver una primera forma de proceder:

Cuando se preguntan, por ejemplo, por la distancia que logra ser comprimido el resorte, cuando la esfera se dejan caer por el plano inclinado desde una cierta altura, sin importar su masa, los estudiantes ven que a medida que la esfera cae por el plano inclinado ésta pierde altura pero gana velocidad, o como ellos lo dicen gana más movimiento, que luego pierde al entrar en contacto con el resorte y que éste

movimiento, perdido por la esfera, es ganado y almacenado por el resorte para poder ser comprimido y posteriormente impulsar de nuevo la esfera. Se puede inferir, de este párrafo, que los estudiantes pueden intuir transformaciones entre fenómenos, y que vislumbran una idea inicial de conservación.

(Grupo 1) A mayor altura la masa caerá a más velocidad, es decir que la masa tendrá más energía cinética, que aumentará la compresión del resorte. Es decir que la altura y la compresión del resorte son directamente proporcionales, por lo que si una aumenta la otra deberá hacer lo mismo.

(Grupo 2) al dejar caer la masa que corre por una pendiente acelerándose el objeto hasta que en su recorrido se encuentra un resorte que permite que su velocidad disminuya considerablemente y que el resorte se comprima (mayor energía del resorte).

Si lo ponemos en términos de lo que plantea Carnot, la esfera al bajar por el plano inclinado entra en una etapa de desequilibrio que al golpear contra el resorte, entra en una etapa de equilibración, mientras que el resorte sale del equilibrio y comienza a pasar por una sucesión de estados de desequilibrio.

Como se mencionó al principio de este análisis, otra de las intenciones que se planteaba en la actividad era ver como los estudiantes entendían el concepto de movimiento:

A las preguntas realizadas dentro de la unidad de trabajo ¿Qué entienden por movimiento? ¿Bajo qué criterios hablan de movimiento? Las estudiantes respondieron:

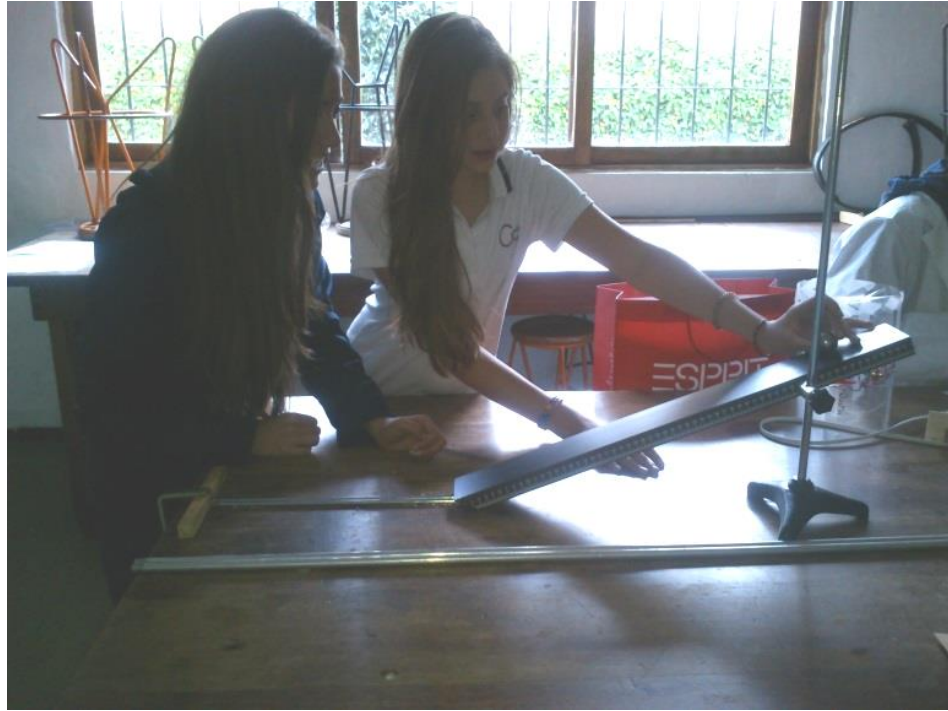
(Grupo 1): El movimiento es un cambio de posición de algún cuerpo respecto a otro (observador); para medir el movimiento se usa el tiempo que es determinado por un marco de referencia anteriormente definido. Por esto siempre se hablara de movimiento teniendo

en cuenta el criterio y marco de referencia del cuerpo observador, debido a que si el observador y el cuerpo se mueven a la misma velocidad y en el mismo tiempo, el observador no será capaz de percibir el movimiento, de allí la importancia del marco de referencia.

(Grupo 2): es el cambio de posición en el espacio con respecto al tiempo, este se trabaja en magnitudes vectoriales. Se puede hablar de movimiento según el criterio del observador, ya que si el observador se encuentra a la misma velocidad que otro cuerpo no va a percibir el movimiento, mientras que si el observador está estático si lo percibirá.

Las formas de hablar sobre el movimiento de cada uno de los grupos, involucra una forma tradicional de enseñanza, sus respuestas son elaboradas en torno a definiciones propuestas en libros de texto o en internet. Para ellas no es fácil salirse del parámetro y ver, analizar, evidenciar, observar, deducir algunas relaciones que se presentan entre el cambio de posición de la esfera a lo largo de camino seguido y su relación con magnitudes que aumentan o disminuyen mientras la esfera busca el equilibrio. Se enuncia brevemente lo importante que es desde donde se observa el movimiento (marco de referencia) pero no se describe el movimiento desde sus percepciones iniciales.

ESFERA RODANDO POR EL PLANO Y COMPRIMIENDO EL RESORTE



El ejercicio que hacen las niñas al contabilizar los datos y registrarlos en la tabla que se propone en la guía de la actividad, nos arroja resultados muy interesantes debido a que a través de éstas representaciones gráficas pudieron llegar a evidenciar muchas más relaciones entre magnitudes que lo que hicieron con la simple observación.

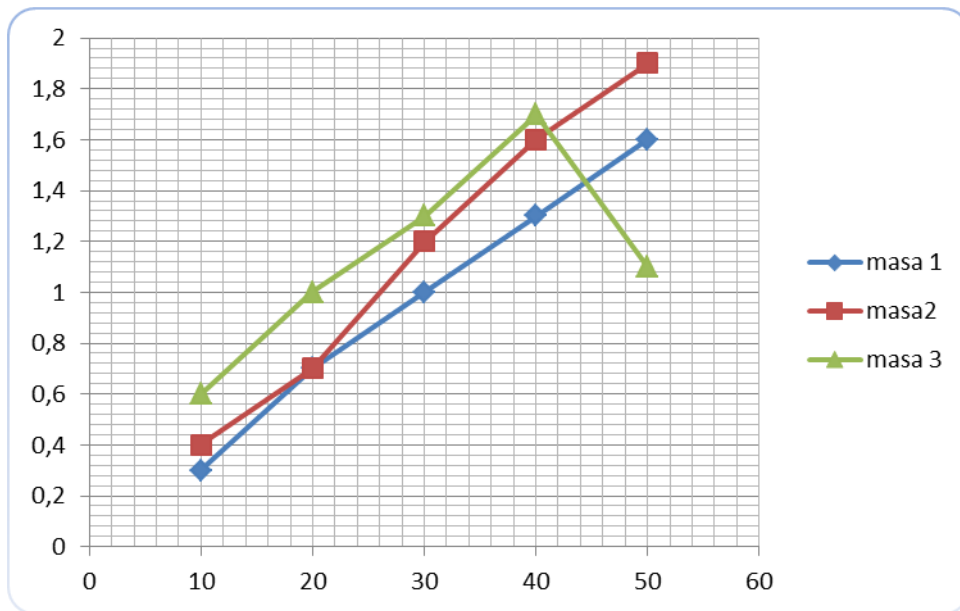
altura (cm)	Compresión de masa 1 (cm)	Compresión de masa 2 (cm)	compresión de masa 3 (cm)
10	0,3	0,4	0,6
20	0,7	0,7	1
30	1	1,2	1,3
40	1,3	1,6	1,7
50	1,6	1,9	1,1

Tabla 3: grupo 1 (Compresión Vs. Altura)

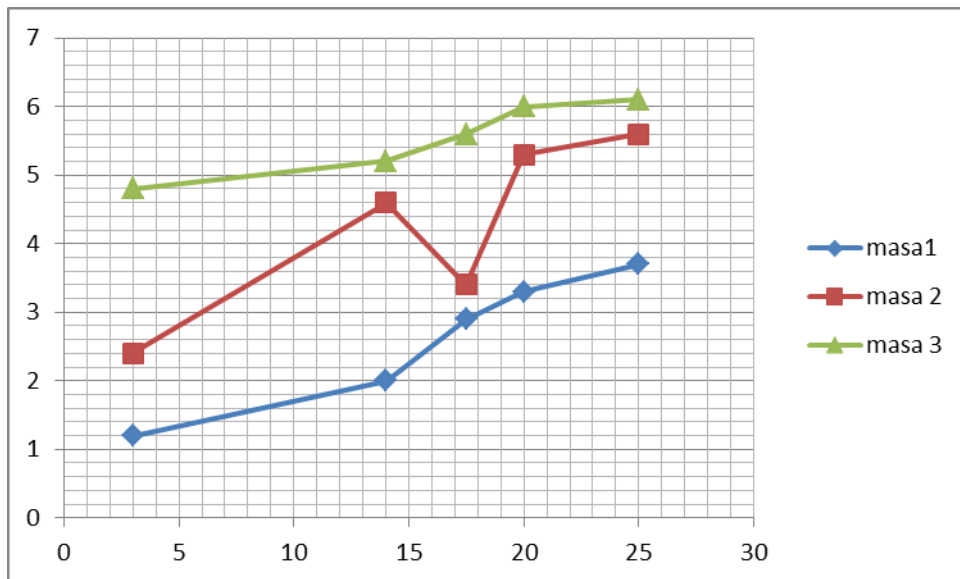
altura (cm)	Compresión debido a masa 1 (cm)	Compresión debido a masa 2 (cm)	compresión debido a masa 3 (cm)
3	1,2	2,4	4,8
14	2	4,6	5,2
17,5	2,9	3,4	5,6
20	3,3	5,3	6
25	3,7	5,6	6,1

Tabla 4: grupo 2 (Compresión Vs. altura)

Las tablas nos muestran los resultados experimentales del movimiento de la esfera y su choque con el resorte, si bien las niñas evidenciaban desde allí que la relación entre altura y compresión del resorte podría ser directamente proporcional entre sí, con los simples datos no podían llegar a afirmar dicho comportamiento.



Gráfica 4: grupo 1 (Compresión Vs. altura)



Gráfica 5: grupo 2 (Compresión Vs. altura)

Sin embargo, sólo hasta graficar la relación afirmaron que la proporcionalidad directa si existía. Sin embargo, el comportamiento de las tres esferas y el resorte, según la tabla y la gráfica, no sólo dependía de la altura, sino

que se evidencia que la masa de la esfera juega un papel importante en cuanto a la compresión del resorte y por tanto influía en su movimiento.

También observaron que a mayor altura la esfera adquiriría una mayor velocidad en el descenso, para ello tomaron como referencia el tiempo que tardaba la esfera en llegar hasta el resorte y la distancia recorrida.

Grupo 1: La velocidad de la masa y la compresión son directamente proporcionales; es decir que si la velocidad, característica del movimiento, es mayor, también lo será la compresión. Por lo que a mayor movimiento mayor compresión. Vemos que la velocidad también la podemos medir si buscamos la relación entre el tiempo que tarda en llegar la esfera al resorte y la distancia que ella recorre.

Grupo 2: La relación es que entre más compresión el resorte, el movimiento será más rápido porque se presentará una aceleración y son directamente proporcionales.

A la pregunta ¿En qué se transforma el movimiento de la esfera al interactuar con el resorte? Los grupos respondieron lo siguiente:

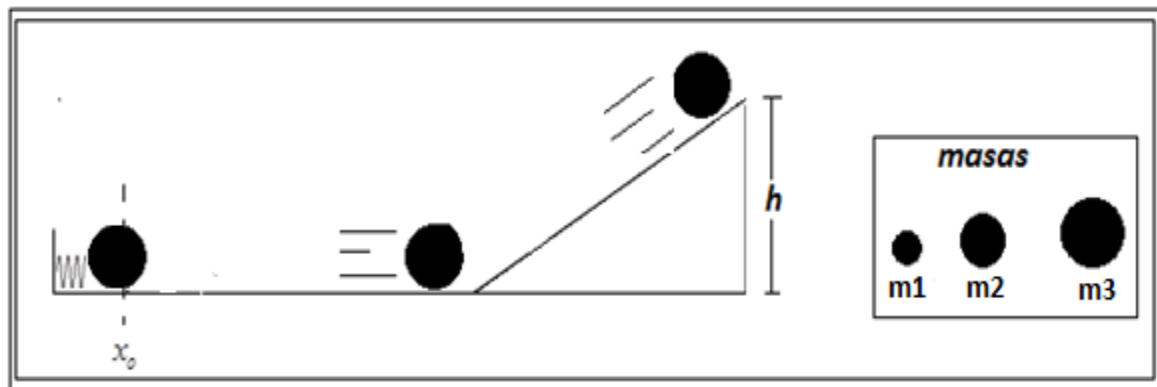
Grupo 1: El movimiento se transforma en energía del resorte, debido a que el trabajo infringido sobre el resorte, por el movimiento de la esfera, hace que este se deforme (comprima) transformando la energía de movimiento que traía la esfera al descender por el plano y que había ganado debido a la energía de altura que tenía en el instante antes de iniciar la caída.

Grupo 2: El movimiento de la esfera se convierte en energía potencial elástica como resultado del aumento de energía interna acumulada al chocar con el resorte.

Las transformaciones que las niñas muestran dentro de sus respuestas nos permiten ver que la forma de hablar desde este tipo de trabajo va cambiando a medida que la búsqueda de representaciones les permite observar muchas más relaciones entre magnitudes presentes dentro del fenómeno. Algunas de estas magnitudes tienen nombre ya establecido desde su experiencia previa, por ejemplo

hablan de la velocidad, el desplazamiento, energía, pero otras empiezan a ser conceptualizadas y se construye un lenguaje apropiado para hablar de ellas, vemos por ejemplo que el grupo 1 nombra diferentes tipos de energía, uno de movimiento (energía cinética), otro de altura (energía potencial gravitacional) y energía del resorte (energía potencial elástica) y lo más importante o destacable de este proceder es que se evidencia una transformación de una a la otra dependiendo de su ubicación dinámica en el plano inclinado.

RESORTE COMPRIMIDO IMPULSA A LA ESFERA POR EL PLANO



Sin embargo, la relación de movimiento y conservación también es bidireccional, es decir, se busca revisar si los cambios que se presentaron al lanzar la esfera desde una altura determinada también se presentan cuando con el resorte se impulsa a la esfera para que se mueva por el plano cuesta arriba.

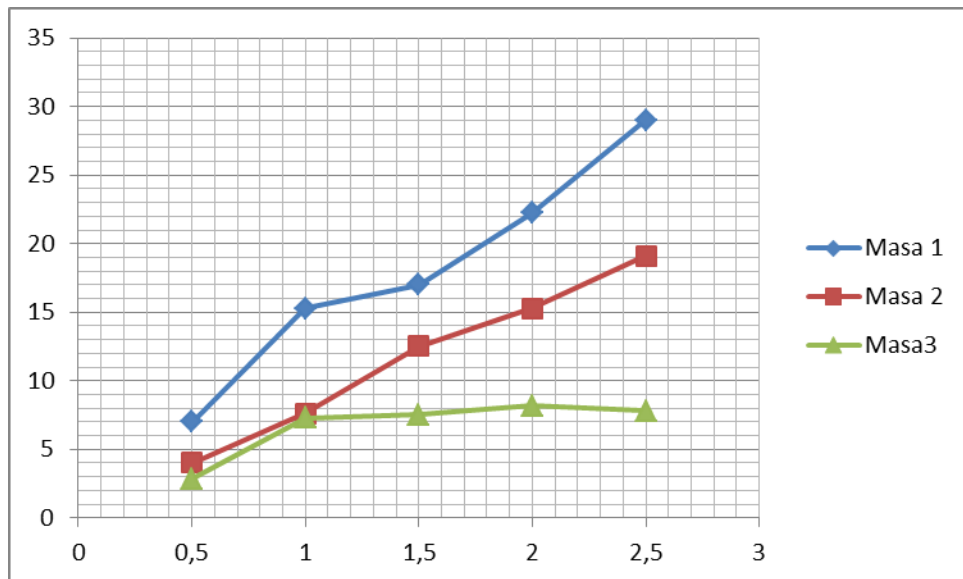
Al decirles que realizaran el ejercicio en sentido inverso se presentaron discusiones en torno a qué se pensaba que las masas al ser impulsadas por el resorte, y con la misma compresión que habían alcanzado cuando la esfera chocó contra ellas, alcanzarían la misma altura, sin embargo, el fenómeno no se comportó

como ellas esperaban. Las tablas nos muestran las medidas tomadas para cada una de las masas en interacción con el resorte.

GRUPO 1

Compresión del resorte (cm)	altura alcanzada por la masa 1 (cm)	altura alcanzada por la masa 2 (cm)	Altura alcanzada por la masa 3 (cm)
0,5	7	4	2,85
1	15,3	7,6	7,3
1,5	17	12,5	7,53
2	22,25	15,3	8,2
2,5	29	19,1	7,8

Tablas grupo 1 (Altura Vs. Compresión)



Grafica 6: grupo 1 (Altura Vs. Compresión)

Las tablas nos dejan ver que el resultado de impulsar las esferas con el resorte, dependen del tamaño de cada una de las esferas, pues si vemos la relación

compresión altura no es igual a la que presentaban las tablas anteriores. Vemos que entre mayor sea la masa es más difícil que alcancen una altura determinada. La masa de mayor magnitud presenta en cada compresión una altura más baja que lo esperado.

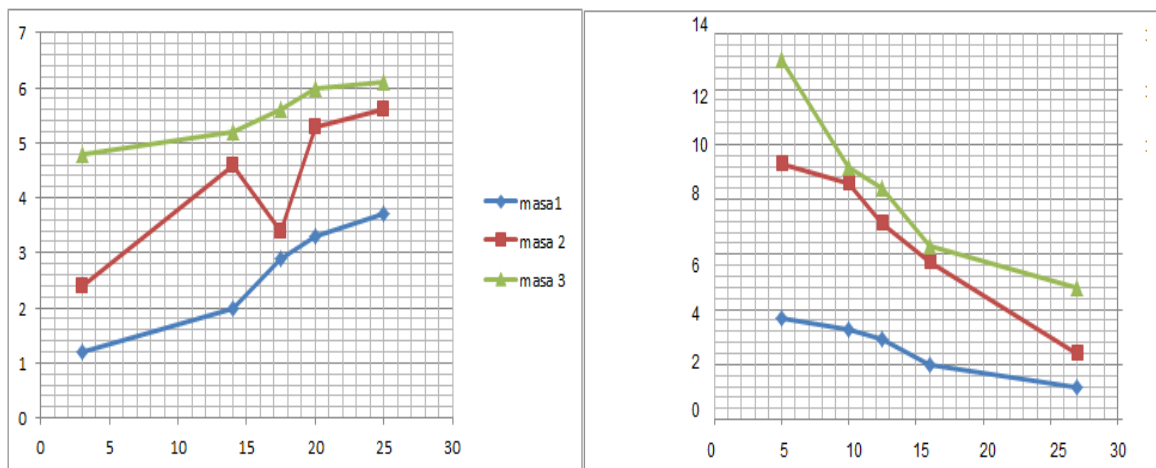
Grupo 1: La relación inversa será como un espejo, es decir que cuando comprimamos el resorte para soltar la esfera, esperamos que alcance la misma altura que tenía cuando la lanzamos por el plano.

Grupo 1: Fátima Rocha: Nos sorprendimos porque las esferas casi no se movieron, su altura en el plano fue mucho menor que la altura cuando fue soltado, en la tabla contabilizamos las alturas alcanzadas.

GRUPO 2

Grupo 2: María José Junco: Nosotras pensamos que será evidente que las esferas alcanzan la misma altura, pues si se conserva el movimiento de caída también debería conservarse al subir la esfera por el plano, es más proponemos la siguiente gráfica

paralelo entre el proceso de caída de la esfera y el proceso inverso

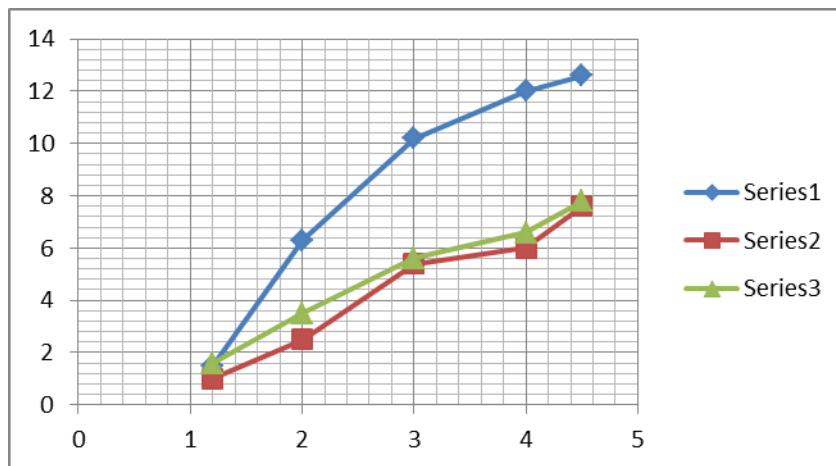


Gráfica 7: paralelo entre el proceso de caída de la esfera y el proceso inverso

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Compresión del resorte (cm)	altura alcanzada por la masa 1 (cm)	altura alcanzada por la masa 2 (cm)	Altura alcanzada por la masa 3 (cm)
1,2	1,5	1	1,6
2	6,3	2,5	3,5
3	10,2	5,4	5,6
4	12	6	6,6
4,5	12,6	7,6	7,8

Tablas grupo 2 (Altura Vs. Compresión))



Gráfica 8: grupo 2 (Altura Vs. Compresión)

Al igual que con el grupo 1 se encontró que entre más grande sea la masa más difícil es alcanzar la altura que se espera respecto a la compresión.

Aquí la observación llevó a las niñas a pensar que no sólo existían unas transformaciones respecto al movimiento sino que también la energía tiende a

buscar otros caminos, es decir, que los procesos presentes en los dos movimientos no son reversibles, y existe una disipación de la energía.

ACTIVIDAD 2

LÁMPARAS GIRATORIAS

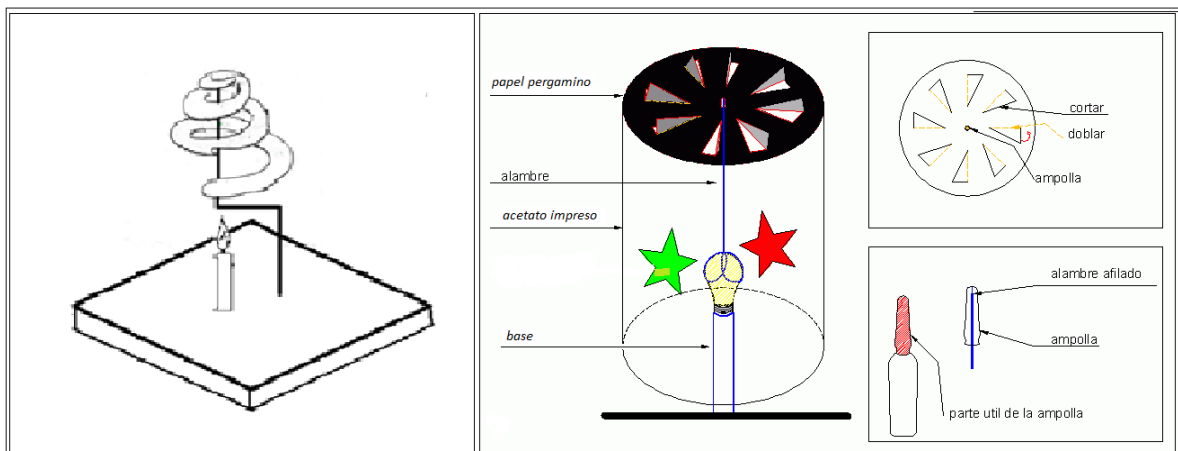
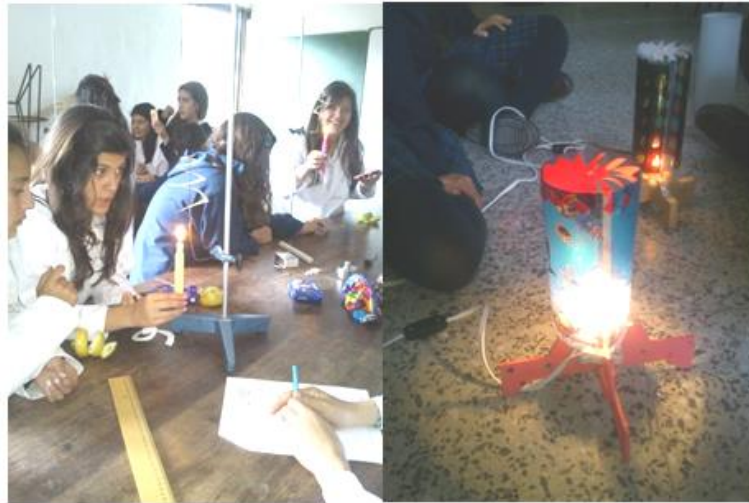


Imagen: Proceso de construcción de lamparas giratorias

Los fenómenos que involucran el movimiento y sus transformaciones no solo tienen que ver con los eventos mecánicos, también se han diseñado algunos

eventos que tienen como intención relacionar el movimiento con algunas transformaciones térmicas.

Esta segunda actividad empieza con identificar como las fuentes de calor como las velas, estufas, bombillas puede llegar a mover algunos objetos como son una espira y una lámpara. Para ello se involucró a las estudiantes en la construcción de la lámpara giratorias.

Al hacer el ejercicio de generar movimiento en la espira por medio de una vela, lo primero que las niñas se preguntaron fue ¿cuál es el medio por el que se está transmitiendo calor a la espira para que esta cantidad de calor genere un efecto de movimiento sobre ella?

Grupo 2: Al poner la vela teniendo una distancia de la fuente a la espira corta, la espira giraría relativamente rápido (una vuelta por cada dos segundos) al poner la bombilla se demoraría un poco más en calentarse es decir, que el proceso de calentar la varilla sería más lento. En la estufa sería más rápido el proceso.

Se muestra aquí que la interacción que ven las estudiantes solo se presenta por objetos visibles, por ejemplo la varilla, la vela, la espira, la estufa, la bombilla; mientras que el aire que circunda el medio, no es relevante en el proceso de transformación del movimiento de la espira o la lámpara.

A las preguntas ¿Qué crees que le sucederá a la espira al poner bajo ella una fuente de calor? ¿Qué crees que le ocurrirá a la lámpara al encender la bombilla?

Grupo 1: Se tiene un sistema que se compone de una espira y un alambre; bajo ella se coloca una vela de manera que la llama quede a una mínima distancia del alambre, al

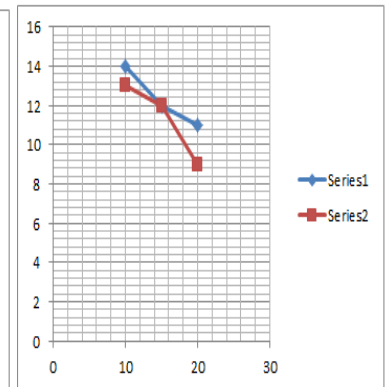
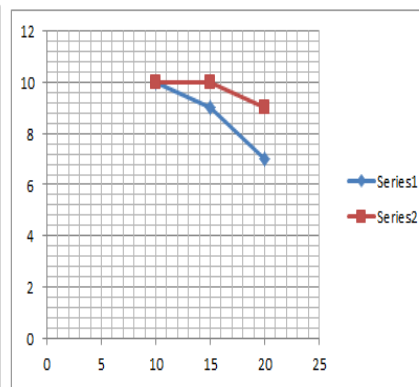
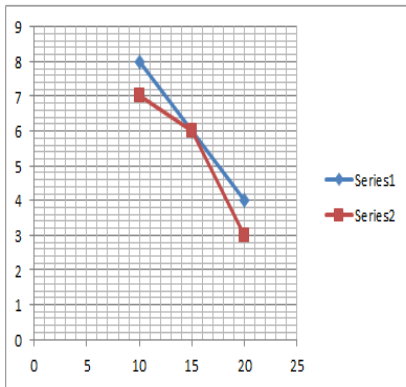
encender la vela esta hará que el aire se caliente generando movimiento (circular) y como es de suponer el aire caliente siempre quiere subir, esto lo vemos cuando por ejemplo se ve un parapente en el aire.

Se coloca una lámpara una forma de cilindro sobre la bombilla, al encender la bombilla, esta genera calor, que se transforma en movimiento del aire. En ambas situaciones se describe un proceso endotérmico ya que la energía (Q) proviene de los exteriores hacia el sistema. Además de que el Q se transforma en movimiento.

Podemos notar de los comentarios de los grupos dos cosas fundamentales, que para uno de los grupos la transferencia de energía no tiene un medio físico visible por medio del cual las niñas digan que la energía se transmite o se transforma como ocurría con las esferas y el resorte, para ellos la observación se basó más en buscar términos o conceptos que ya conocieran para poder hablar del fenómeno, e involucrar en su explicación la rigurosidad conceptual que han aprendido durante su formación escolar. y por otro lado el otro grupo ve que el medio por el cual se transmite el calor es un medio físico que hace parte de la configuración del sistema, para ellas la transformación del calor generado por las fuentes se da por medio del alambre que al ser un material conductor térmico puede hacer que el calor al llegar a la punta de la espira le dé un empujón y gire.

La forma de contabilizar la cantidad transmitida de calor de la fuente hacia la espira o la lámpara fue contando el número de vueltas que daba, tanto la espira como la lámpara, en un minuto.

	fuente vela			fuente bombilla				fuente estufa		
distancia fuente (CM)	rapidez espira	rapidez lámpara		distancia fuente	rapidez espira	rapidez lámpara		distancia fuente	rapidez espira	rapidez lámpara
10	8	7		10	10	10		10	14	13
15	6	6		15	9	10		15	12	12
20	4	3		20	7	9		20	11	9



Tablas y Gráficas giros por minuto Vs. distancia de la fuente

Las gráficas nos muestran una relación inversamente proporcional entre el número de giros y la distancia de separación entre la fuente y la espira o lámpara. Las niñas entendieron que a mayor distancia de separación podían ver menos efectos en el movimiento.

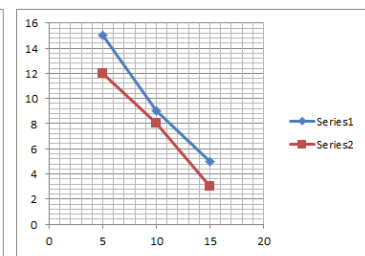
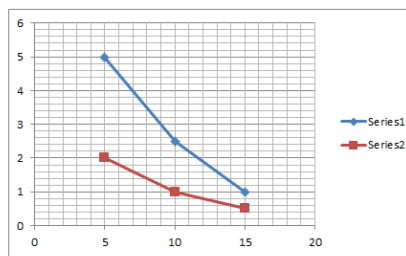
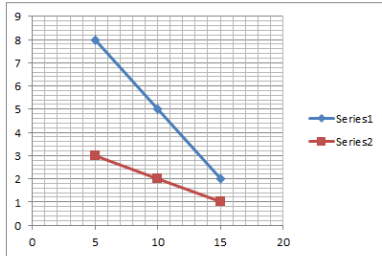
Grupo 1: algo le pasa al calor, creemos que se necesita mucho de éste para mover objetos cada vez más grandes, no es lo mismo mover la espira que la lámpara, pues la segunda pesa más, además si alejamos la fuente el calor tendrá también que aumentar, por eso se comporta mejor con menos distancia.

GRUPO 2

		fuente vela	
distancia	rapidez	rapidez	
fuelle (cm)	espira	lámpara	
5	8	3	
10	5	2	
15	2	1	

		fuente bombilla	
distancia	rapidez	rapidez	
fuelle (cm)	espira	lámpara	
5	5	2	
10	2,5	1	
15	1	0,5	

		fuente estufa	
distancia	rapidez	rapidez	
fuelle (cm)	espira	lámpara	
5	15	12	
10	9	8	
15	5	3	



Tablas y Gráficas giros por minuto Vs. distancia de la fuente

Grupo 2: encontramos que se requiera más potencial del calor para mover la lámpara que la espira, es mejor cuando prendemos la vela que la bombilla, aquí también vimos que si alejamos la fuente el calor tomará otros caminos y se perderá su efecto, como que pierde fuerza el movimiento, ya no podemos calentar la varilla de la misma forma, y el aire se lleva el calor de la fuente.

Al encender la vela, esta se calienta de una manera rápida, produciendo Q, que permite que el movimiento comience en un menor lapso de tiempo que con la bombilla; sin embargo el Q liberado por la bobilla es mayor que el liberado por la vela, logrando así que los sistemas se muevan con mayor rapidez. Pero al utilizar la estufa la velocidad de la espira y la lámpara será mayor que con la bombilla o la vela, porque esta última genera más cantidad de calor. En cuanto a la distancia, al aumentarla en cualquiera de los casos, provocaría que la velocidad con la que gira la espira y la lámpara disminuya, eso quiere decir que la distancia y la velocidad son inversamente proporcionales, a diferencia de la relación entre velocidad y calor.

Al hacer el ejercicio de buscar cómo invertir el proceso, las niñas pensaron en tomar una cubeta con hielos y ponerla encima de la espira y la lámpara,

buscando que el aire se enfriara y bajara moviendo la espira en sentido contrario al igual que la lámpara.



Grupo 1: si calentado el ambiente el aire sube y produce un movimiento en la espira de la lámpara, esperamos que al poner hielo en la parte de arriba de la lámpara, esta devuelva el proceso y la espira y la lámpara giren en sentido contrario.

Grupo 2: si una fuente caliente produce calor que se transforma en movimiento, pues una fuente fría debe hacer lo mismo pero ahora la lámpara debe girar hacia el otro lado, esperamos que el aire caliente baje al enfriarse, aunque deberíamos estar en un medio más cerrado para no perder la energía de movimiento.

Aunque ellas intentaron hacer el proceso inverso, en realidad la espira no giró, es muy difícil poder llegar a lograr este objetivo. Lo que se destaca del procedimiento es la manera de proceder frente a la situación planteada. Primero realizaron algunas inferencias que explicarían la manera en que los procesos pueden invertirse, segundo lograron hacer representaciones de diferente índole al momento de llevar a la práctica sus hipótesis y tercero pueden llegar a generar novedosas explicaciones sobre los fenómenos observados encontrando relaciones entre las diferentes magnitudes que van describiendo en el camino de la

explicación. Aquí se quiere seguir viendo las transformaciones de energías en movimiento de los cuerpos.

A manera de conclusión

Una primera reflexión que surge de estas actividades descritas anteriormente, es que el analizar el movimiento, visto como un proceso de cambio de configuración del sistema, nos lleva a considerar que no solo el espacio y el tiempo nos sirven como referencia fundamental en la definición y descripción de los estados del sistema, sino que, existen muchas más condiciones de interacción entre magnitudes que nos permiten hablar del movimiento y en éste caso de la conservación de la energía mecánica y térmica. Las primeras percepciones son muy importantes dentro del proceso descriptivo pues las formas de hablar y abordar los fenómenos planteados difieren entre los grupos, pero llegan a conclusiones similares por caminos diferentes.

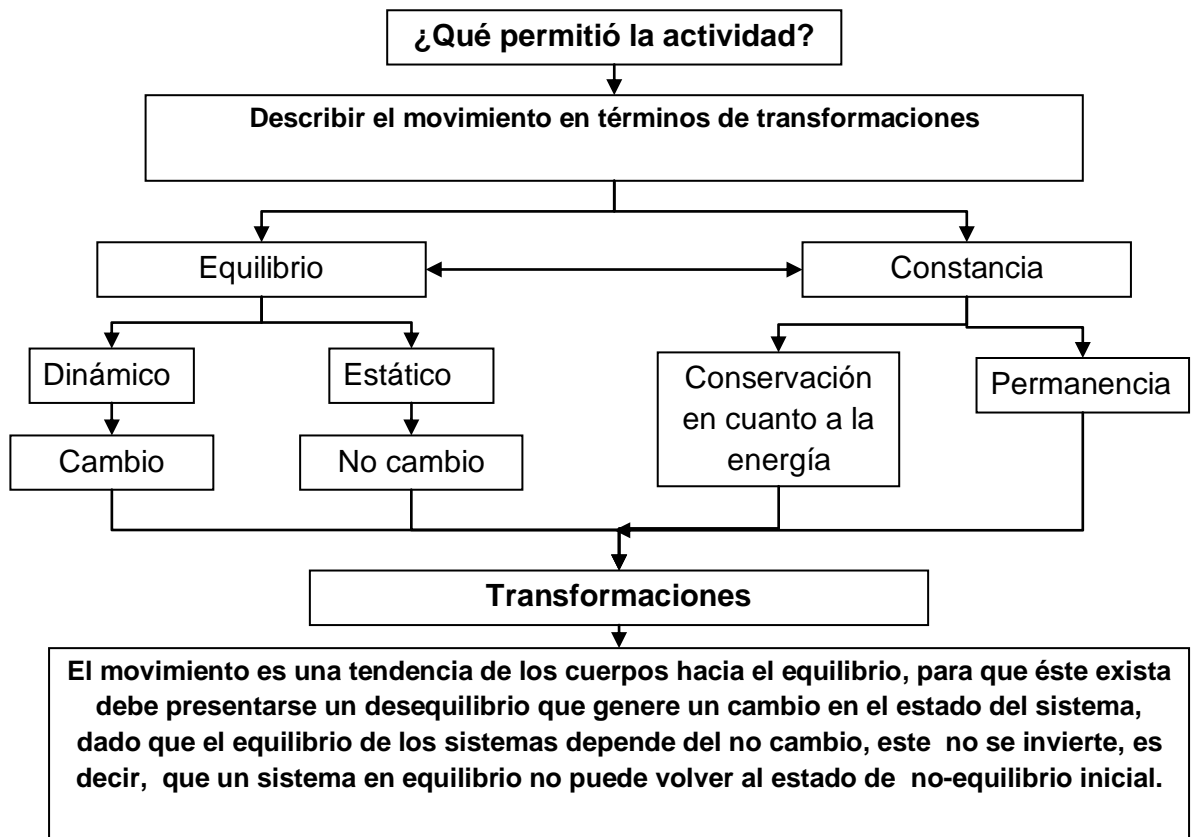


Gráfico 11: La transformación del movimiento

ACTIVIDAD 3

CALIENTE, FRIO: UN MOVIMIENTO CONTÍNUO



Del resultado de las prácticas descritas anteriormente aparece la idea de convertir el calor en movimiento y poder revertir el proceso, es decir, poder convertir el movimiento en calor, ahora presentaremos 2 actividades que nos permitieron una mejor explicación sobre la transformación de la energía mecánica en energía de calentamiento y viceversa, para ello se involucran las magnitudes termodinámicas y mecánicas presentes en la transformación y mostrada en párrafos anteriores.

La primera actividad consistía en tomar botellas vacías y poner en su boquilla un globo de caucho. Se procedía calentar en un recipiente agua hasta su punto de ebullición e introducir la botella dentro de él. Lo que se observaba después de algún tiempo era que el globo empezaba a inflarse. El segundo paso era tener un recipiente con hielo e introducir la botella con la bomba inflada dentro de este, lo que se observaba era que el globo empezaba a desinflarse.

Pero ¿cómo podríamos llegar a mover un objeto haciendo uso de éste principio? ¿Qué otras condiciones, además de la fuente fría y caliente se debían abordar?, es decir, ¿cómo podemos convertir o transformar energía térmica en energía mecánica? Es aquí donde las estudiantes entran a hacer toda una relación entre las actividades anteriores para poder dar solución a la pregunta.

Si bien, el ejercicio sólo se realizó con las botellas y las bombas de goma, lo que se pudo observar fue que las niñas empezaron a encontrar relaciones entre el movimiento del globo y el manejo de las fuentes frías o calientes

Grupo 1: es interesante ver como el vapor del agua hirviendo puede llegar a mover objetos, nosotras comparamos este fenómeno con el de la lámpara, solo que aquí nosotras si podemos ver de manera más clara el aire subiendo, lo que no pudimos hacer con el aire alrededor de las fuentes calientes que permitían mover la espira o la lámpara. Pero también comparamos el efecto del vapor interactuando con las paredes del globo, es como si ahora nuestra masa fuera el vapor de agua y el resorte fuera el globo.

Grupo 2: El vapor choca contra el globo y transforma su energía de movimiento en energía de empuje, y el equilibrio estático que tenía el globo se transforma en movimiento, es decir se sale de su quietud. Tal vez sus energías ayudan a empujar también al aire exterior.

De los comentarios de las niñas se puede decir que han empezado a encontrar una relación entre fenómenos trabajados con anterioridad (compresión del resorte y lámparas giratorias) a pesar de que las actividades tenían más o menos un mes de diferencia.

Pero no solo evidenciaron transformaciones de un sistema termodinámico a un sistema mecánico, sino que sus observaciones les permitieron encontrar algunas

magnitudes o propiedades térmicas que fueron útiles para describir el estado del fenómeno estudiado.

Grupo 1: cuando observamos por primera vez el experimento, Fátima nos hizo caer en cuenta que uno podía medir esa cantidad de movimiento del aire en el interior del frasco al observar el cambio de volumen del globo, si el agua no estaba muy caliente pues el globo tan solo subía un poco, pero en el momento en que el agua empezaba a hervir el globo se inflaba y quedaba totalmente hacia arriba.

Empiezan entonces a reconocer en la transformación algunas propiedades térmicas como la temperatura, el volumen y de nuevo relacionan su cambio con el movimiento.

Grupo 2: Al ver la interacción entre el tarro con el globo vimos como el volumen del globo empezaba a cambiar, cambio que identificamos pues ya el globo no está quieto sino que parece como si perdiera su estado de quietud. Bueno pero también encontramos que el globo se inflaba más o menos dependiendo de la fuerza con que el vapor subiera, ha y también veíamos como si cambiábamos el tamaño del globo se hacía más fácil o más difícil que se levantara y saliera de su estado de quietud.

Al identificar el estado en el que se encontraba el sistema globo tarro, ellas hacían referencia al cambio y al no cambio, también pensaban en las causas del movimiento del globo y para ello hablan de algunas propiedades termodinámicas del sistema estudiado.

Pero luego al realizar la actividad con el hielo, mostraban que era una actividad muy parecida a lo que ellas pretendían hacer con la lámpara al poner hielo en la parte de arriba para enfriar el aire y hacer que éste descendiera.

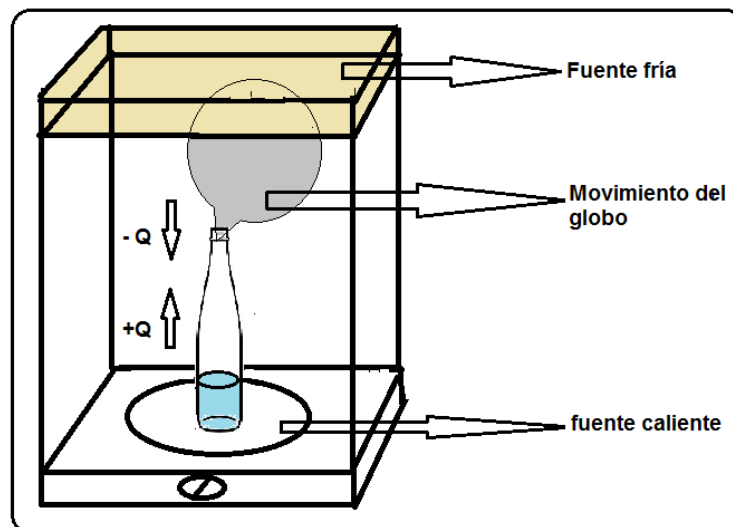
Grupo1: bueno pues si con la lámpara no nos funcionó trabajar con hielo para generar movimiento en ella, pues no creemos que ocurra ningún efecto sobre el globo, bueno pero pensándolo bien, habíamos dicho que si se pudiera encerrar la lámpara sería

posible hacer que se vieran efectos de movimiento, entonces como el aire está encerrado dentro de la botella puede ser posible el cambio.

Grupo 2: María José: es evidente que al enfriar el vapor dentro del tarro pues la fuerza que se estaba haciendo dentro contra el globo cambiará, lo que ocurrirá es que el globo se desinflará pues el vapor frío va bajando hasta quedarse en el tarro. Es decir que el volumen del globo descenderá pues el vapor perderá su energía y esta se acumulará en el fondo del tarro para otro posible movimiento.

Cuando realizamos el procedimiento el globo se desinfló muy rápido y las niñas quisieron dar sus razones sobre lo que ocurría, se habló de la fuerza, se habló del tamaño del recipiente, de la cantidad de agua caliente y la cantidad de hielo, se buscaba siempre una explicación pero ya no desde las leyes establecidas sino desde sus propias construcciones.

Al preguntarles ¿Cómo podría mantener el movimiento continuo del globo? Sus respuestas se basaron en pequeñas representaciones que les ayudaban a hablar desde sus ideas sobre dichos procesos. Algunas de estas representaciones fueron gráficas y otras intentaron hacer relaciones matemáticas.



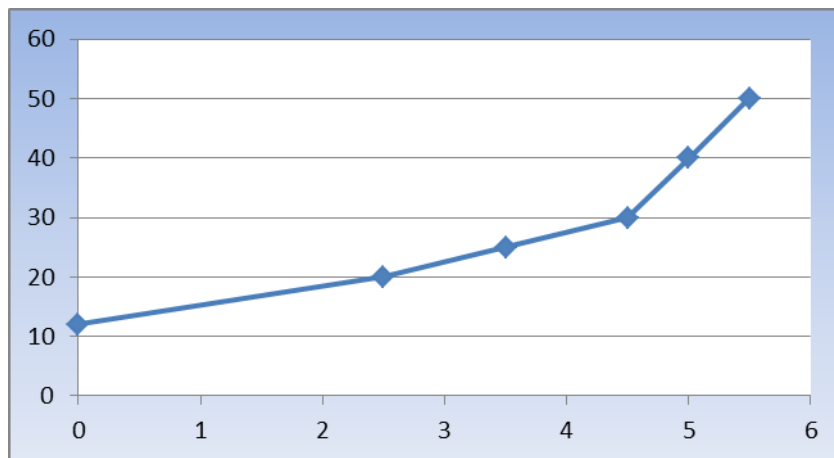
Gráfica: Representación gráfica del movimiento continuo del globo construida por el grupo 1

Grupo 1: lo que nosotras pensamos es que si se pretende que el globo suba y baje continuamente, lo que tenemos que hacer es poner tanto la fuente fría como la caliente en un mismo sistema, pero en posiciones contrarias para generar el movimiento hacia arriba y hacia abajo del globo, es decir, permitir su cambio de volumen al cambiar la temperatura de contacto del vapor dentro del sistema botella globo. El globo se saca continuamente de sus estados de quietud ya sea inflado o desinflado.

Grupo 2: Nosotras pensamos que la temperatura es muy importante dentro de la transformación porque si podemos hacer que ésta cambie constantemente pues el globo se subirá y bajará todo el tiempo, es decir, que si la temperatura aumenta el movimiento del globo será positivo (hacia arriba), pero si la temperatura disminuye el movimiento será negativo (hacia abajo). La fuerza que hace el aire empuje al globo para inflarlo aumenta al aumentar la temperatura, y si la temperatura disminuye la fuerza también disminuye.

Temperatura \propto Volumen

$$T \propto V$$



Representación gráfica Temperatura Vs. Volumen

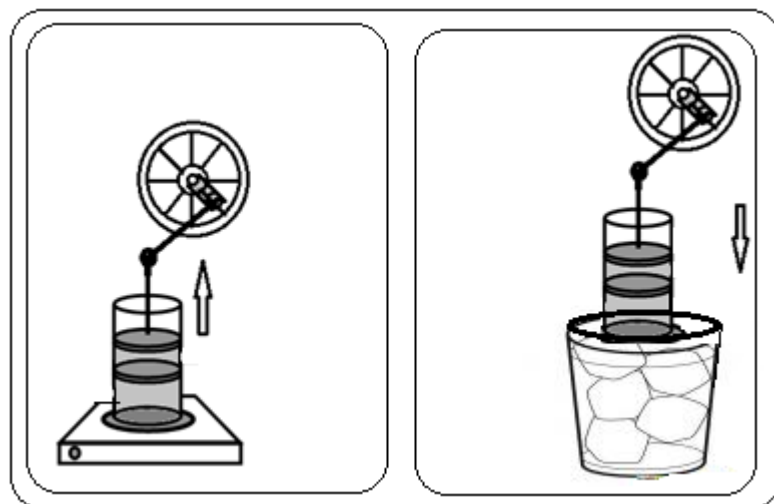
Es de destacar las diferentes formas de proceder de cada grupo, entre ellas se discutió cuáles eran las relaciones existentes entre los factores a tener en cuenta

para que el movimiento se pudiera presentar, allí se hizo uso de algunas herramientas matemáticas ya conocidas por ellas como lo es la proporcionalidad directa e inversa. Cabe aclarar que las niñas jugaban con la perilla de la estufa cambiando su temperatura mediante el movimiento de la perilla (bajo, medio, alto) y analizaron si la bomba subía más rápido o más lento.

Grupo 1: entonces aquí vemos que si ponemos algo sobre la bomba y ésta se infla puede llegar a mover o desplazar al objeto. Es decir, que toda la energía de movimiento que posee el aire dentro de la botella por el aumento de la temperatura se puede transformar en energía de desplazamiento en el exterior de la botella y nos ayudaría a transformar un efecto térmico en un efecto mecánico.

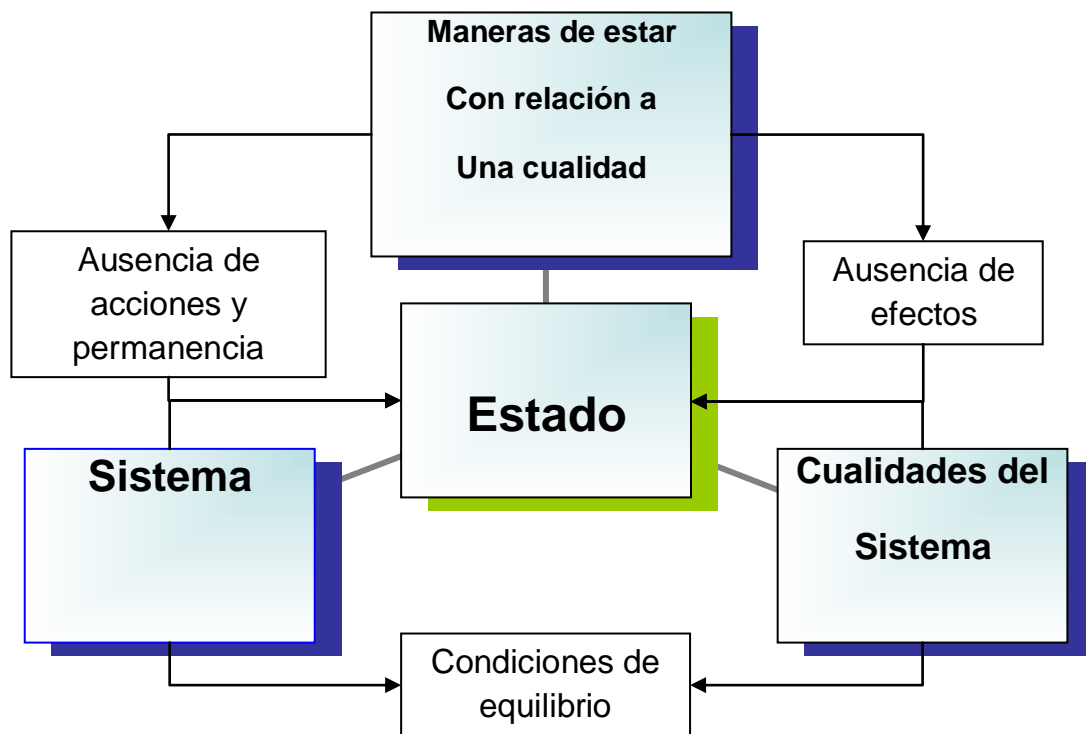
Socialización: Fátima Rocha: este tipo de explicación que hemos encontrado nos lleva a pensar en mejorar nuestra representación para aplicarla en un contexto de la vida diaria, y poder a partir de un proceso de convertibilidad del calor en una consecuencia mecánica generar movimiento de desplazamiento.

María José: yo creo que además podemos entender que muchos, en su momento, pudieron llevar estas ideas a representaciones más prácticas, tal vez con la idea que nos muestra Emilio en el dibujo de la guía.



Lo que se puede ver es que el proceso de las niñas al encontrarse con esta actividad fue mucho más interesante pues se había desarrollado una habilidad para hablar sobre lo que se observa y sobre lo que se espera, las niñas ya hacen algunas relaciones entre el fenómeno estudiado y fenómenos previamente trabajados, el trabajo ha sido mucho más enriquecedor, desde el punto de vista de la explicación y del lenguaje que se usa. Además, las niñas han empezado a realizar representaciones sobre los fenómenos estudiados, han encontrado relaciones entre cualidades de un sistema para identificar su estado de movimiento.

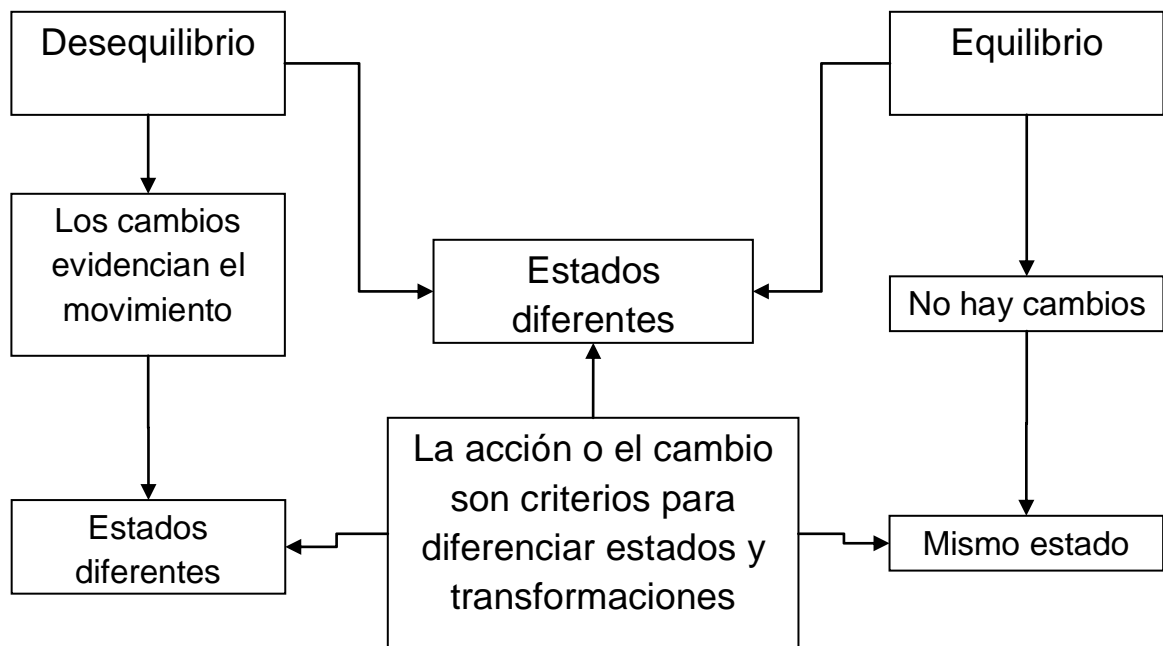
A manera de Conclusión de la actividad



La idea de estado ha sido construida por las estudiantes a partir de las condiciones de equilibrio que presenta el sistema de estudio, siendo éstas en las que el sistema no experimenta cambio alguno, y en donde la única evidencia del

cambio de estado se presenta cuando se ejercen acciones sobre el sistema, es decir, que para hablar del estado en que se encuentra una parte o todo el sistema no se requiere hacer ninguna acción sobre el sistema o evidenciar ningún efecto, con lo cual dicha idea de estado también la enuncian en relación con la constancia o permanencia de una o unas cualidades termodinámicas del estado a lo largo del tiempo.

Para que se presenten dos estados equivalentes en dos sistemas diferentes se necesita mirarlos en relación al comportamiento de una cualidad determinada y sus posibles cambios o transformaciones durante el movimiento, en el caso de la actividad de aula dicha cualidad era la temperatura.



CONSIDERACIONES FINALES

Las reflexiones que se han llevado a cabo a lo largo de este documento, se han presentado como una de las alternativas de trabajo dentro del contexto educativo de la enseñanza de las ciencias tanto en los primeros niveles escolares como en básica secundaria. Además, permite evidenciar el papel, que las teorías filosóficas y epistemológicas, han desempeñado tanto en la enseñanza de las ciencias, como en la construcción de explicaciones científicas elaboradas por expertos, este aspecto lo que permite es hacer más significativo el proceso enseñanza aprendizaje para los docentes y los estudiantes.

En este orden de ideas, se hace necesario cerrar este estudio mostrando dos aspectos importantes desarrollados a lo largo de este trabajo. En primer lugar las elaboraciones pedagógicas sobre el proceder fenomenológico que se proponen para mejorar las prácticas escolares, y en segundo lugar, evidenciar en el aula que dicho proceder fenomenológico permiten recontextualizar y mejorar la enseñanza de las ciencias.

Propuesta fenomenológica

La propuesta fenomenológica vista como un proceder dentro del camino de la enseñanza de las ciencias, ayuda a mejorar los procesos educativos y permite despertar el espíritu indagador y argumentativo en los estudiantes.

Además, esto implica varias cosas; primero que todo, destacar que la conciencia de cada uno de los individuos involucrados en el proceso deja de ser esa especie de recipiente que espera ser afectada por los objetos, por el contrario se

espera que la conciencia cobre un dinamismo que la lleva a constituir el fenómeno, es decir, la conciencia fenomenológica es netamente constitutiva, es una conciencia que a través de sus vivencias va aprehendiendo objetos, de modo que en el acto de aparecer, o sea, en la vivencia misma, se viven una serie de sensaciones que a su vez son aprehendidas por la conciencia. Es así como la conciencia hace aparecer el fenómeno y el sujeto lo representa de tal forma que el sujeto vive el objeto y lo comprende asumiéndolo como su propio fenómeno.

Otro aspecto importante y complementario al anterior es que la conciencia no es un acto psíquico, ni se compone de contenidos reales, ella se compone de múltiples representaciones que se dan en los actos de percibir, juzgar, imaginar, recordar, hablar, relacionar entre otros que se manifiestan ante nosotros .

Esto implica que la conciencia mantiene una correlación con el mundo, pues si existe el acto de percibir es porque existe el objeto percibido, al acto de juzgar le corresponde el juicio requerido. Esta referencia de la conciencia al mundo se conoce como intención¹. De modo que se habla de la conciencia como conciencia *intencional*.

Entonces, la fenomenología abre posibilidades de conocer y estudiar los procesos de interacción y de reconocimiento mutuo entre fenómeno y sujeto, importantes en el proceso mismo de construcción de representaciones que los estudiantes hacen del fenómeno. Es importante ver que el otro “yo” y el sujeto hacen parte de una conciencia que da cuenta del fenómeno dependiendo de las experiencias mismas que los sujetos tengan.

Fenomenología en el Aula

La simple exposición de información generalmente no logra que los estudiantes la transformen en conocimiento. Tal como se ha señalado en los capítulos que constituyen este documento, en la enseñanza de las ciencias no se corresponde que a mayor información presentada por parte de los docentes el conocimiento de los estudiantes aumente, por el contrario muchas veces ocurre lo contrario.

Una de las fallas en la actual motivación de los estudiantes por aprender ciencias, bien podría encontrarse fundamentada en fallas de comunicación entre docentes y estudiantes: los docentes queremos enseñar algo que los estudiantes no están motivados a aprender; agregado a esto, utilizamos una cantidad de lenguajes¹ para ellos faltos de significación; y además dentro de éstos lenguajes involucramos que la información ya está establecida cerrada e inmodificable.

La idea de presentar la propuesta desde la fenomenología, es presentar experiencias que puedan ser explicadas por nuestros estudiantes desde sus percepciones, conocimiento cotidiano, su creatividad, su intuición y su imaginación. Luego, una gran parte de sus propuestas tendrán una correspondencia construidas desde sus representaciones percibidas de cada fenómeno presente en el acto educativo.

Se hace evidente que se da prioridad a la representación como herramienta fundamental dentro del proceder fenomenológico, desde ésta propuesta se entiende la representación como la identificación de elementos presentes en el fenómeno que se presentan relacionados o independientes entre sí. El reconocimiento de patrones o regularidades dentro del fenómeno observado, adquiere sentido tanto para el

estudiante como para el maestro, lo cual se constituye en un sistema dentro del cual se presentan relaciones entre las diferentes partes del fenómeno en interacción que son manejables y que permiten entender la situación de estudio.

Cuando ponemos a los estudiantes frente a diferentes fenómenos o situaciones cercanas a su experiencia sensible y cotidiana, por un lado se revierte su apatía hacia las clases de ciencias, pues ellos tienen incorporado un modelo de ciencia de tipo causal, determinista, mecanicista, y en la cual ya está todo dicho.

Ellos creen que hay un método para investigar o para “descubrir al objeto” y que es muy lejano a sus posibilidades; que los objetos del mundo de vida son así y no existe posibilidad alguna de experimentar con ellos; que ellos no pueden inventar porque las explicaciones científicas son realidades externas y verdaderas; que el lenguaje en las ciencias es incomprensible y no usa analogías ni metáforas; y que ellos no podrían opinar o decir algo que a ellos les parece sobre un fenómeno, todo esto porque la ciencia se dice ser objetiva y totalmente racional.

Por otro lado, desde el uso de la fenomenología en la educación científica, se está formando en los estudiantes capacidades cognitivas, comunicacionales y actitudinales.

A lo largo de los capítulos de este texto se intentó construir una visión de ciencia diferente, y se mostró que si es posible hacer un proceso de enseñanza aprendizaje diferente, donde los estudiantes son protagonistas activos. No se pretende que ellos descubran el conocimiento científico, sino que puedan representar los fenómenos dentro de sus capacidades y conocimientos, basados en sus percepciones y en la forma particular que tienen cada uno de los sujetos para ver, describir, hablar y representar el mundo.

REFERENCIAS

- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1978). Educational Psychology: A Cognitive View (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston
- Bech, Josep M., (2001). De Husserl a Heidegger: la transformación del pensamiento fenomenológico., Edicions Universitat Barcelona
- Boltzmann, L., Escritos De Mecánica Y Termodinámica, Alianza Editorial, Madrid 1986.
- Bonilla, E., Más allá del dilema de los métodos, La investigación en ciencias sociales., Editorial Norma. Bogotá Colombia.
- Bunge, M. (1985). *La investigación científica*. España: Ariel.
- Carnot, S., (1987). Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego. Instituto Politécnico Nacional.
- COLCIENCIAS, (2007). Lineamientos pedagógicos del programa Ondas. Bogotá Colombia.
- Chamizo, J. (2009). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, 1, 26-41.
- Duhem, P., (2003). La teoría física su objeto y su estructura. Editorial Herder., Barcelona.

- Escudero, J., Edmund Husserl (2011). La idea de la fenomenología, Editorial Herder, Barcelona.
- Flórez, I, & Gómez, A., (2012). Construcción de explicaciones desde la experiencia, Tesis de maestría. Universidad Pedagógica Nacional.
- Galagovsky, L. (2011). Didáctica de las Ciencias Naturales. El caso de los modelos científicos. Lugar Editorial, Buenos Aires.
- Gilbert, S. (1991). Model building and a definition of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 1, 73-79.
- Giordan, A. (1995). De las concepciones de los niños a un modelo de aprendizaje alostérico.
- Harrison, A. y Treagust, D. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22, 9, 1011-1026.
- Helmholtz, H. Von. (1879). The Facts of Perception.
- Hertz, H., (1956). The Principles of Mechanics Presented in a New Form, Nueva York: Dover
- Husserl, E., (1986), Ideas relativas a una fenomenología pura y a una filosofía fenomenológica. Ed. FCE, México.
- lafrancesco, G, (2004). La evaluación integral y de los aprendizajes desde la perspectiva de una escuela transformadora. Cooperativa Editorial Magisterio. Bogotá

- Islas, S. y Pesa, M. (2003). ¿Qué rol asignan los profesores de física de nivel medio a los modelos científicos y a las actividades de modelado? *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, 57-66.
- Klimovvsky, G. & Boido, G., (2005). Las desventuras del conocimiento matemático, A-Z, Buenos Aires.
- Malagón, F., Ayala, M.M & Sandoval, S., (2012). Construcción de Fenomenologías y Procesos de Formalización. Un sentido para la enseñanza de las ciencias.
- Méndez, C., (2005). Metodología diseño y desarrollo del proceso de investigación. Mc Graw Hill, Bogotá Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. Ley General de Educación. Ley 115 de febrero 8 de 1994.
- Lombardi, O. (1998). "La Noción de Modelo en Ciencias", Educación en Ciencias, Vol. II, N° 4, pp. 5-13.
- Ministerio de Educación Nacional (1998). Lineamientos Curriculares En Ciencias y educación ambiental. Bogotá Colombia.
- Perez, J., (2007). La termodinámica de Carnot a Clausius. Conferencia. Universidad de la Laguna.
- Perilla, E., (2007). Recorriendo diferentes senderos: del equilibrio al no equilibrio. Universidad Pedagógica Nacional, Tesis Especialización en docencia de las ciencias para nivel básico. Bogotá, Colombia.

Pozo, J.I., (1997). Teorías cognitivas del aprendizaje. Enfoques para la enseñanza de la ciencia, Capítulo 8., Editorial Morata, Madrid (España).

Raviolo, A., (2009). Modelos, analogías y metáforas en la enseñanza de la química. *Educación Química*, 20, 1, 55-60.

Rius De Riepen, M., Castro, M.,(2003) Calor Y Movimiento, La Ciencia Para Todos No. 85.

Sandoval, S., (2008). La Comprensión y Construcción Fenomenológica: Una Perspectiva desde la Formación de Maestros de Ciencias, Universidad Pedagógica Nacional, Maestría en Educación.

Suárez, E., (2007). Variedad Infinita: Ciencia y representación un enfoque histórico y filosófico. Limusa Noriega Editores. Mexico.

Stepanenko, P., (2004). Revista Digital Universitaria. El problema de las representaciones subjetivas en Kant. Universidad Nacional Autónoma de México.

Tippens, P., (2011). Física, conceptos y aplicaciones. Mac Graw Hill. Mexico.

Vélez, D., (2006). Modelos teóricos y representación del conocimiento. Madrid, España

FUENTES CONSULTADAS

Ayala, M.M, Malagón, F., & Guerrero, G., (1998). Elementos para introducir el concepto de energía mecánica sin recurrir al concepto de trabajo., Didáctica propuestas y experiencias.

Ayala, M.M, Romero, A. Y Malagón, F., Gómez, M., (1998). La Convertibilidad De Los Fenómenos Y La Conservación De La Energía., En Pre-Impresos No. 5.

Ayala, M.M, Romero, A. Y Malagón, F., (1998). La Temperatura, La Comparación De Estados De Equilibrio Térmico Y La Construcción Del Termómetro, En Pre-Impresos No.6.

Andoni I, & Mormann, T. (2007) Las teorías científicas como relaciones interventivas. editorial Limusa

Chaparro, C., Y Otros. (1996). Introducción A La Física De Procesos Desde Una Perspectiva Fenomenológica, Editorial Fuego Azul, Bogotá.

Maldonado, C.,(2005). Termodinámica Y Complejidad. Una Introducción Para Las Ciencias Sociales Y Humanas, Universidad Externado De Colombia.

Módulos De Química. (2006) Fenomenología De La Transformación De Las Sustancias. Especialización En Docencia De Las Ciencias Para El Nivel Básico.

Módulo De Tópicos De Física (2007). Organización De Los Fenómenos Térmicos. Especialización En Docencia De Las Ciencias Para El Nivel Básico.

Ley 39 del 26 de octubre de 1903.

Planck, M, (2000). Autobiografía Científica Y Últimos Escritos; Edición Española, Nivola Libros y Ediciones.

Prigogine, I., (2001) El Fin De Las Certidumbres, Taurus Editores.

Prigogine, I., Stengers I. (1994), La Nueva Alianza Metamorfosis De La Ciencia; Alianza Universidad.

ANEXOS

ANEXO 1

Cognitivo: Desarrollar en las estudiantes habilidades que les permitan estructurar un pensamiento científico, generando así una mirada integral del mundo natural con la que explique el funcionamiento de los sistemas de su entorno.

Socio-afectivo: Fomentar en las estudiantes su proceso de desarrollo humano integral, que le permita la regulación de sí misma y de sus relaciones con la sociedad y la naturaleza.

GRADO: SÉPTIMO

ASIGNATURA: FISICOQUÍMICA

OBJETIVO GENERAL:

- Comprender y aplicar teorías y leyes del área a partir de sus puntos de convergencia y divergencia con el fin de llegar a una conclusión sobre la dinámica de su entorno.
- Reconocer la importancia de los seres vivos y los recursos naturales del entorno generando estrategias para cuidarlos, teniendo en cuenta los principios de autonomía y honestidad de la institución.

PREGUNTA GENERATIVA:

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	UNIDADES DIDÁCTICAS	EJES CENTRALES
<p>Analizar y sintetizar teorías y leyes del área que les permitan predecir situaciones y eventos del mundo natural.</p> <p>Reconocer su función como individuo que interactúa con el medio ambiente y poner en práctica las estrategias propuestas para el cuidado de su entorno.</p> <p>Adoptar los principios de honestidad y autonomía en todos los aspectos del desarrollo de su personalidad, adquiriendo una posición crítica frente a diferentes situaciones en el colegio y fuera de él.</p>	<p>Maquinas Térmicas: Calor y Movimiento</p> <p>A flotar a flotar que el mundo se va a inundar</p> <p>Entre aviones, aves y cometas</p>	<p>La rama de la ciencia más usada en la vida cotidiana es la termodinámica, por eso es importante saber de ella y sus aplicaciones.</p> <p>Para que un barco flote no necesita estar hecho de un material menos denso que el agua.</p> <p>Para que un avión o un ave puedan volar, es necesario trabajar con la dinámica de fluidos.</p>
<p>Elaborado por: Luis Emilio Perilla Triana</p>	<p>Fecha de elaboración: 27 / 01 /2013</p>	<p>Fecha y sello de recibido:</p>

OBJETIVOS DEL ÁREA		
<p>Cognitivo: Desarrollar en las estudiantes habilidades que les permitan estructurar un pensamiento científico, generando así una mirada integral del mundo natural con la que explique el funcionamiento de los sistemas de su entorno.</p> <p>Socio-afectivo: Fomentar en las estudiantes su proceso de desarrollo humano integral, que le permita la regulación de sí misma y de sus relaciones con la sociedad y la naturaleza.</p>		
GRADO: DÉCIMO		ASIGNATURA: FÍSICA
<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicar las implicaciones de los modelos biológicos, químicos y físicos en procesos de desarrollo tecnológico que permiten mejorar su calidad de vida. • Reconocer la importancia de los seres vivos y los recursos naturales del entorno generando estrategias para cuidarlos, teniendo en cuenta los principios de autonomía y honestidad de la institución. 		
PREGUNTA GENERATIVA:		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	UNIDADES DIDÁCTICAS	EJES CENTRALES
<p>Argumentar lógicamente y pertinentemente las teorías y leyes científicas que sustentan los procesos de desarrollo científico y tecnológico que impactan su mundo natural.</p> <p>Reconocer su función como individuo que interactúa con el medio ambiente y poner en práctica las estrategias propuestas para el cuidado de su entorno.</p> <p>Adoptar los principios de honestidad y autonomía en todos los aspectos del desarrollo de su personalidad, adquiriendo una posición crítica frente a diferentes situaciones en el colegio y fuera de él.</p>	<p>Calor y movimiento: Las Máquinas térmicas</p> <p>Movimiento circular</p> <p>El sonido: Armonías Musicales</p> <p>Cómo vemos y qué vemos</p>	<p>Existen múltiples eventos cotidianos frente a los cuales es posible plantear una explicación desde la termodinámica clásica, también existen eventos físicos que no se comportan de la manera que todos esperaríamos según nuestra experiencia o nuestros conocimientos previos.</p> <p>La rueda, Peraltes, hélices, fuerza centrípeta, velocidad angular y tangencial</p> <p>Para que haya sonido, tiene que haber un emisor que vibre, un medio de propagación y un receptor que reciba e interprete la señal.</p> <p>Los lentes, los espejos y sus propiedades son característicos del ojo y sus enfermedades.</p>
Elaborado por: Luis Emilio Perilla Triana	Fecha de elaboración: 27 / 01 /2013	Fecha y sello de recibido:

ANEXO 2
COLEGIO CARDENAL PACELLI

UNIDAD DIDÁCTICA

MOVIMIENTO Y CALOR

NOMBRES:

FECHA:

OBJETIVO

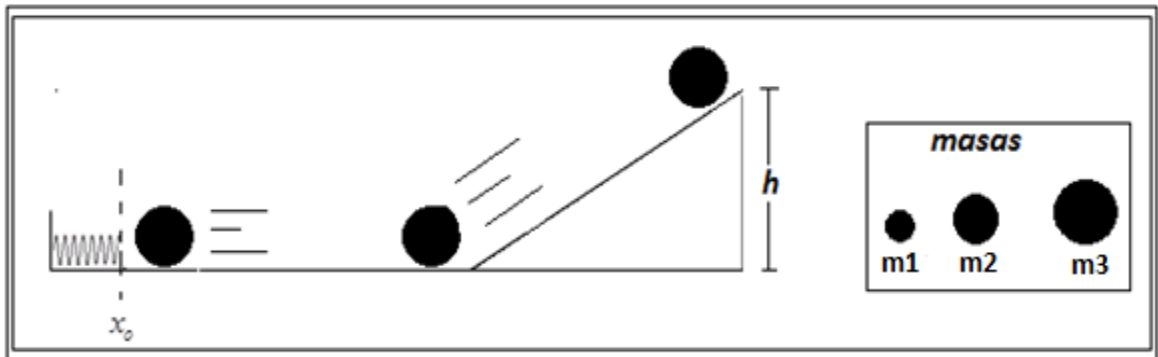
- Que las estudiantes reconozcan fenómenos que se relacionan con el movimiento de los cuerpos.
- Que las estudiantes generen explicaciones acerca de la convertibilidad de los fenómenos físicos desde su experiencia sensible.

INTRODUCCIÓN

Al organizar experiencias desde el trabajo con fenómenos sensibles que los sujetos han establecido desde su relación con el mundo que los rodea, se generan explicaciones desde lo que cada uno de los sujetos percibe sobre los mismos y se hacen descripciones donde se plantean diferentes formas de hablar, pero lo más importante es que lo que se describe está en términos de organizaciones e interrelaciones entre fenómenos. El concepto que entonces surge es el de convertibilidad.

ACTIVIDAD 1: RESORTE Y MOVIMIENTO

Considere la siguiente situación:

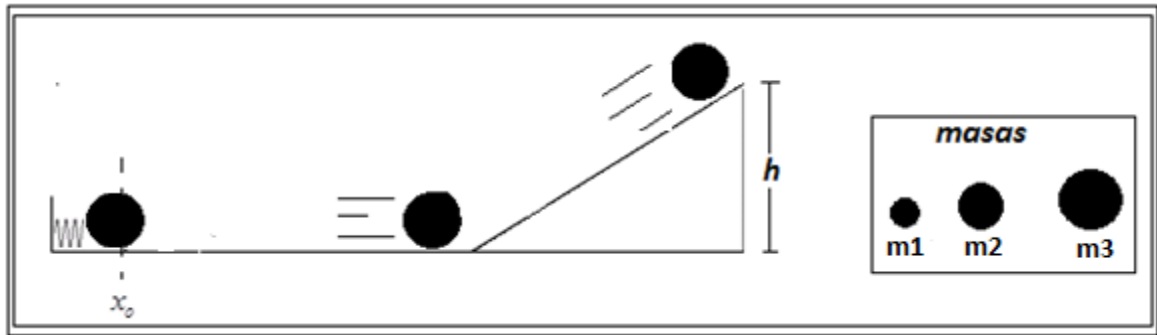


1. Explica la situación presentada en la gráfica. ¿Qué crees que le sucederá al resorte al ser golpeado por la esfera?
2. ¿Cómo se relaciona la altura con la compresión del resorte?
3. ¿Qué entienden por movimiento? ¿bajo qué criterios hablan de movimiento?
4. Realice junto con sus compañeras el montaje de la gráfica.
5. A continuación escoja algunas masas de diferentes magnitudes (a su elección) con las cuales realizará la experiencia propuesta.
6. Con ayudas tecnológicas (cámaras, iPod, Tablet) tome un registro de lo que ocurre con el resorte.

Altura (cm)	Masa (g)	Compresión (cm) $(x_f - x_o)$	¿Qué transformaciones evidenciaron durante la observación del fenómeno?
	m 1		

	m 2		
	m 3		
	m 1		
	m 2		
	m 3		
	m 1		
	m 2		
	m 3		
	m 1		
	m 2		
	m 3		
	m 1		
	m 2		
	m 3		

7. Realice el ejercicio en sentido inverso

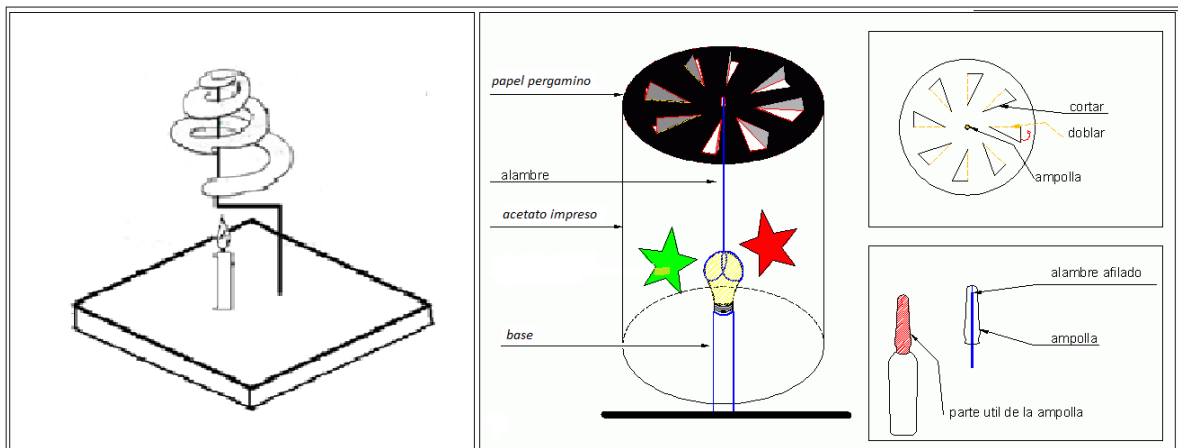


Compresión (cm) $(x_f - x_o)$	Masa (g)	Altura (cm)	¿Qué transformaciones evidenciaron durante la observación del fenómeno?
	m 1		
	m 2		
	m 3		
	m 1		
	m 2		
	m 3		
	m 1		
	m 2		
	m 3		
	m 1		
	m 2		

	m 3		
	m 1		
	m 2		
	m 3		

8. ¿Qué relación encuentra entre la compresión del resorte y el movimiento de la esfera?
9. ¿En qué se transforma el movimiento de la esfera al interactuar con el resorte?
10. Establece algún tipo de criterios de ordenación o comparación donde sea posible relacionar el movimiento de la esfera con la compresión del resorte.

ACTIVIDAD 2: LÁMPARAS GIRATORIAS



1. Explica la situación presentada en la gráfica. ¿Qué crees que le sucederá a la espira al poner bajo ella una fuente de calor? ¿Qué crees que le ocurrirá a la lámpara al encender la bombilla?
2. Realice junto con sus compañeras las 2 experiencias presentes en la gráfica.

3. A continuación cambie las fuentes (vela, bombilla, estufa) y observe que cambios experimenta tanto de la espira como de la lámpara; varíe las distancias de la fuente a la espira y lámpara. ¿qué observa?
4. Con ayudas tecnológicas (cámaras, iPod, Tablet) tome un registro de lo que ocurre con cada una de las experiencias planteadas y registre los datos en la siguiente tabla.

Fuente de calor	Distancia entre la fuente y la espira	Distancia entre la fuente y la lámpara	Rapidez de los giros		¿Qué transformaciones evidenciaron durante la observación del fenómeno?
			Espira	Lámpara	
Vela					
Bombilla					
Estufa					

5. ¿Qué relación encuentra entre el calor y el movimiento de la espira o lámpara?
6. ¿En qué se transforma el calor al interactuar con la espira y la lámpara?

7. Establece algún tipo de criterios de ordenación o comparación donde sea posible relacionar el movimiento de la espira y la lámpara con la cantidad de calor suministrada desde la fuente.
8. ¿Cómo podrían pensar el proceso inverso? ¿en qué casos puede el movimiento generar calor?

Preguntas generales

9. ¿Qué relación encuentra entre las situaciones presentadas?
10. ¿Qué cualidades le permiten hablar de estos fenómenos?
11. ¿Qué entiende por transformación?
12. ¿Cómo usaría lo trabajado en esta unidad didáctica para proponer cambios diferentes a los planteados en ésta unidad?
13. Diseñe un mecanismo que le permita convertir la compresión del resorte en luz. O la caída de un cuerpo en energía.
14. Qué pueden concluir respecto a la convertibilidad de los fenómenos.
15. ¿Cómo haría para medir las equivalencias existentes en los diferentes fenómenos planteados?

ANEXO 3
COLEGIO CARDENAL PACELLI
UNIDAD DIDÁCTICA
MOVIMIENTO Y CALOR

NOMBRES: _____

FECHA: _____

OBJETIVO

- Que las estudiantes reconozcan fenómenos que se relacionan con el movimiento de los cuerpos.
- Que las estudiantes generen explicaciones acerca de la convertibilidad de los fenómenos físicos desde su experiencia sensible.

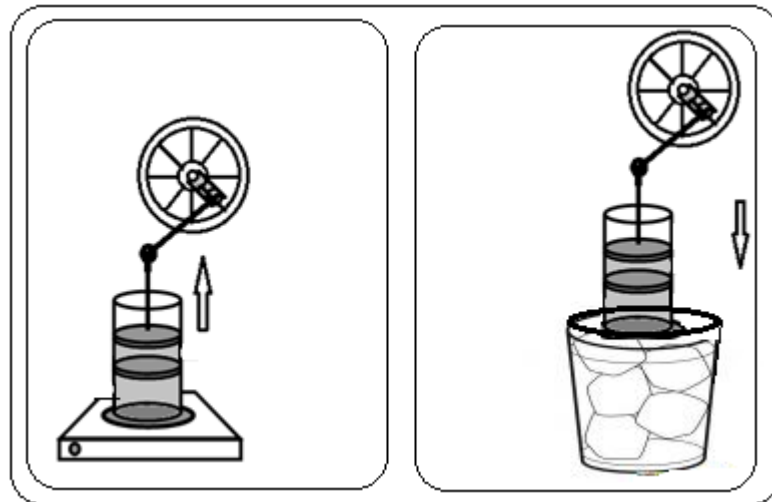
INTRODUCCIÓN

Al organizar experiencias desde el trabajo con fenómenos sensibles que los sujetos han establecido desde su relación con el mundo que los rodea, se generan explicaciones desde lo que cada uno de los sujetos percibe sobre los mismos y se hacen descripciones donde se plantean diferentes formas de hablar, pero lo más importante es que lo que se describe está en términos de organizaciones e interrelaciones entre fenómenos. El concepto que entonces surge es el de convertibilidad.

ACTIVIDAD 3: CALIENTE, FRIO: UN MOVIMIENTO CONTÍNUO

Materiales:

Un globo
Una botella
Un recipiente con hielo
Un recipiente con agua en ebullición.
Una estufa



11. Explica la situación presentada en la gráfica.
12. Explique ¿qué movimiento se genera aquí?
13. ¿Qué crees que le sucederá al globo al poner la botella en contacto con el agua en ebullición?
14. ¿Qué crees que le sucederá al globo al poner la botella en contacto con el recipiente con hielo?
15. ¿Cómo se relaciona el calor con el movimiento del globo?
16. Con ayudas tecnológicas (cámaras, iPod, Tablet) tome un registro de lo que ocurre con el globo al pasar de una fuente fría a una fuente caliente.
17. ¿Cómo podría mantener el movimiento continuo del globo?
18. ¿En qué se transforma el movimiento del globo al interactuar con las fuentes calientes y frías?
19. Establece algún tipo de criterios de ordenación o comparación donde sea posible relacionar el movimiento del globo con la cantidad de calor suministrada.

ACTIVIDAD 4: LIJANDO Y CALENTANDO

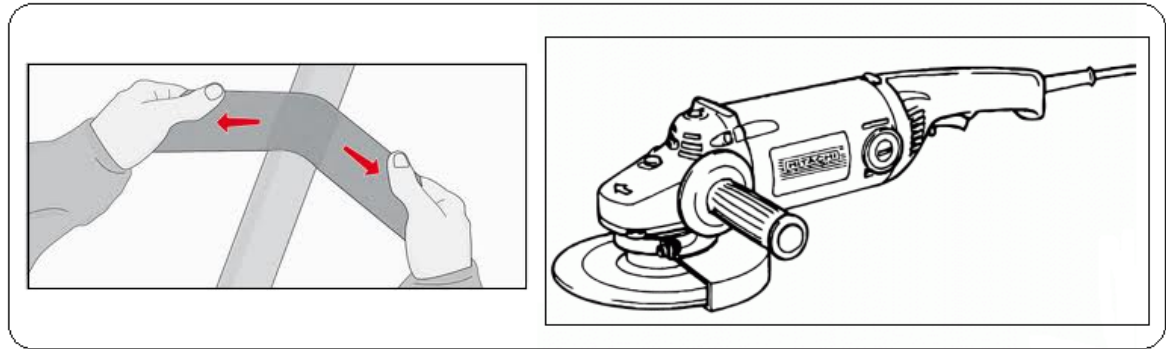
Materiales:

Una lija para metales

Una barra metálica

Una pulidora

Un termómetro de precisión



16. Explica la situación presentada en la gráfica. ¿Qué crees que le sucederá al metal al lijarlo muchas veces?
17. Con ayudas tecnológicas (cámaras, iPod, Tablet) tome un registro de lo que ocurre con cada una de las experiencias planteadas.
18. ¿Qué relación encuentras entre el calor y el movimiento para ésta experiencia?
19. ¿En qué se transforma movimiento de la lija al interactuar con el metal?
20. Establece algún tipo de criterios de ordenación o comparación donde sea posible relacionar el movimiento de la lija (ya sea manual o con la pulidora) y la temperatura del metal.

Preguntas generales

21. ¿Qué relación encuentra entre las dos situaciones presentadas?
22. Qué pueden concluir respecto a la convertibilidad de los fenómenos.