



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

El Concepto de Energía como una analogía con la Literatura Científica -LC-

Trabajo presentado para optar al título de Licenciado(a) en Matemáticas y Física

Luz Dary Ortega Sánchez

Email: luzdaortegaz@gmail.com

John Freddy Zapata López

Email: johnfreddyzl@gmail.com

Luis Edgar Hernández Arias

Email: lhernandez1903@gmail.com

Asesora:

CLARA CECILIA RIVERA ESCOBAR

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES

LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

MEDELLÍN

2018



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mi madre Luz Amparo Sánchez por estar ahí, por creer en mí y apoyarme en los momentos más difíciles y a mis hijos Carlos Daniel Moncada y José Federico Moncada porque con él quiero enseñarles que se puede luchar por los sueños.

Luz Dary

Dedico este trabajo a Dios primeramente por permitirme llegar hasta este punto, a mi esposa Adriana por haberme apoyado en todo momento, por su constante motivación para no abandonar el camino y su apoyo incondicional en mi proceso de formación, a mis hijos Lucas y Maressa por estar ahí para mí. A mis asesores por su apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos. ¡Gracias a ustedes!

John Freddy

Este trabajo lo dedico a Dios que ha sido, es y será fuente eterna de inspiración y sin Él no hubiese sido posible lograrlo, a mi esposa Diana Hoyos y a mis hijos Edwar Hernández y Marlon Hernández por su apoyo incondicional, a nuestra asesora de tesis la cual fue nuestro punto de apoyo.

Luis Edgar



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

Agradecimientos

A Dios por permitirnos llegar a estas instancias, a nuestras familias por su generosidad y apoyo incondicional para con nosotros, a los y las compañeros(as) por permitirnos aprender de ellos y con ellos, a nuestros(as) profesores(as) por aportarnos a nuestra formación como profesionales y a nuestros asesores y asesora Clara Cecilia Rivera Escobar por su paciencia para guiarnos por el buen camino para la culminación de nuestro proyecto de grado.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Educación

Resumen. La presente investigación pretende mejorar la construcción del concepto de energía por parte de los docentes en formación, a partir del uso de la Literatura Científica. Desde la revisión bibliográfica y el diagnóstico se encontraron dos falencias fundamentales: la primera que los estudiantes expresan la energía y sus conceptos fundamentales en términos algebraicos, pero se les dificulta usarlos para resolver problemas y la segunda que la mayoría asocian la energía a los objetos y no a los sistemas. Se propone entonces una estrategia de enseñanza-aprendizaje que permita a los maestros reflexionar acerca de sus ideas alternativas, mediante literatura con experimentos mentales y analogías, y así edificar nociones más correctas en sintonía con lo expresado por la comunidad científica.

Abstract. The present research aims to improve the construction of the concept of energy by teachers in training, based on the use of scientific literature. From the bibliographic review and the diagnosis, two fundamental flaws were found: the first that teacher's express energy and its fundamental concepts in algebraic terms but find it difficult to use them to solve problems and the second that most associate energy with objects and not to systems. It is then proposed a teaching-learning strategy that allows teachers to reflect on their alternative ideas, through literature with mental experiments and analogies, and thus build more correct notions in line with what is expressed by the scientific community.

Palabras Claves: Energía, Literatura Científica (LC), Experiencia Estética, Sistemas y Principio de Conservación de la Energía (PCE)



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Educación

Tabla de contenidos

CAPÍTULO I: DISEÑO TEÓRICO	1
1.1. LECTURA DE CONTEXTO	1
1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.4. JUSTIFICACIÓN	11
1.5. OBJETIVOS	18
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.	18
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	18
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL	19
2.1. MARCO CONTEXTUAL	19
2.2. MARCO LEGAL	22
2.3. MARCO TEÓRICO	25
2.3.1. COMPONENTE DISCIPLINAR	26
2.3.2. COMPONENTE DIDÁCTICO	36
2.3.3. LITERATURA CIENTÍFICA, ANALOGÍA Y EXPERIMENTOS MENTALES	40
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO	47
3.1. EXPLICACIÓN DEL DISEÑO METODOLÓGICO	47



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Educación

3.1.1.	FASE 1. DECONSTRUCCIÓN (CARACTERIZACIONES INICIALES Y PRUEBA DIAGNÓSTICA)	47
3.1.2.	FASE 2. RECONSTRUCCIÓN-INTERVENCIÓN	49
3.1.2.1.	Plan de clase uno: Interactuando con la energía.	49
3.1.2.2.	Plan de clase dos: Creando con la energía.	50
3.1.2.3.	Plan de clase tres: Energías sostenibles.	51
3.1.3.	FASE 3. EVALUACIÓN	53
3.1.4.	CATEGORÍAS DE ANÁLISIS	54
3.1.4.1.	Afectación.	54
3.1.4.2.	Comparación o contraste.	55
3.1.4.3.	Exploración.	55
3.1.4.4.	Hallazgo.	55
3.1.4.5.	Creatividad.	55
3.1.4.6.	Experimentos Físicos.	55
3.1.4.7.	Observación.	55
3.1.4.8.	Categorización.	56
3.1.4.9.	Indagación.	56
3.1.4.10.	Reconocimiento.	56
3.1.4.11.	Validación.	56
3.1.4.12.	Argumentación.	56
3.1.4.13.	Parafraseo y diagramas.	56
3.1.4.14.	Explicaciones.	57
3.1.4.15.	Razonamiento.	57



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Educación

3.1.4.16.	Pasajes con argumentos complejos.	57
3.1.4.17.	Experimentación mental.	57
3.1.4.18.	Recrear.	57
3.1.4.19.	Caracterizar.	57
3.1.4.20.	Inferir.	58
3.1.4.21.	Representar.	58
3.1.4.22.	Proponer.	58
3.1.4.23.	Abstracción.	58
3.1.4.24.	Asociación.	58
3.1.4.25.	Generalizar.	58
3.1.4.26.	Construir.	58
3.1.4.27.	Clasificar.	59
3.1.4.28.	Aislar.	59
3.1.4.29.	Reflexión.	59
3.1.4.30.	Contrastar.	59
3.1.4.31.	Reconocer.	59
3.1.4.32.	Distinguir.	59
3.1.4.33.	Participar.	59
3.1.4.34.	Formular.	59
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS		60



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Educación

4.1. DESDE LA PRUEBA DIAGNÓSTICA	60
4.2. ANÁLISIS DE LOS PLANES DE CLASE	61
4.2.1. DESDE EL PLAN DE CLASE 1: INTERACTUANDO CON LA ENERGÍA.	63
4.2.2. DESDE EL PLAN DE CLASE 2: CREANDO CON LA ENERGÍA.	66
4.2.3. DESDE EL PLAN DE CLASE 3: ENERGÍAS SOSTENIBLES.	71
<u>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	<u>77</u>
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>79</u>
<u>ANEXOS</u>	<u>82</u>

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Consentimiento Informado	111
Anexo 2: Caracterización de los Docentes	113
Anexo 3: Caracterización de los Estudiantes	114
Anexo 4: Prueba Diagnóstica	115
Anexo 5: Plan de Clases 1	118
Anexo 6: Plan de Clases 2	122
Anexo 7: Plan de Clases 3	125
Anexo 8: Caracterización respuesta Docente	129
Anexo 9: Caracterización respuesta Estudiantes	130



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Educación

Anexo 10: Respuesta estudiantes prueba diagnóstica	136
Anexo 11: Respuesta estudiantes a plan de clase 1	139
Anexo 12: Respuesta estudiantes a plan de clase 2	145
Anexo 13 Respuesta estudiantes a plan de clase 3	148
Anexo 14: Respuesta estudiantes a coevaluación	154
Anexo 15: Consentimiento informado: Diligenciado	155



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Educación

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Analogías en Cinemática	55
Tabla 2: Categorías de análisis a la prueba diagnóstica	65
Tabla 3: Análisis de los gráficos de la prueba diagnóstica	69
Tabla 4: Respuesta del plan de clase 1 momento 1	70
Tabla 5: Respuesta del plan de clase 1 momento 2	71
Tabla 6: Respuesta del plan de clase 1 momento 3	71
Tabla 7: Respuesta del plan de clase 1 momento 4	72
Tabla 8: Respuesta del plan de clase 1 momento 4	73
Tabla 9: Análisis de resultados al plan de clases 1	75
Tabla 10: Análisis de resultados de las categorías de evaluación plan de clases 1	76
Tabla 11: Respuesta plan de clases 2 momento 2 cuentos elaborados por estudiantes	79
Tabla 12: Análisis de los resultados desde las categorías de evaluación plan 2	83
Tabla 13: Respuestas de los estudiantes plan de clases 3 momento 1	85
Tabla 14: Respuestas de los estudiantes plan de clases 3 momento 2	87
Tabla 15: Respuestas de los estudiantes plan de clases 3 momento 3	88
Tabla 16: Análisis de los resultados desde las categorías de la evaluación plan 3	88
Tabla 17: Respuestas a coevaluación de metodología y mediación de LC	91
Tabla 18: Autoevaluación y coevaluación de los estudiantes	91



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura 1: Componentes del concepto de Energía	39
Figura 2: Respuestas a la prueba diagnóstica	68
Figura 3: Ilustraciones de cuentos elaborados en el curso de Integración	
Didáctica Ven el plan de clases 2 momento 3	81



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Educación

Introducción

El presente trabajo trata sobre una alternativa para abordar el concepto de energía en el curso de Integración Didáctica V (Didáctica de la Enseñanza de la Física), del programa de Licenciatura en Matemáticas y física de la Universidad de Antioquia. Dadas las dificultades para comprender dicho concepto, las ideas alternativas presentes en los estudiantes, profesores y libros de texto de acuerdo con los antecedentes consultados Doménech, et al, (2013); Michinel, et al, (1994); Feynman, (1963) entre otros.

El concepto se ha presentado de manera mecánica y es por esto que a pesar que los estudiantes logran acertar operativamente frente a situaciones que se les plantean en los diferentes cursos de física; a la hora de pedirles que definan el concepto con sus propias palabras, así como otros relacionados con el mismo como calor y trabajo, se evidencia que su dificultad esta en interpretar el significado de dichas fórmulas más allá de saberlas.

Es entonces cuando se plantea la necesidad de abordar tal situación desde otra perspectiva, de esta manera es la LC una herramienta que acerca dichos conocimientos como una experiencia estética a los estudiantes; no para facilitarles la tarea sino para consolidar la apropiación de conocimientos, rescatando los experimentos mentales de diversos autores científicos como Maxwell (1872) y Feynman (1963); el pensamiento analógico como proceso movilizador a la abstracción y conceptualización de los conceptos en física, en particular la energía.



Se propone una estrategia didáctica con enfoque cualitativo, crítico e interpretativo inmersa en la metodología Investigación Acción Educativa Restrepo, (2002) que reúne tres fases: Deconstrucción de las ideas alternativas que se evidencian en instrumentos como: encuestas, observación de clase y prueba diagnóstica, a partir de la cual se diseña una secuencia didáctica para implementar en la segunda fase Constructiva que ayude a fortalecer la apropiación del conocimiento a partir de un cambio conceptual consciente de los estudiantes; esta fase comprende tres planes de clase y participación activa en el aula por parte de los estudiantes investigadores en donde se hace lectura de la literatura propuesta por él y la docente orientadores del curso, en “clave” energía y una permanente evaluación formativa y participativa, pues los estudiantes son partícipes desde el inicio de los saberes que han de alcanzar.

La fase evaluadora donde se pone de manifiesto los avances y el cambio dado desde un inicio hasta un estado actual, se recupera información sistematizándola en unas categorías de evaluación y finalmente se realiza una auto y coevaluación con los estudiantes cuyo mayor logro es la reflexión sobre la urgencia de hacer buen uso del lenguaje en física, de los obstáculos conceptuales que representan las ideas alternativas tanto en la vida académica, como en la cotidianidad y que la Literatura Científica al requerir de un análisis y de una redacción ayudan a motivar la adquisición de ideas cercanas a las de la comunidad Científica para dar argumentos de valor sin que por ello se dé una idea de ciencia acabada.



Capítulo I: Diseño Teórico

1.1.Lectura de contexto

La Universidad con su sede principal o Ciudadela Universitaria, está ubicada en el Departamento de Antioquia, Ciudad de Medellín, Comuna 4, Barrio Sevilla, específicamente en la Calle 67 No. 53 - 108, de acuerdo con la norma que la rige, puede establecer seccionales y dependencias en cualquier lugar del territorio nacional, y crear o formar parte de corporaciones, fundaciones y otras. Es así como al día de hoy la Universidad cuenta con seis seccionales en las subregiones de Urabá, Bajo Cauca, Magdalena Medio, Suroeste, Oriente y Occidente; cuatro sedes municipales ubicadas en Amalfi, Yarumal, Sonsón y Distrito Minero Segovia-Remedios; así como dos convenios vigentes con los municipios de Envigado.

En la ciudad universitaria, al comienzo de la plazoleta Barrientos, entrando por la calle Barranquilla a mano izquierda, se encuentra el bloque nueve, lugar donde se forman de manera integral, los futuros docentes, es la facultad de Educación la cual funciona como tal desde 1953. Nuestra facultad, actualmente cuenta con cinco departamentos: Pedagogía, Educación avanzada, Educación Infantil, Enseñanza de las Ciencias y de las Artes y Extensión y Medios. Un centro de investigaciones educativas y pedagógicas – CIEP.

El departamento de las ciencias y de las artes está encargado de administrar cinco programas de Licenciatura (Lic.) en modalidades presencial, semipresencial y programas regionalizados. Cada una de las licenciaturas cuenta con un coordinador, dos secretarías, diez auxiliares administrativos y siete monitores. Las licenciaturas que administra dicho departamento son: Lic. en Educación Básica con énfasis en Matemáticas, Lic. en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Lic. en Educación



Básica con énfasis en Ciencias Sociales; Lic. en Educación Básica con énfasis en humanidades y Lengua Castellana, Lic. en Matemáticas y Física. Esta última tiene como Misión:

La formación integral de maestros de matemáticas y física, con una sólida fundamentación disciplinar y meta disciplinar, sensibles y conocedores de los problemas de los contextos a los cuales dirige su quehacer docente y capaces de liderar procesos pedagógicos y didácticos en el campo de la educación matemática y la educación en física. (Facultad de Educación, 2011)

Y como Visión: Hacia el 2016:

Generar un ambiente formativo e investigativo que permita consolidarse como referente de formación de los maestros del área de matemáticas y física para la región y el país, como un espacio de reflexión crítica e interlocución permanente de las diversas dimensiones relativas a la apropiación cultural de las ciencias y las matemáticas. (Facultad de Educación, 2011)

Este programa recibe en el 2014 la actualización de acreditación de calidad, a partir 2010 entra en vigencia la versión dos con un total de 181 créditos, en la actualidad se está revisando el pensum. Siempre en la búsqueda de “un proyecto de programa acorde que apunte a los retos de la educación científica y acorde con los nuevos lineamientos para la formación de maestros del siglo XXI” (Facultad de Educación, 2011). El programa tiene su fundamentación en lo Disciplinar, Pedagógico y Didáctico. El Disciplinar, a su vez está compuesto por dos núcleos: núcleo de matemáticas y núcleo física.

1 8 0 3

El núcleo de física tiene como propósito fundamental, la formación integral de los futuros licenciados, a través de la articulación de los campos disciplinar, didáctico y pedagógico, integrándolos en lugar de segmentarlos, pues no se puede ver por aparte el



saber pedagógico del saber científico, ya que el primero ayuda a la apropiación del segundo, además se privilegia la producción de saberes.

Dada la importancia de este trabajo en el área de la física, procederemos a caracterizar un poco dicha área en el programa, teniendo en cuenta que en el núcleo de Física encontramos varios cursos, con contenidos relacionados con la energía. El programa de Licenciatura en Matemáticas y Física, está orientado a la formación y capacitación de nuevos profesionales, tanto en lo académico como en lo pedagógico, buscando que adquieran las capacidades profesionales de articular estos aspectos en su quehacer profesional. Es en la enseñanza de la Física, en donde el profesional debe tener una formación idónea que le permita interrelacionar la disciplina con la pedagogía, y estar en condiciones para construir de una manera pedagógica el conocimiento científico que la física exige.

La formación de un docente de la educación de la Física, debe estar enfocada a proveerle la capacidad de hacer de su práctica profesional, un lugar para la investigación y la solución de problemas, asimismo que pueda contribuir con su quehacer pedagógico en la apropiación de nuevos conocimientos a través de su ejercicio profesional.

De acuerdo a los lineamientos de la formación del docente de Física, la Universidad hace énfasis en generar condiciones adecuadas para que los maestros en formación estén en capacidad de desarrollar competencias que les permitan formular problemas y explicaciones en torno al mundo físico y a su quehacer como docente de Física, de acuerdo al contexto en el cual se desempeñe, asimismo a proponer y elaborar propuestas para la enseñanza-aprendizaje de la Física, utilizando para ello los diversos enfoques didácticos



con la adecuada utilización de apoyos tecnológicos que posibiliten la aplicabilidad de la Física en el aula de clase.

Como etapa final de su formación los futuros docentes de la Lic. en Matemáticas y Física se enfrentan al reto de implementar lo aprendido en la carrera para llevarlo al aula de clase siendo acompañado por personas idóneas que la facultad brinda dentro de unas líneas de acción, con el fin de llevar el proceso de investigación a buen término. En este proceso formativo en particular, la intervención se hace en el curso de Integración Didáctica V (2016-2), el cual es un curso de Didáctica de la Física en donde “Así mismo, se busca adelantar reflexiones sobre el sentido pedagógico del saber disciplinar en el contexto de la enseñanza”. Cuenta con estudiantes entre el V y VII semestre y lo dicta el profesor Tarcilo Torres Valois, coordinador de la Licenciatura en Matemáticas y Física. En la primera etapa correspondiente a la fase deconstructiva se realiza observaciones de clase, caracterización de estudiantes y prueba diagnóstica a un grupo de 11 personas (7 hombres y 4 mujeres), con edades promedio de 21 años y una persona de 32 años, pertenecientes a los estratos 2, 4 y 5. Proviene de hogares cuyos padres en su mayoría, solo alcanzaron estudios primarios, manifiestan estar a gusto en su pregrado, en su semestre inmediatamente anterior obtuvieron resultados en el área de Física entre bajo, medio y alto.

Sobre la comprensión lectora consideran en su mayoría tener un nivel básico, mientras que el nivel de comprensión matemático lo consideran alto. Entre las razones más representativas que los impulsan a leer, consideran las siguientes: Por cumplir con las tareas, porque les ayuda a imaginar situaciones nuevas y aprender más y algunos pocos porque les divierte leer. Dentro del grupo se encontró una persona aficionada a la lectura, que alcanzo a leer 15 libros el año anterior sin embargo la mayoría leyó uno. Los tipos de lectura que llama la atención a los estudiantes son la ciencia ficción, Historia y Misterio. Al 63% de los participantes en la investigación gustan de la lectura en general.



En la parte constructiva y evaluativa de la investigación donde se implementa la secuencia didáctica compuesta por tres planes de clase, se contó con la participación de 15 personas, del curso Integración Didáctica V (2017-1), (7 mujeres y 8 hombres) pertenecientes a estratos 2 y 3, y cursando entre los niveles V y VIII, y promedio de edad de 23 años, respecto a la comprensión lectora, en su mayoría expresaron tener un nivel básico, mientras que el nivel de comprensión matemático lo consideran medio. Manifestaron tener un gusto por la lectura en general, entendiéndola como un elemento importante para la comprensión matemática, pero que no la han utilizado para tal fin hasta ese momento. La población participa de manera propositiva en las actividades de la investigación.

De manera simultánea, se participa en el grupo CLEO cuyo objetivo es: contribuir al fortalecimiento académico de las prácticas de Lectura, Escritura y Oralidad (LEO) en la Universidad y en la comunidad en general, allí la tarea consistía en hacer un acompañamiento a estudiantes inscritos en el Plan de Fomento a la Calidad, en la apuesta por la permanencia apoyando desde el componente matemático de dicho grupo. A los talleres llegan estudiantes de diferentes unidades académicas como Filosofía, Astronomía, Literatura y Lengua Castellana, con edades entre 17 y 35 años, desde su primer semestre hasta la etapa de finalización, con expectativas diversas dándose la oportunidad de implementar los talleres que componen la secuencia didáctica adecuados de acuerdo a los participantes, estos buscan entender los enunciados; hablar de ciencias, sin sentirse mal por no manejar fórmulas ni teorías muy fundamentadas en sus conocimientos, sin que con ello se esté especulando.

1.2. Antecedentes de la investigación



Diversas investigaciones en la enseñanza de las ciencias arrojan resultados referentes a las dificultades acerca de la comprensión del concepto de energía y la aplicación del principio de conservación de la misma en el análisis de fenómenos físicos Pacca, (2004). También se encuentran dificultades en la enseñanza de conceptos como el mencionado anteriormente por parte del docente y su respectiva construcción científica en el aula y no menos grave la presencia de ideas alternativas en los libros de texto

Cuando se habla de energía, es útil preguntarnos e indagar la procedencia de la misma, es decir la fuente que faculta a los cuerpos a realizar una acción, producir cambios o transformaciones en el ambiente, analizar cuáles son los agentes o responsables del movimiento de los mismos, y mirar la capacidad de un cuerpo de contener energía y transmitirla a otro.

Estudios históricos de Kuhn (1959), Elkana (1976) y otros muestran que el concepto de energía emergió en la física, a mediados del siglo XIX, cuando varias personas, en las diversas áreas del conocimiento, observaron que en las “conversiones” existía algo que, al transformarse, se conservaba. El concepto de energía su mayor expresión con el teorema de la conservación, su transformación y la respectiva interpretación en diversos fenómenos físicos uno o varios sistemas. A través de la historia el concepto ha ido sufriendo transformaciones y es así como se puede considerar la epistemología de la ciencia como literatura rica para el estudio del concepto de energía y dentro de ella se recomienda el énfasis en los diversos experimentos mentales ideados por científicos como James Clark Maxwell y los de Richard Philip Feynman en su obra *Lecturas de Física* publicada originalmente en 1964, entre otros; para intentar explicar los fenómenos de la naturaleza.



Investigadores en la enseñanza de las ciencias como: Doménech, (2013) hablan sobre la superficialidad en la enseñanza del concepto de energía como una causa del limitado aprendizaje alcanzado por los estudiantes de bachillerato, confluyendo en la mayoría de los casos en la necesidad de abordar el estudio de la energía desde el análisis de sistemas, así mismo Domínguez (2010) plantean una propuesta para negociar significados acerca del concepto de energía.

Para generar esta negociación, partiendo del hecho que los estudiantes operan bien datos y fórmulas pero el problema radica en dar interpretación y sentido a todo su trabajo. Se emprende la búsqueda para lograr que los argumentos de los estudiantes logren dar cuenta de una claridad conceptual y apropiación de los conocimientos para su posterior uso en el mundo de la vida.

En este sentido se encuentran trabajos valiosos como el de Georges Gamow que realiza un acercamiento al estudio de la termodinámica basado en la paradoja de Maxwell, realizando una recontextualización y adaptación con su personaje, el señor Tompkins y propuestas como la de Enseñar física y química con ideas quijotescas (Franco, 2009). Estos dos últimos usan los textos como pretexto Además de tesis de grados de compañeros de la Facultad como estrategias didácticas diseñadas para la enseñanza de las ciencias mediadas por la LC: Gómez, et al, (2016). Diseñan la propuesta: La Literatura Científica como mediación didáctica en la búsqueda de sentido de las leyes del movimiento. Experimentos mentales con Literatura Científica para la comprensión del concepto de campo: una estrategia didáctica Barrera et al, (2016)

Sin embargo no hallamos estrategia alguna que tome la Literatura Científica como mediadora para la enseñanza del concepto de energía y más aún que se centren en la construcción de conocimiento en el aula desde la escritura del propio proceso y es de aquí de donde parte nuestra propuesta, tomando a ejemplo las cartas a una princesa alemana, de Leonard Euler, un genio matemático de Basilea que durante un periodo de tiempo, daba clases a una mujer de la realeza utilizando un lenguaje menos formal que las matemáticas



para explicarle medidas, magnitudes y fenómenos físicos y también, utilizando analogías como las utilizadas por Feynman (1969) en libro Lecciones de Física.

Se hace necesario abordar nuevas metodologías que rompan con las tradicionales, en las cuales el estudiante interactúa con el docente para la construcción de conceptos de las ciencias físicas, basados en planes de clase diseñados con énfasis en la Literatura Científica. El estudiante hace uso de su creatividad, donde puede recrear la literatura propuesta o literatura de su autoría. Todos los conceptos como condición sustancial deben estar inmersos en fragmentos literarios y a partir de estos se generan preguntas cuya meta es la creación y comprensión del concepto.

1.3. Planteamiento del problema

En todos los cursos de Física del programa de la Licenciatura en matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia se habla de energía pero se le da un tratamiento mecánico, se calcula sin que con ello se profundice dándose por hecho que se ha alcanzado a comprender lo que con dichos cálculos se obtuvo, y aún en el caso de comprender, con tal conocimiento, una vez presentado las evaluaciones parciales y aprobando los cursos no se trasciende a la etapa de saber qué hacer con dicho conocimiento, pues parecería que esa energía tratada en un curso como Física del movimiento estuviera alejada de la vista en Campos, Termodinámica, Relatividad o Cuántica y mucho más lejos de la vida misma, cuando en realidad es el concepto mediante el cual podríamos amalgamar el modelo estándar y entender la evolución que sufren las teorías científicas y formas de razonar la ciencia para interpretar el universo a pesar que apenas nos hayamos acercado a él apenas un cinco por ciento según lo expresa Instituto teórico de Física de España.



El sincretismo entre lenguaje científico y el cotidiano más que informar, termina por complicar aún más la situación según lo revelan diversas investigaciones desde la didáctica y la pedagogía como se describe el panorama en los Antecedentes, aparte de la convivencia de lenguajes propios de teorías de antiguo como el calórico que aunque avanza en un momento dado de la historia para encontrar el calor latente y el calor específico, promovía el calor como un fluido que poseían los cuerpos, lo cual fue falseado por las observaciones de Rumford (1798, p. 70), citado por Zambrano (2000) pero que en el lenguaje actual no logran ser superados, dando a entender como que los objetos pudieran contener el calor, lo cual debería haberse superado al igual que el considerarse el mismo concepto como una forma de energía, idea de la época de Joule.

Con el trabajo y la energía aparecen las complicaciones respecto al uso de estos términos, pues para el común de la gente los significados de trabajo están asociados a empleo, ocupación, actividad física; mientras en la Física su significado tiende a confundirse con una forma de energía y energía se suele definir en los libros de texto de secundaria y universitarios como la capacidad de realizar trabajo, lo cual es impreciso e incompleto ya que se estaría incurriendo en el error de descartar que un cuerpo en reposo posea energía. Además ambos con el calor tienen las mismas unidades de medida, el Joule

A lo anterior se suma que los cursos del núcleo de física se suele calcular energía pero no se hace énfasis en la conceptualización más allá de los exámenes, pese a la riqueza presente en los experimentos mentales que se pudieran abordar en los mismos como los elaborados por Einstein, Planck, Huygens, Heidelberg.

Es en termodinámica en donde se aprecian más aplicaciones de la energía y a través de la historia tenemos casi que una revolución por cada avance del conocimiento de la energía, como se dijo antes se conceptualiza en el siglo XIX, pero su uso aparece desde tiempo remoto y su conocimiento ha detentado poder. Por ejemplo, en la antigüedad,



cuando el hombre encuentra el fuego, trata de proveerse de medios que le proporcionen ese medio de bienestar que lo protege del frío y depredadores, tala árboles pasando a la edad media se suministra el carbón, pero con el vapor producido por este aprovecha para crear máquinas que le ayudan en sus labores y desplazamientos, la demanda de suministros va en aumento y es así como se comienzan a buscar otros elementos capaces de traducir fuerzas en movimiento además de diversos dispositivos que ayuden a mover el mundo, con la costumbre de los residuos fósiles aparecen vehículos, cuando encuentra la forma de aprovechar un salto enorme de aguas para hacer mover un generador que le provea de energía eléctrica y casi todo emulando la naturaleza pues para nadie es un secreto que el sol es nuestra principal fuente de energía. Sin embargo, ahora se habla de crisis energética que a veces se refieren a cosas muy distintas de la degradación de la energía.

Este bache conceptual se evidencia en la prueba diagnóstica aplicada al grupo Integración Didáctica V (Anexo 3 Caracterización de estudiantes), los cuales en promedio van en el sexto nivel del pregrado con edad promedio de 23 años, de los cuales el 63% son hombres y el resto mujeres al inicio de esta aspiración a investigar sobre las estructuras que tienen los estudiantes sobre el concepto de energía, la cual arrojó resultados como que a una pregunta donde se les pide definir los conceptos de energía, trabajo y calor, los estudiantes en su mayoría respondieron a la energía con la definición de la conservación de la energía con argumentos como “energía no se crea ni se destruye, sólo se conserva/transforma”, otros aseveraron como aquella propiedad de ocasionar un cambio. Lo cual evidencia que los conocimientos se han interiorizado de manera parcial.

En el apartado dos se les pide realizar el análisis dimensional de energía cinética y de trabajo donde la mayoría de los estudiantes realiza correctamente el análisis dimensional de la energía cinética y trabajo también dan respuesta adecuada, aunque algunos estudiantes al describir sus unidades llegan hasta fuerza sin continuar. Al pedirles analizar un sistema



de una masa situada a una altura determinada de (10m), que se deja libre a partir del reposo, sobre una rampa curva lisa. Al pie de la rampa se instala un resorte de constante determinada ($k=400 \text{ N/m}$) y como opción calcular la deformación del resorte, respondieron.

Identifican entre dos y tres puntos críticos. Argumentan que al ser liberada la masa va adquiriendo movimiento, es decir energía cinética. Que luego deforma el resorte y adquiriendo energía elástica potencial. Uno solo realiza el ejercicio. De las respuestas dadas a este punto se deduce que los estudiantes no delimitan los sistemas a estudiar, atribuyen las propiedades a los objetos y no tienen claro el sistema de referencia.

En la pregunta sobre comprensión textual, algunos estudiantes logran identificar la conservación de la energía como una constante, que se puede ver como una analogía de esta con el número de bloque del personaje del texto de Feynman (1963). Hubo estudiantes que no encontraron relación alguna entre la lectura y la ley de “la conservación de la energía”. Mientras unos estudiantes identificaron dos o tres sistemas en la lectura, la gran mayoría ve uno o ninguno.

Finalmente, a la pregunta de las formas de energía que conocen, pidiéndoles además que incluyeran fórmulas y gráficos como posibilidades, encontramos que la forma de energía más cercana a ellos es la energía cinética, seguida de la potencial gravitacional y la energía potencial elástica. Dos hicieron gráficos y uno incluye energía eléctrica, eólica, la luz.

1 8 0 3

A partir de la prueba diagnóstica realizada a los estudiantes Integración Didáctica V de la Licenciatura en Matemáticas y Física, de la Facultad de Educación de la Universidad



de Antioquia, se puede concluir que la mayoría de ellos adquieren el conocimiento de forma mecánica por lo que este no logra trascender como herramienta facilitadora de la transformación de este con su experiencia “No se trata, por tanto, de repetir discursos, sino de construir relaciones entre las cosas y las ideas que partan de la experiencia con el mundo” (Farina, 2005, p. 124).

Pese a todo el conocimiento que tenemos de los ciclos vitales que dependen de la energía y como estudiantes de Licenciatura en matemáticas y física, notamos la necesidad de diseñar una estrategia didáctica que permita la construcción del concepto de energía, donde la Literatura Científica sea el punto más relevante del constructo de cualquier concepto de las ciencias físicas. En consecuencia, planteamos esta pregunta de investigación: ¿Cómo lograr que los estudiantes del curso de Integración Didáctica V de la Licenciatura en Matemáticas y Física, de la Universidad de Antioquia comprendan el concepto de energía en relación con el pensamiento analógico y la Literatura Científica?

1.4. Justificación

Hablar de ciencia y literatura, posiblemente no sea un tema novedoso, dado que novelas como las de Julio Verne escritas entre 1863 y 1874, hacen parte de uno de los primeros intentos de la literatura por abordar temas científicos y por despertar el interés por la ciencia, a través de los relatos literarios. De igual manera, se considera que los relatos de Julio Verne pertenecen a una clase de literatura de divulgación científica; ya que sus novelas están llenas de saber científico, develado a través de los relatos de los Viajes Extraordinarios. Asimismo, en el siglo XIX, en 1905 con la teoría de la relatividad de Albert Einstein, reaparece un nuevo tipo de literatura de divulgación Científica que de alguna manera posibilita la forma de que la ciencia y la literatura se entrelacen en un mismo contexto.



Es a raíz de la relación ciencia-literatura, que nace la presente idea de investigación, la cual pretende encontrar la forma de utilizar la literatura como recurso didáctico en la enseñanza de la física, en particular en la enseñanza del tema de la energía, buscando que tanto los docentes como los estudiantes del área, estén en capacidad de abordar la temática desde una perspectiva literaria, y que esto les permita obtener un conocimiento más amplio y profundo desde la misma vivencia.

Se considera entonces importante abordar la energía a través de sus variadas connotaciones y de acuerdo al contexto desde lo tecnológico, lo académico, lo social, natural y ambiental, entre otros, buscando la forma de acercar el concepto de energía desde la literatura existente.

Es claro que la energía cumple un papel esencial en la vida de los seres vivos y en la sociedad, aunque la mayor parte del tiempo no se le reconoce dicha importancia, ni se llega a una conceptualización plena y unificada de su significado. Acerca de la energía, se podría afirmar que, sin ésta, no sería posible la vida y seguramente, no existirían en la actualidad elementos como: la iluminación, los medios de transporte y la comunicación, entre otros y además, tampoco se dispondría de alimentos, que en la actualidad son posibles a través de procesos que requieren de la energía para su producción.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que la importancia del estudio de la energía y la necesidad de buscar fuentes alternativas que posibiliten el uso adecuado y racional de la misma, obedece más a un tema de carácter social, y ético, que conlleva a la sociedad en general, a conocer sus procesos, de tal manera que se traduzca en un uso adecuado y una disminución del abuso. Como soporte de esta investigación tenemos el postulado que afirma que: “Toda enseñanza debe provenir de cuestiones que la Sociedad



propone para que se estudien en la Institución (legitimidad cultural o social)” (Bosch et al., 2006).

Asimismo, considerando la importancia de la investigación tenemos un segundo postulado: “Dicha investigación debe conducir a alguna parte, esto es, que esté relacionada con otras preguntas que se estudian en la Institución, sean Físicas o relativas a otras disciplinas (legitimidad funcional)” (Bosch et al., 2006).

Se considera relevante mencionar como a nivel mundial y través de la historia la energía se ha convertido en un tema urgente de agendas e intervenciones, razón por la cual se llevan a cabo acciones respecto a la utilización de la misma de forma adecuada, tal como se plantea en el Protocolo de Kioto, establecido en 1992, en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en la Cumbre de la Tierra, el cual pretendía entre otros aspectos que los países industrializados responsables de, al menos, un 55% de las emisiones de CO₂, se comprometían a establecer un conjunto de medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Dicho protocolo en su primera versión, es acogido por varios países de La Unión Europea como España y otros como Argentina, y Canadá, países que en su mayoría en la segunda versión de dicho protocolo, han demostrado un débil compromiso, ya que algunos países industrializados, como Rusia, y Canadá, dado que Estados Unidos siendo uno de los países más contaminantes no se compromete, decidieron no respaldar dicha prórroga.

Por lo anterior, medidas como el protocolo de Kioto no serán suficientes para contribuir a la disminución de la contaminación ambiental, ya que a pesar de la implementación de sanciones no implica que esto necesariamente ocurra, por razones como que este protocolo se ha convertido en un mercado de bonos, he aquí la importancia de la



educación del tema de investigación, lo cual repercutirá en una verdadera conciencia como personas críticas que serán partícipes en la toma de decisiones.

No obstante, otros países se han unido a este esfuerzo de apostarle al uso de nuevas energías y para ello países industrializados como Holanda construirán la primera planta flotante de energía solar, en unión con la Universidad de Utrecht, dicha planta estará en capacidad de cubrir el 75% de la demanda de energía en Holanda. Asimismo, China, construye la granja fotovoltaica flotante más grande del mundo, sobre una peculiar laguna artificial. Esta granja solar está preparada para abastecer a unos 28000 hogares. Corea del Sur, por su parte, también **tiene dos centrales fotovoltaicas flotantes**. Están en los embalses Otae y Jipyong producen 3 MW cada una.

Colombia por su parte, a través de EPM, instala el Parque Eólico Jepírachi (2004), en la Guajira, constituyéndose como el primer parque para la generación de energía eólica construido en el país. Asimismo, la empresa prestadora de servicios EPM acaba de presentar el proyecto piloto del primer parque solar flotante de Hispanoamérica, ubicado en el embalse El Peñol, Oriente de Antioquia.

Por su parte la Universidad de Antioquia en el año 2017, obedeciendo a la necesidad de innovar en el uso de nuevas energías, crea el Curso de Instalación Sistemas de Energía Fotovoltaica: el cual busca preparar a sus estudiantes y a la comunidad en el uso de energías alternativas, y capacitarlos en el diseño e instalación de placas fotovoltaicas para las diferentes aplicaciones que exige el entorno. A su vez en este mismo año abre el programa Ingeniería Energética, aprobado por el ministerio de educación, con el cual pretende formar estudiantes que sean capaces de hacer un buen uso de la energía desde los procesos y sostenibilidad.



Si bien, esta preocupación mundial por el uso adecuado de la energía lleva a una reflexión frente al tema ético del abuso de la misma, también es cierto que permite evidenciar como el termino energía se limita a una definición asociada casi que exclusivamente al consumo desmedido (usos y abusos) de una forma de energía, y que, se hace entonces necesario, estudiar y analizar la energía desde otras perspectivas del conocimiento, como la literatura misma.

Es por esto que, para la realización del presente trabajo, se hizo una revisión bibliográfica que pretende ayudar a comprender el concepto de energía el cual incluso ha sido difícil de definir por la comunidad científica. Además, la enseñanza que se ha acostumbrado hasta ahora con respecto a ella ha sido superficial y en general, de carácter mecánico. De la misma manera, existen conceptos relacionados con la energía, tales como trabajo, calor y temperatura que en lugar de servir para diferenciar y comprender al menos lo que no es, han servido para confundir aún más a quienes propenden por estudiarla.

La aplicación de una prueba diagnóstica, permitió evidenciar que estas mismas falencias reportadas en la literatura hacen parte de las preconcepciones o confusiones de la población estudiada en el presente trabajo. Es decir, se observan desarreglos y enredos en cuanto a los conceptos relacionados y no se tiene la concepción de la energía asociada a un sistema sino a un objeto particular.

Lo anterior, se considera podría obedecer a que la educación científica ha estado diseñada, al menos hasta hace poco, para preparar a los estudiantes para un futuro como especialistas en ciencias, dado que los currículos se han centrado en los principios y las leyes fundamentales de cada ciencia natural. Ahora, se empieza a comprender que el



objetivo debería ser; formar ciudadanos que entiendan las relaciones que pueden existir entre ciencia, tecnología y sociedad. En el caso específico de la energía, estamos convencidos de que es un concepto fundamental para la etapa escolar, ya que este posee presencia en muchos ámbitos. Por ejemplo, la energía es bastante relevante en áreas como la mecánica, la termodinámica, la química, la biología entre otras. Además, su comprensión permite razonar y juzgar acerca de los problemas medioambientales y sociales que de ella se generan y también permite ver cómo funcionan las máquinas.

Con todo lo anterior, comprendiendo que el quehacer docente exige la transformación de la realidad, se pretende en este trabajo rastrear las dificultades de los maestros en formación en cuanto a la construcción del concepto de energía, conocer cuáles son sus preconceptos para poder intervenirlos y dirigirlos hacia concepciones más acertadas según las discusiones de la comunidad científica, obviamente, generando una postura reflexiva que quizás no los abandone en su cotidianidad.

Se propone abordar este problema desde el acercamiento a la Literatura Científica y por ella entendemos una literatura que sirva de mediador entre los conceptos y su matematización tal y como lo propone y lo ejecuta muy bien Hecht en su libro Física en perspectiva (1987) Para esto se recurrirá a textos que sugieren experimentos mentales y que estén atravesados por la analogía. Como alternativa, para este trabajo, y de los llamados libros de texto, por ser reduccionistas en sus definiciones y basar su contenido mayoritariamente en la aplicación de ecuaciones (González, 2000). Además de contener ideas alternativas según, D Alessandro, (1994).

Entonces retomando a (Bosch et al. 2006), citado por (Otero et al. 2009) en su tercer postulado: “El tema de investigación debe aparecer en ciertas situaciones de la física situadas en la raíz central de la misma (legitimidad física)”. (p.59)



Se propone una estrategia didáctica para la comprensión del concepto de energía mediada por la Literatura Científica a partir de la utilización de analogías en la construcción de conceptos que según Fracaro et al, (2013) ha sido una buena estrategia para conocer lo desconocido soportado en lo conocido. Se busca provocar conflictos conceptuales en las ideas previas de los estudiantes en el proceso de análisis de fenómenos, pretendiendo que con la intervención se logre dar cuenta de la comprensión del concepto de energía, análisis de sistemas y la ley de conservación de la energía, así como también la diferenciación entre: energía, trabajo y calor. De tal manera que los docentes en formación relacionen los tres aspectos del lenguaje matemático que plantean Delorenzi et al (2014) como lo son el coloquial, gráfico y simbólico mediante la Literatura Científica, cuyas tareas sean encaminadas a lograr que los estudiantes desarrollen procesos de argumentación y abstracción, los cuales son inherentes al propio proceso de razonamiento, pues abstraer implica la capacidad de conceptualizar. Y, como señala Vergnaud (1996), la conceptualización es el máximo punto del desarrollo cognitivo de los sujetos.



Objetivos

1.5.1. Objetivo General.

Examinar ideas alternativas de los estudiantes de Integración Didáctica V de la Licenciatura en Matemáticas y Física, de la Universidad de Antioquia, para la comprensión del concepto de energía mediante una estrategia didáctica a partir de la LC

1.5.2. Objetivos Específicos.

1.5.2.1. Comparar el uso del término energía en lo cotidiano con el concepto aceptado por la comunidad Científica de manera que se conceptualice el objeto de estudio “energía”.

1.5.2.2. Caracterizar situaciones cotidianas y en contexto, donde se analicen los procesos de transformación, transferencia y degradación de la energía, así como el principio de conservación de la energía dentro de un sistema.

1.5.2.3. Relacionar la estrategia didáctica en el marco de la investigación acción educativa.

Capítulo II: Marco Referencial

La propuesta del marco referencial para la presente investigación está dividida en tres momentos, a saber: un marco contextual que detalla las categorías observadas en el campo y la relación de las mismas con los actores que conviven allí; un marco legal que evidencie la legislación existente frente al tema permitiendo a la vez la justificación conceptual desarrollada a lo largo del documento y finalmente, un marco teórico que profundice la conceptualización de las diferentes fuentes elegidas y permita la consolidación de un nuevo enfoque para abordar el tema.

2.1. Marco Contextual

El campo dentro del cual aspiran a moverse los docentes en formación en enseñanza de la física son hijos de una historia marcada por paradigmas científicos que llevan centurias instaurados y dicho campo contiene a la vez la pedagogía como el discurso que orienta los fines y propósitos de la educación, además de idealizar el perfil de ciudadano para el contexto histórico-temporal en el cual se habite.

La tarea principal de los docentes en formación es conocer dicho campo y ubicarse en él; al interior del campo se sitúan aquellos quienes piensan, conceptualizan y escriben las teorías, en el centro se hallan los objetos de estudio-enseñanza y los sujetos de educación-aprendizaje, para conjugarse con los intelectuales y adaptar los discursos teóricos al momento; finalmente, se encuentran en el exterior del campo aquellos quienes contextualizan todo lo anterior.



A la luz de la física los docentes en formación no deben desconocer las habilidades, metodologías y la actitud científica que se crea cuando se comprenden los fenómenos del mundo físico y viviente, primero porque es necesario conservar la disposición de estar en constante aprendizaje del universo que rodea al hombre para saber cómo actuar sobre él y segundo, porque de triunfar en su vocación docente se enfrentará a diferentes generaciones que lo estarán confrontando en la medida que llegan jóvenes maestros, nuevos estudiantes y los paradigmas teóricos de antaño ya no vayan surtiendo los mismos efectos en la población estudiantil. Así muchos de estos paradigmas científicos continúen vigentes.

Es por esto que los maestros en formación tienen que comprender el marco contextual de la física y el campo conceptual de la pedagogía en el cual desean actuar, para poder generar procesos de enseñanza-aprendizaje pertinentes para los estudiantes, adoptar igualmente la Literatura Científica como una fuente de información fundamental para conocer la historia de la que son hijos y permitirse ser transformados por lo que aprenden, para poder pasar finalmente del análisis interpretativo a un pensamiento analítico que les permita el planteamiento y verificación de hipótesis sobre su quehacer profesional físico-pedagógico.

Después de la lectura de contexto detallada en el primer capítulo, el marco contextual pretende esbozar el compromiso de ésta investigación con la producción intelectual científica y pedagógica, teniendo como categorías principales, la comprensión, la Literatura Científica, el pensamiento analógico y el concepto de energía para orientar el objetivo general; estableciendo así, una ruta que demarque el espacio físico y teórico donde se pueda implementar una estrategia didáctica para que los estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas y Física, comprendan el concepto de energía a partir de la Literatura Científica.



Marco legal

En el transcurso de la conformación y establecimiento de una sociedad, se constituyen los gobiernos, se crean los centros educativos y se redacta una Ley General de Educación que garantiza la accesibilidad y participación de la totalidad de sus ciudadanos en el sistema educativo; entonces la legislación educativa se piensa para asentar los discursos subjetivos y flexibilizar los contenidos escolares para que los procesos de enseñanza-aprendizaje se desarrollen en consonancia con los estudiantes. A lo anterior los Lineamientos Curriculares de Matemáticas detallan que:

(...) Surgen las preguntas sobre qué enseñar y qué aprender en la escuela. Y todos esos cuestionamientos hacen que las reflexiones converjan a los temas de currículo, plan de estudios, evaluación y promoción de los estudiantes. (p.3)

Entendiendo así que la legislación educativa contiene, puntualiza y desarrolla recursos pedagógicos para que las personas escolarizadas se beneficien al máximo de sus propios aprendizajes cuando los estén aplicando en sus vidas personales y profesionales, también expone ante los docentes en formación las categorías de: currículo, plan de estudios, evaluación y promoción de los estudiantes, como los puntos cardinales en los que deben moverse como profesionales docentes en el campo de la física y debido a que serán ellos quienes sean llamados a construirlos, aplicarlos y evidenciarlos.

Las constantes actualizaciones pedagógicas que se registran en la legislación educativa, responden a las exigencias del medio, hoy por hoy la ciencia y la tecnología ocupan esos lugares y serán los científicos quienes dibujen el norte de estas tendencias, de ahí que los maestros en formación en enseñanza de la física tengan un campo de acción cada vez más grande y como orientadores del conocimiento deban formar una actitud



investigadora e innovadora atendiendo a la ley y a la vocación, con la actitud de constante aprendizaje y una educación honesta para sus estudiantes.

La física como ciencia y la elección de uno de sus objetos de estudio (la energía) que están contenidos en el objetivo general, se corresponden con los Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales (p.14) en su conjugación de ciencia, tecnología y sociedad cuando definen que: “Los científicos y tecnólogos comparten una buena cantidad de actitudes y creencias con respecto a la naturaleza del mundo y lo que se puede saber de él. Los científicos presuponen que las cosas y los eventos del mundo ocurren de manera tal que un estudio cuidadoso, sistemático e imaginativo de su acontecer permitirá identificar patrones fijos de comportamiento que vuelven al mundo comprensible y explicable. Este supuesto de que el mundo es ordenable es el que fundamenta la actividad de todo científico y permite darle sentido, para utilizar palabras de Popper, su “búsqueda sin término” (1994).

Develando poco a poco dentro de la legislación el compromiso que debe asumir el maestro en formación y en ejercicio en la enseñanza de la física, tareas que formarán en el docente el espíritu investigador que lo llevarán al desarrollo de problemáticas del universo circundante y la proposición de posibles soluciones susceptibles de seguir siendo mejoradas con paso del tiempo, esto como el carácter científico que se espera de su formación docente, dándole cabida al cumplimiento de la misión universitaria de la Licenciatura en Matemáticas y Física y a la normatividad educativa vigente.

Es necesario trabajar siempre bajo la orientación de los Lineamientos Curriculares, Estándares en Competencias, los Derechos Básicos y todo tipo de documento que permita la claridad conceptual y legal, frente al ejercicio docente, porque el docente en enseñanza de la física que ha formado su espíritu investigador, se mueve de la contextualización a la



conceptualización de su campo, ampliando y fortaleciendo sus competencias científicas y abarcando un espectro mucho más grande la realidad escolar. Precisamente, la profundización en las ciencias físicas que se asume en la presente investigación tiene como objetivo la formación en competencias científicas y se apoya en la definición establecida por OCDE (2006) PISA (2006, p.14) como sigue:

La competencia científica es la capacidad de utilizar el conocimiento científico, identificar cuestiones científicas y elaborar conclusiones basadas en evidencias con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones relativas al mundo natural y a los cambios que ha producido en él la actividad humana. OCDE (2006) PISA (2006, p.14)

De igual manera, se pretende que el estudiante universitario se sumerja en el análisis de textos científicos y a partir de estos hacer el constructo del concepto que se esté tratando; esta metodología conlleva actividades que se aplican, con el objetivo de crear la disciplina en los estudiantes para el desarrollo de conceptos fundamentados en la Literatura Científica.

Por último, parafraseando al MEN (2006) y atendiendo los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales (p.96) se justifica este marco legal atendiendo a que: Vivimos una época en la cual la ciencia y la tecnología ocupan un lugar fundamental en el desarrollo de los pueblos y en la vida cotidiana de las personas. Ámbitos tan cruciales de nuestra existencia como el transporte, la democracia, las comunicaciones, la toma de decisiones, la alimentación, la medicina, el entretenimiento, las artes e, inclusive, la educación, entre muchos más, están signados por los avances científicos y tecnológicos. En tal sentido, parece difícil que el ser humano logre comprender el mundo y desenvolverse en él sin una formación científica básica.

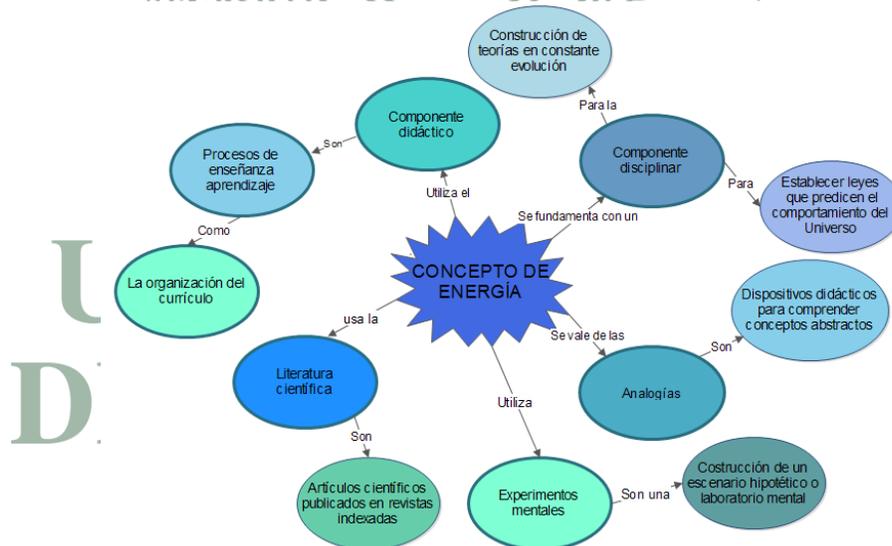


2.2. Marco Teórico

Teniendo en cuenta el objetivo del presente trabajo, se considera necesario hacer una recopilación y análisis de los aspectos teóricos relacionados con conceptos disciplinares como Física y Energía. Lo anterior con el fin de situarse en un contexto específico y poder dar una idea clara del punto de vista que se establece como punto de referencia de la presente investigación. Debido a la evolución histórica del concepto energía y su relación con otras ciencias como la Química, la Termodinámica e incluso la Biología, es importante analizar también qué se entiende por conceptos como Calor y Trabajo. Además de los conceptos disciplinares, es fundamental analizar en este capítulo una mirada desde lo didáctico pues se trata de una investigación centrada en la enseñanza y el aprendizaje de dichos conceptos.

La siguiente figura, resume este apartado:

Figura 1. Componentes del concepto de Energía.





2.2.1. Componente disciplinar

Ciencia, entendiéndose este concepto como un diálogo de saberes en construcción, que aparece con la humanidad y por ende continuará con ella a menos que esta perezca, de ahí su carácter provisional. Otra característica inherente a esta es su enseñabilidad, Flórez, (1995) pues, los científicos buscan la manera de explicar los fenómenos y a partir de esto idearán la forma de comunicar el conocimiento adquirido a sus interlocutores en aras de su validación.

La Física es una ciencia fundamentalmente experimental. Esto significa que describe los fenómenos que estudia, principalmente a partir de las observaciones que hace de la naturaleza y las que extrae de los diferentes experimentos que formula. Por lo tanto, para esta ciencia es indispensable la medición que es la que le permite interpretar los resultados experimentales. Dos de los objetivos fundamentales de la física son: construir teorías cada vez más completas, que permitan a los seres humanos comprender cómo suceden los fenómenos y así mismo, establecer leyes que describan y sirvan para predecir el comportamiento del universo. Tanto las teorías como las leyes son expresadas en lenguaje matemático y se pretende que se describa el mayor número de fenómenos con el menor número posible de ellas, Inzunza, (2002), es decir, la Física busca la simplicidad.

Todo el desarrollo que la Física ha tenido y podrá tener está basado en la conservación de ciertas cantidades básicas. Una de estas cantidades es la energía y su conservación, la cual constituye uno de los pilares básicos de la ciencia actual. Este principio establece que en un sistema que se encuentra aislado, es decir, tiene unas fronteras específicas y no intercambia ni energía ni masa con su entorno. Existe una cantidad que hemos denominado (la humanidad) Energía y su valor siempre se conserva, a pesar de las distintas transformaciones que el sistema pueda experimentar.



Aunque la Conservación de la Energía es fundamental para poder comprender los fenómenos estudiados por la Física y las leyes que establece, se ha encontrado en la literatura que a la mayoría de los estudiantes e incluso a los profesores en formación les cuesta aplicar las leyes y teorías desde un punto de vista sistémico y las conclusiones que logran extraer de los fenómenos que observan en general, provienen del conocimiento que poseen de lo cotidiano Aguilar, et al, (2011). Analizar los fenómenos físicos desde una visión de conjunto o de sistema, es decir, teniendo en cuenta el todo, sus partes y sus relaciones permite entender que las condiciones de los cuerpos no cambian por si solas, sino que son efectos de otros procesos.

Sin duda el concepto de Energía ha tenido una interesante evolución a partir del avance de los distintos campos de la Física. Sin embargo, este trabajo no se ocupa de estudiar cómo ha sido dicha evolución histórica, sino que se concentra en cuales son los errores más comunes que se observan en los maestros en formación en la comprensión de dicho concepto y cómo pueden mejorarse para lograr que dichos maestros se acerquen a una concepción como la que manejan los científicos del mundo.

Se ha encontrado en diversas investigaciones que estudiantes de secundaria, estudiantes universitarios e inclusive los maestros en formación en Física alrededor de Latinoamérica no comprenden adecuadamente el concepto de Energía. Una de las causas de este fenómeno tiene que ver con cómo están diseñados los cursos de ciencia para todos estos niveles de escolaridad. Se observa con gran preocupación que los cursos de ciencia son de profundización casi nula y más bien se encargan de brindar un panorama muy extenso de conceptos. Pero el panorama no incluye la vivencia de esos conceptos, sino que se enfoca en la definición y las expresiones matemáticas que se han logrado de ellos, así como la enseñanza de ciertas herramientas, que como lo dice Feynman (1963) no constituyen ciencia, así sean instrumentos muy útiles para quien la usa. Un ejemplo de ello constituye enseñar a convertir unidades, aunque resulta siendo algo fundamental para cualquier persona que trabaja en ciencia, no es ciencia. Lo anterior, no constituye un



ambiente propicio para la comprensión de casi ningún concepto científico y mucho menos el de Energía, el cual requiere del estudio detenido de los modelos y conceptos fundamentales asociados Doménech, et al, (2013).

Como se dijo con anterioridad una de las principales falencias que se encuentra en los maestros en formación y en los estudiantes en general, es que no se tiene en cuenta el pensamiento sistémico, sino que se consideran objetos aislados, como el carro que se mueve, la manzana que cae, etcétera. Lo anterior hace que a la Energía se le dé un carácter material Doménech, et al, (2014), es decir, que se asocie directamente a los objetos y que quienes la estudian no la asocien a la unión del objeto que aparentemente se transforma y a otros a su alrededor que se relacionan o interactúan con ella, aquí la importancia de considerar el sistema y no sólo el objeto en cuestión.

Según expertos en el tema Doménech, et al, (2013) hablar de distintas formas de Energía (mecánica, potencial gravitacional, potencial elástica, potencial eléctrica y cinética) también es un hecho que refuerza la idea del carácter material de la Energía. Una de las maneras de abordar la Conservación de la Energía es a través de la ecuación que describe la Energía Mecánica y las ecuaciones de los tipos de Energía que la componen: cinética y potencial. Esto se puede ver en un ejemplo concreto y que se acostumbra escuchar en las aulas de clase. Se suele iniciar la clase escribiendo las ecuaciones para las tres cuestiones mencionadas y empieza a describir cada uno de sus términos. Para ilustrar a qué nos referimos se escriben a continuación dichas ecuaciones:

$$E_m = E_p + E_c$$

$$E_p = mgh$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Cómo se ve entonces (podría decir el docente) la Energía total depende de la Energía cinética y potencial que posea el cuerpo. Además, se ve que cada una de ellas



depende de variables fundamentales como lo son la velocidad y la altura si se trata de Energía potencial gravitacional. Así, un cuerpo tendrá energía cinética si se mueve y tendrá energía potencial gravitacional si se encuentra a cierta altura. Como se ve, una explicación de este tipo no permite que exista una concepción de sistema pues no se enuncia en ningún momento la interacción de ese objeto con otros y con el entorno. Por lo tanto, los investigadores en cuestión recomiendan que no se debieran tratar los conceptos descritos como formas de energía, sino más bien como distintas configuraciones del sistema mismo.

Pero, si no son correctas estas expresiones, ¿cómo estaría constituido un discurso más adecuado? Reflexionemos un poco acerca de esto. Consideremos un objeto que se mueve con cierta velocidad, supongamos por ejemplo que se trata de un carro. Es posible hablar de energía cinética allí, sólo en la medida en que existe otro cuerpo o cuerpos con el que dicho carro puede interactuar y se puede afirmar que viaja a una velocidad con respecto a ellos, podríamos decir por ejemplo una autopista. Si no hallamos o definimos en el análisis de este tipo de situaciones, un contexto, un sistema de referencia no se puede hablar de Energía.

Consideremos ahora otra situación en la que se pueda hacer referencia a la energía potencial. Una hidroeléctrica está constituida por una represa donde se acumula agua que se deja caer para obtener electricidad. En este ejemplo, sólo es posible hablar de energía potencial, si se considera que dicha agua está a una altura mayor a cierto nivel de referencia, donde en general se encuentran los generadores eléctricos. No se puede decir que el agua en sí misma posea energía potencial, sino que es el sistema, generadores - agua represada - al que se le puede asociar dicha energía. Si los generadores se sitúan a la misma altura del agua, no se podrá obtener ningún beneficio de ella y mucho menos si se ubican a una altura superior. Así pues, se observa como es indispensable reconocer no sólo objetos sino sistemas cuando se llevan a cabo análisis energéticos.



Hasta aquí, se han mencionado la Energía potencial y la cinética como dos tipos de Energía que se manifiestan en los sistemas y además se ha dicho que la suma de ellas constituye lo que se ha denominado como Energía Mecánica en Física. Se debe tener en cuenta que esta última es la cantidad que se conserva dentro de un sistema, pues expresiones como el agua pierde la energía potencial y gana energía cinética (en el caso de la represa) a medida que desciende podrían hacer pensar a los estudiantes que la Energía no se conserva. Para expresar esto de una manera más comprensible hay que expresar que el sistema generadores - agua represada - tiene una energía asociada que se configura como potencial gravitacional (solamente) cuando el agua permanece en la represa y que se manifiesta como cinética (solamente) cuando el agua llega mediante su caída a los generadores eléctricos, mientras que en cualquier punto del recorrido se da que la Energía se expresa en cierta proporción como cinética y en otra como potencial gravitacional. Esa Energía asociada de la que se habla es lo que se conserva, simplemente se manifiesta de manera distinta según el punto en el que se haga el análisis.

Para que en este ejemplo se pueda ir más allá y comprender la Conservación de la Energía nos gustaría introducir en él consideraciones que hablen del proceso que se da en una hidroeléctrica real. El rendimiento de este tipo de sistemas es alrededor del noventa por ciento, esto quiere decir que de toda la Energía que se manifiesta como potencial cuando el agua permanece represada, sólo el noventa por ciento se verá expresada como cinética cuando el agua fluye por los generadores en el punto más bajo. Tal hecho crea en los estudiantes un desequilibrio pues lo primero que aducen es que el diez por ciento de la energía se perdió y que por tanto el Principio de Conservación (PCE) no se cumple. Este típico error es muy reportado en la literatura y los autores que lo han estudiado argumentan que esto se debe a que los estudiantes no pueden imaginar o ver (si pudieran observar el proceso) lo que pasó con ese diez por ciento pues no tienen en cuenta que la Energía se degrada, se transforma y se transfiere Doménech, et al, (2013). Entonces, lo que sucede con ese diez por ciento es que se transforma en una energía que no es útil, es decir, que no puede aprovecharse, y dicha transformación se debe al rozamiento del agua con las tuberías



del sistema. Lo anterior, se puede resumir en que los sistemas siempre evolucionan hacia estados de mayor desorden, que son más probables, “(...) es más probable, por ejemplo, que las partículas de un sistema se agiten en diferentes direcciones en lugar de que todas se desplacen en una misma dirección. De ahí que se hable de degradación de la energía y se introduzca una nueva magnitud, la entropía, S , que mide en cierto modo el grado de desorden, cumpliéndose que en un sistema aislado la entropía crece (mientras la energía total permanece constante)” Doménech et al, (2003, p. 294).

Entonces, no se dan en el mundo real, transformaciones sin aumento de Entropía, es decir, de desorden, y dicho aumento va disminuyendo la probabilidad de otras transformaciones. No es que a partir del desorden no se pueda establecer el orden (a través del uso de la energía) sino que este proceso siempre tendrá un rendimiento menor al cien por ciento. Es mejor entonces como se observa introducir el concepto de Entropía y dejar de lado expresiones contradictorias como "crisis energética", "gasto energético", etcétera.

Recapitulando, dos de las principales ideas alternativas que se encuentran en los estudiantes tienen que ver con la asociación de la Energía a los objetos y no a un sistema, y con el desconocimiento de los procesos de degradación de la energía. Aunque las anteriores constituyen las confusiones más comunes en el ámbito de la enseñanza, no obstante, no son las más nocivas que pueden encontrarse. A continuación, se describen otras más graves. La energía suele entenderse desde las explicaciones cotidianas de las personas como la fuerza necesaria para que un objeto realice una tarea específica y es por esto que al introducir otros conceptos relacionados con ella como Trabajo, Calor o Temperatura dentro del ámbito académico empiezan a ser aún más las confusiones generadas.

Cuando se introducen los conceptos de Calor, Temperatura y Trabajo en un curso de Física, en general se hace desde la Termodinámica, la cual es una parte de la Física con una intrínseca relación con la energía:



La Termodinámica, es una ciencia que estudia la conversión de unas formas de energías en otras. Podría decirse que trata del calor y del trabajo, pero por extensión, de todas aquellas propiedades de las sustancias que guardan relación con el calor y el trabajo (Gómez, 2005, p. 1).

Así, Calor, Trabajo y Energía son tres conceptos que suelen confundirse entre sí y esto es favorecido porque su unidad de medida es la misma; el Joule (J). El concepto de Trabajo suele explicarse como el uso de la Energía para producir desplazamiento y la Energía como la capacidad para producir Trabajo, se ve entonces que uno se conceptualiza en términos del otro planteándose una circularidad entre ellos Doménech, et al, (2013). El concepto de Trabajo en Física es totalmente distinto al que se define desde lo cotidiano, esto hace que sea muy difícil establecer cuando en un sistema se hace Trabajo o no. Desde una visión operativa el Trabajo se expresa como el producto escalar de la fuerza aplicada por el desplazamiento producido, y por eso por más fuerza que se haga sobre un objeto si no se logra un desplazamiento no se realiza Trabajo. Esto riñe completamente con las preconcepciones de los estudiantes pues les parece inconcebible imaginarse que empujan una pared, no la desplazan, pero se cansan y sudan, y para la Física no existe trabajo en este caso. Todo lo anterior, constituye un ámbito meramente operativo del concepto de Trabajo. Pero, en relación con el tema central de este trabajo se considerará como una forma de intercambio de Energía Doménech, et al, (2013).

Por otra parte, el concepto de Calor, al igual que el de Trabajo es un término que se encuentra en el lenguaje cotidiano y en el científico. Además, debido a las experiencias de las personas con lo caliente y lo frío suele además confundirse y equipararse con el término Temperatura.

El concepto de calor ha sufrido cambios en su significado en el desarrollo de la Termodinámica. Durante el siglo XVIII fue considerado como una sustancia, a principios del siglo XIX como una onda y a finales del mismo fue interpretado por Celsius y Joule como una forma de energía (Orcos, 2012, p. 53).



Es importante entonces, reflexionar acerca de las relaciones entre Calor y Energía y también acerca de las de Calor y Temperatura. Primeramente, nos referiremos a las de Calor y Energía. Como se observa en la cita anterior el término Calor ha tenido una evolución bastante compleja a través de los años, y además, no sólo se quedó en la definición de Celsius y Joule, hoy en la comunidad Científica no se considera como una forma de Energía sino, al igual que el Trabajo, como un mecanismo de intercambio de Energía, pero a diferencia de este último,

(...) al poner en contacto sistemas a distintas temperaturas. Conviene reservar el término calor para los intercambios de energía que ocurren entre cuerpos a temperaturas diferentes. Un coche que frena convierte la energía cinética en calor: hablamos de transformación de energía cinética en energía interna térmica (Doménech, et al, 2013).

En resumen, el Calor es una forma de intercambio de Energía al igual que el Trabajo, pero aquel, se debe a la interacción entre cuerpos con un gradiente de temperatura. Dicho gradiente diferencia profundamente al Calor de sus conceptos relacionados y este hecho permite que se puedan llevar a cabo análisis energéticos más correctos, pues nos obliga a no definir como Calor a los aumentos de Temperatura que se tengan en un sistema.

Finalmente, como se había expresado con anterioridad es importante tener en cuenta las relaciones entre Calor y Temperatura. El error más habitual que se puede encontrar en cuanto a la definición de Temperatura es que se considere como la medida del Calor. Lo anterior, se debe a que el común de las personas relaciona el instrumento de medida de la temperatura, (el termómetro), directamente qué tan caliente está una sustancia y por ende aducen que el termómetro mide calor. Sin embargo, la Temperatura se relaciona más con el concepto de Energía Cinética que con el de Calor, puesto que la Temperatura mide el movimiento promedio de las partículas en un sistema, en otras palabras, mide la energía cinética promedio de las moléculas de un sistema.



Hasta el momento, se ha hecho una reflexión acerca del *PCE*, de los siguientes tipos de energía, Mecánica, cinética, potencial; de algunos mecanismos de transferencia de energía como el Trabajo y el Calor, diferenciando este último de la Temperatura, sin embargo, no se ha hecho una conceptualización de lo que se entiende por Energía, es decir, se ha hecho un análisis periférico de lo que aquí nos convoca, que es principalmente establecer una definición del concepto de Energía en relación con lo comprendido por la comunidad Científica y que permita a los maestros en formación transformar sus ideas alternativas. A continuación, nos dedicaremos a analizar algunos aspectos que no constituyen una buena concepción de energía, algunos ya han sido mencionados y otros no, y finalmente brindaremos una pequeña construcción que se hace a partir de lo leído desde diversos autores.

La energía no puede considerarse como una sustancia material, tampoco puede definirse como la capacidad para producir un trabajo, ya que, a partir de la Segunda Ley de la Termodinámica se conoce que no toda Energía sirve para producir Trabajo, por lo que este modelo se ajusta sólo a la mecánica. De la misma manera, la energía no puede definirse como la capacidad para producir cambios, ya que esta no es la causa de los fenómenos ni tampoco de sus variaciones, “la Energía no es una especie de fluido, no constituye el “combustible” necesario para producir transformaciones en los sistemas” (Doménech, et al, 2013, p. 106). De ninguna manera, puede definirse a partir de la descripción de ecuaciones relacionadas, pues el científico no piensa con fórmulas, y al no considerarse una noción cualitativa y sencilla para la Energía, se incurre en el afianzamiento de los conceptos intuitivos provenientes de lo cotidiano.

Ahora, ya que se han establecido las ideas que quieren abandonarse y transformarse, se escribe a continuación, una conceptualización que se tomará como convencionalmente verdadera y a partir de la cual se abordarán los análisis:

Se puede decir en pocas palabras que la Energía se define como la capacidad para producir transformaciones dentro de un sistema y por esto no puede asociársele a un único objeto, es decir, no es una cantidad absoluta, sino que es relativa a los sistemas de referencia. Es fundamental considerar que es una cantidad que se conserva (PCE) pero que se degrada, y esto no quiere decir que se pierda, sino que al transformarse va produciendo mayor desorden en el sistema (Entropía), el cual disminuye la probabilidad de que la Energía siga siendo útil.

2.2.2. Componente didáctico

Como se mencionó anteriormente, es importante señalar en este capítulo consideraciones didácticas tanto de la Física como del concepto de Energía, ya que lo que se pretende es hacer una intervención tanto de la enseñanza como el aprendizaje de dicho concepto. En este apartado se abordará una conceptualización de lo que es Didáctica general, Didáctica de la Física y se harán finalmente algunas consideraciones acerca de los aspectos didácticos a tenerse en cuenta para la enseñanza y aprendizaje del concepto de Energía.

Se podría decir que la didáctica es la parte instrumental de la pedagogía, es decir, se refiere al cómo esta ha de cumplir con su objetivo. Se ha considerado que la pedagogía es la ciencia de la educación, sin embargo, es claro que esta no es una ciencia en sí misma pues tiene una relación estrecha con la filosofía, se alimenta constantemente de la psicología y además estudia las diferentes áreas del conocimiento para usarlas como excusa en la formación de sujetos. Así, entonces, la didáctica se preocupa por los procesos de enseñanza y aprendizaje, por ende, por comprender las figuras del maestro y el estudiante, y sus roles dentro de dicho proceso, por lo tanto, la didáctica (al igual que la pedagogía) usa otras disciplinas, ciencias y saberes con el fin de permitir al maestro ser un facilitador del aprendizaje. De la misma manera, la didáctica:



Tiene en cuenta aspectos sobre planeación de procesos educativos para prever y organizar los contenidos, habilidades, destrezas, actitudes, valores que han de enseñarse y aprenderse, la aplicación e innovación de métodos, técnicas y materiales didácticos necesarios en un proceso educativo (Lira Apaza, 2007, p. 23).

En síntesis, la didáctica se encarga de organizar el currículo, en función de las metodologías y materiales, con el fin de garantizar el logro de las competencias y objetivos educativos.

De lo anterior, se puede desprender qué necesita saber el maestro. Comúnmente, algunos expresan “un conocimiento adecuado de lo que ha de ser enseñado es la garantía de la buena enseñanza: quien sabe física sabe enseñar física” (Ayala, 1992), sin embargo, teniendo en cuenta lo dicho con respecto a la didáctica el saber disciplinar no le es suficiente al maestro, puesto que su objetivo no es transmitir conocimientos, (para esto bastaría lo disciplinar) sino comunicarlos. Además, se debe considerar que el interés de la enseñanza de la ciencia a nivel escolar tampoco es lo meramente conceptual.

Así pues, ahora nos referiremos a algunas consideraciones desde la didáctica de la Física que deben tenerse en cuenta para cumplir con los requerimientos de la enseñanza secundaria (y deben comprender los maestros en formación) de la ciencia, así como los necesarios para lograr que el maestro en formación reconstruya una noción de Energía más adecuada.

El objetivo de la ciencia escolar no es enseñar un panorama de las leyes fundamentales que ha construido la humanidad acerca de la naturaleza, ni tampoco enseñar las principales herramientas que usan los científicos en su día a día, esto no sólo porque la escuela pretende formar ciudadanos competentes que no necesariamente serán físicos, químicos, matemáticos, biólogos, astrónomos o ingenieros, sino también porque inclusive



quiénes si lo van a ser, necesitan comprender que la ciencia es accesible e inacabada y que las construcciones que logra son de carácter provisional, y tienen un arduo y largo proceso.

Por ejemplo, sería ideal que los estudiantes no memorizaran los pasos del método científico y los entendieran como una lista que siempre se sigue a cabalidad, sino que pudieran vivirlo, y que pudieran aprender que la etapa más importante en él es la observación y debe llevarse a cabo con paciencia (Feynman, 2001). Se ha demostrado que los estudiantes aprenden más si tienen la oportunidad de realizar investigaciones científicas y un apoyo reflexivo que los ayude a comprender sus errores y a plantear nuevos caminos Doménech, et al, (2013). En síntesis, lo que se espera de la enseñanza de la ciencia es que los estudiantes se enfrenten a problemas reales que los lleven a comprender cómo se construyen los conceptos científicos: yendo desde una hipótesis que parte de los conocimientos previos del que investiga, imaginando o prediciendo lo que va a suceder, para luego aprender algo nuevo relacionado quizás con otros conceptos o confirmando la idea que se tenía.

Por último, es necesario que los estudiantes vayan más allá y se familiaricen con las relaciones entre Ciencia, Sociedad y Tecnología, esto con el fin de contextualizar la ciencia y promover un pensamiento crítico y ético acerca de las consecuencias de sus desarrollos.

Hasta aquí se han establecido consideraciones a tener en cuenta en la enseñanza de la Física, ahora queremos introducir otras distintas que se cree son fundamentales para una enseñanza del concepto de Energía, en sintonía con los avances de la comunidad científica, y que se derivan de las sugerencias anteriores.

Si se quiere que la enseñanza de la Física no transmita la idea errónea de que la Física y sus conceptos son cuestiones acabadas, para introducir el concepto de Energía, es necesario que los estudiantes conozcan cuáles fueron los problemas que llevaron a la Física



a tener que construir una noción teórica como Energía, cómo su construcción no fue arbitraria y permitió resolver (al menos en parte) los problema que se tenían, y como dicha contribución permitió una nueva manera de entender el mundo. “En este caso, es posible asociar el estudio de la energía al interés acerca de los cambios (...) cuáles son las necesidades humanas que requieren recursos energéticos; cómo evolucionan dichas necesidades; cómo se distribuye el consumo mundial de los recursos; cuáles son los problemas tecnológicos, ambientales, etc., asociados al uso de las diversas fuentes de la energía; cómo funcionan las máquinas facilitadoras de los cambios; cuáles son los debates actuales sobre reducción del consumo, energías alternativas, desequilibrios entre países desarrollados y en vías de desarrollo, etc., que dibujan un marco de auténtica emergencia planetaria” (Doménech, et al, 2013).

2.2.3. Literatura Científica, Analogía y Experimentos Mentales

Hasta el momento se ha hablado del componente disciplinar y el didáctico de la presente investigación, ahora nos referiremos a cómo surgió el concepto de Literatura Científica y qué se entenderá del mismo, esto último teniendo en cuenta los aspectos destacados en los literales anteriores.

El concepto de Literatura Científica aparece en 1655, con la publicación de la primera revista científica, *Philosophical Transactions of the Royal Society* de Londres Waldegg, citado por Jiménez, et al, (1997). Aunque mucho antes la comunicación Científica se hacía a través de escritos epistolares (cartas) entre los científicos y/o personas interesadas en las novedades científicas y tecnológicas, por ejemplo, son famosos las correspondencias que se establecieron entre Keppler y Galileo, así como también las cartas a una princesa alemana, por Euler, en donde le explicaba temas de física y filosofía de una manera didáctica. Posteriormente a la publicación de la primera revista científica, su publicación periódica ha ido en aumento, pero de manera especializada.



Como se ve, de manera tradicional, Literatura Científica, se refiere a los artículos científicos que son publicados en revistas indexadas. Sin embargo, teniendo en cuenta que dicha tipología textual requiere de un lector con conocimientos e intereses muy específicos dentro de la ciencia, es necesario ampliar esta definición con el fin de dar cuenta de cuáles son los tipos de textos que el presente trabajo propone usar.

Debido a lo anterior, se trae el pensamiento del biólogo y escritor (Purroy 2014) que expresa lo siguiente:

Cualquier material escrito en cualquier medio es literatura, cualquier referencia a la ciencia en uno de estos medios es Literatura Científica. Bien sea para transmitir datos, debatir opiniones, justificar una carrera o jugar con conceptos, la ciencia puede aparecer por todas partes.

Según Purroy, (2014) cualquier escrito que se produzca y hable sobre un tema relacionado con ciencia constituye Literatura Científica. Lo anterior parece demasiado general y sin fundamento puesto que en la literatura general no es cierto que a cualquier material escrito se le denomine literatura, sin embargo, su planteamiento abre el panorama de lo que se entiende normalmente por Literatura Científica y por eso nos parece útil, pero necesita unos ajustes. Teniendo en cuenta que el proyecto que nos proponemos tiene fundamentalmente propósitos educativos, hemos de encontrar argumentos relacionados con la educación para sustentar qué tipo de textos se han de considerar Literatura Científica.

Según lo discutido hasta ahora, se pretende que la formación en ciencia vaya más allá del reconocimiento de ecuaciones significativas para la ciencia y permita la formación de personas críticas y analíticas. Para tal fin, resulta especialmente válido el uso de la lectura como medio dinamizador ya que esta permite ganar la atención de los estudiantes, partir de sus necesidades e intereses y además tener en cuenta sus conocimientos previos



para relacionarlos con lo que se pretende estudiar (lo nuevo). Así, la lectura (en general) constituye una buena estrategia para abordar lo que nos proponemos. Es necesario además que lo que se lea pueda permitir a los estudiantes predecir y verificar hipótesis, entender la importancia del trabajo individual y social de la ciencia, el desarrollo histórico de los conceptos y teorías, estimular la búsqueda de explicaciones, pero, sobre todo la construcción de significaciones o representaciones coherentes de los conceptos, que vayan más allá de las ecuaciones y constituyan un aprendizaje significativo Rivas et al, (2009).

Para cumplir con lo dicho anteriormente, se considera que el uso de las analogías puede ser un buen recurso. Las analogías son elementos que se observan tradicionalmente en el lenguaje literario pero que han tenido un papel importante en el desarrollo del conocimiento científico.

Son dispositivos didácticos facilitadores del aprendizaje de conceptos abstractos Glynn, (1990), los cuales utilizan conceptos y situaciones que tienen un claro referente en la estructura cognitiva de los alumnos; este referente se relaciona analógicamente con los conceptos científicos cuyo aprendizaje se quiere facilitar (Galagovsky et al, 2011, p. 6).

Eso sí, teniendo en cuenta que existe la necesidad de solucionar la analogía, como lo plantea Organista (2017).

Sin embargo, se debe tener cuidado en limitar y hacer notar los puntos claves de la analogía. Una analogía, por extensa, precisa e importante que sea, no es una generalización de una noción. Aquella no puede desplazar el hecho en sí, sino que debe permitir una comprensión inicial de aquello que es abstracto, o el hallazgo de nuevas relaciones. (s/d)

Asimismo, presenta dos ejemplos: uno desde la literatura el cual se consignó en el primero de los planes de clase, se trata de un cuento creado por Feynman (1963) para explicar el PCE. Y el segundo plantea las analogías que presentan las ecuaciones de cinemática



Tabla 1. Analogías en cinemática.

Movimiento Lineal	Movimiento de Rotación
Desplazamiento lineal: \vec{dr} Velocidad: v	Desplazamiento angular: $d\theta$ Velocidad angular: ω
Aceleración: $a = \frac{dv}{dt}$	Aceleración: $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$
Cantidad de movimiento: $p = mv$	Momentun angular: $L = r \times p$
Fuerza: $F = \frac{dp}{dt}$	Par: $T = r \times F = \frac{dL}{dt}$
Impulso: $\Delta p = F \Delta t$	Impuls o angular = $\Delta L = T \Delta t$
Energía cinética: $\frac{1}{2} mv^2$	Energía cinética: $\frac{1}{2} I\omega^2$
Trabajo: $\int F \cdot dr$	Trabajo: $\int T \cdot d\theta$
Potencia: $v \cdot F$	Potencia: $\omega \cdot T$

Nota: Recuperado de Organista, José Orlando. (1999). Publicar Revista No 6 Pedagógica Nacional, (s/d).

La analogía facilita que se puedan llevar al aula modelos que, aunque no poseen un alto grado de formalidad y rigurosidad si son significativos y permiten a los estudiantes construir las teorías científicas partiendo desde sus saberes previos evitando que tenga que incorporarlas de manera memorística sin comprensión alguna Galagovsky et al, (2011). Cuando no se da la comprensión de los modelos los estudiantes tienden a darles un significado dentro de sus conocimientos cotidianos, lo cual resulta en una cantidad de confusiones e ideas alternativas que no permiten construir nuevos aprendizajes adecuados científicamente. Galagovsky et al, (2011).



Se ve entonces en lo dicho con anterioridad el papel fundamental que los saberes previos tienen en la construcción de cualquier noción científica. Pero esto no sucede únicamente en el contexto educativo, sino en cualquier contexto donde se esté construyendo ciencia e independientemente del grado de profundización o especialización de las personas que estén involucradas. Por ejemplo, en el siglo XVII Galileo Galilei y Harriot observaron la Luna a través de telescopios distintos y realizaron dibujos muy similares de lo que vieron, sin embargo, las conclusiones que extrajeron de ellos fueron totalmente distintas. En los dibujos se observan irregularidades en las sombras sobre la Luna, Harriot no concluyó nada en absoluto pues estaba convencido por teorías de la época de que el cuerpo celeste era una esfera perfecta, mientras que Galileo concluyó que la Luna al igual que la Tierra poseía cráteres y montañas,

He aquí un ejemplo de cómo el significado transmitido por datos objetivos depende de los supuestos de partida (...). Una vez convertido a un nuevo modo de mirar, una vez abandonados sus viejos supuestos de partida, Harriot empezó a ver algo bastante diferente de la misma vieja luna, (Holton, 1993, p. 9).

Galileo debido a sus preconcepciones adquiridas a través de la técnica claro oscuro, pudo hacer deducciones cercanas al fenómeno real de las irregularidades observadas, no obstante, la idea de la perfección de la forma circular, no le permitió interpretar la trayectoria elíptica de los planetas que plantea las leyes de Kepler como ciertas, no solo porque era fiel seguidor de las teorías de Copérnico, sino también porque creía que las elipses propuestas por Kepler eran figuras repulsivas, faltas de sentido estético. Galileo era un gran admirador del arte renacentista por lo que aplicaba los criterios con los que lo juzgaba también a sus ideas de la naturaleza Holton, (1993).

El ejemplo analizado muestra cómo las preconcepciones determinan la clase de teorías o explicaciones que pueden construirse, es por esto que para la enseñanza de las ciencias pueden tomarse como punto de partida, bien sea para deconstruir ideas alternativas



o afianzar los conocimientos y la analogía es una buena herramienta, que puede hacer de puente entre preconcepciones poco adecuadas y construcciones más científicas.

Por otro lado, además de las analogías, los científicos como Maxwell, Einstein, entre otros, se han valido de la imaginación y de los experimentos mentales así denominados por Mach, (1897) para construir sus teorías, por lo que se considera a estos experimentos como recursos provechosos para lograr lo que se propone esta investigación, “son la construcción de un escenario hipotético donde se representan circunstancias o eventos que emergen de consecuencias igualmente creadas por el sujeto a partir de conjeturas que responden a una intencionalidad” Aguilar et al, (2011, p. 170) .

De esta manera, se entenderá por Literatura Científica a cualquier tipología textual (cuento, ensayo, artículo, poesía, fábula, novela entre otros) que desarrolle o explore un tema de interés científico, proponga un problema científico de manera novedosa, o informe acerca de adelantos importantes, no solo a través del lenguaje propio de la ciencia (este será tan sofisticado como se necesite y que se adecue a los saberes de los estudiantes), sino también, a partir de analogías de situaciones y expresiones cotidianas que permitan ejemplificar lo que se quiere aprender y reflexionar sobre las ideas previas del estudiante. Es un buen ejemplo de este tipo de lecturas las cartas de Euler a una princesa alemana, en la que le daba clases de temas científicos con un lenguaje no formal.



Capítulo III: Diseño metodológico

3.1. Explicación del diseño metodológico

La Investigación Acción Educativa (Restrepo) construye el conocimiento por medio de la práctica. Esta contribuyó a abarcar y mejorar una realidad social y educativa, recogió problemas prácticos y vinculados con un ambiente académico que corresponde a estudiantes de Licenciatura en educación de las ciencias naturales, lo cual indica que son profesionales conscientes de su condición de constante aprendizaje, la implementación de la investigación-acción educativa, contó con la total colaboración de los participantes en la detección de necesidades (ellos conocen mejor que nadie la problemática a resolver, la estructura a modificar, el proceso a mejorar y las prácticas que requieren transformación) y en la implementación de los resultados del estudio. Teniendo en cuenta que la disciplina en este proceso será indispensable para formar mejores maestros. Dicha metodología consta de tres fases las cuales mencionaremos a continuación

3.1.1. Fase 1. Deconstrucción (Caracterizaciones iniciales y prueba diagnóstica)

En esta fase de la investigación se diseñan tres instrumentos a saber: una encuesta a través de la cual se pudo caracterizar a los estudiantes además de indagar sobre el gusto por la lectura, (Anexo 3: Caracterización de estudiantes). De la respuesta se puede concluir que la mayoría de los estudiantes, leen lo que les toca, solo algunos se acercan a ella de manera autónoma y sus gustos son diversos, aun así, consideran que la lectura es relevante en el aprendizaje de conceptos porque para ellos cobrarían sentido de forma natural, ya que su mayor dificultad es entender los enunciados.



Como segundo instrumento, se hace observación en clase para hacer una lectura de contexto desde la cual se pretende observar la manera en que los estudiantes argumentan desde sus aprendizajes las respuestas que dan a diferentes situaciones, de allí se pueden extraer varias ideas: Hubo poca participación por parte de los estudiantes ante situaciones problemáticas propuestas y cuando se animaban a hacerlo sus argumentos presentaban ideas alternativas desde lo conceptual, aunque sus respuestas operativas fueron acertadas; se infiere entonces la dificultad de interpretación tanto de los enunciados, como de las respuestas obtenidas, al pretender direccionar esta investigación en un enfoque interpretativo de cómo van los procesos de pensamiento y desarrollo cognitivo de los estudiantes, es decir qué nivel de abstracción han adquirido para hacer lectura .

Como un tercer instrumento, se diseña una prueba diagnóstica relacionada particularmente con la energía y conceptos relacionados con ella, cuyo objetivo era mirar el estado de sus ideas (Anexo 4, Prueba Diagnóstica).. A continuación, nos centraremos en una descripción más detallada de sus respuestas.

La prueba diagnóstica consistió en un cuestionario de ocho preguntas, a través de las cuales se pretendía conocer las definiciones que tenían los maestros en formación acerca de los conceptos energía, trabajo, calor y ley de conservación de la energía. Además, se quería saber qué papel le daban a la Literatura Científica en la enseñanza de la física como el complemento de la nueva propuesta pedagógica, como parte de la investigación y se les solicitó responder la prueba con la mayor objetividad posible.

La exposición frente a la prueba diagnóstica comprometió a los estudiantes con un primer momento de conocimientos aplicativos y en un segundo momento con una



reflexión literaria que les permitió a través de un ejercicio analógico, reflexionar sobre algunas problemáticas de manera cualitativa que pudieran presentarse en la vida cotidiana; quizás no de la manera metafórica que fue empleada en el texto, pero explicando así, la forma muchas veces intangible, como se expresa la energía en el planeta. (Anexo 4, Prueba Diagnóstica)

3.1.2. Fase 2. Reconstrucción-intervención

Para la fase de reconstrucción se plantea una secuencia didáctica, Tobón (2010) constituida por tres planes de clase los cuales van en pro de la didáctica de la enseñanza de la física dando respuesta a lo que plantea el curso y aportando en las clases desde los documentos propuestos por el y la docente que lo orientan, siempre en sintonía de energía.

3.1.2.1. Plan de clase uno: Interactuando con la energía. Interactuando con la energía, tiene como objetivo identificar el efecto que tiene la energía en los procesos de transformación dentro de los sistemas. Consta de cuatro momentos; el primero de los cuales funciona como una mini prueba diagnóstica, en el segundo se analiza la energía mecánica dentro de un sistema, en el tercero se analiza las transformaciones de las energías que componen la energía mecánica en un sistema compuesto por la tierra y un dispositivo que se elaboró en clase, mediante el cual se puede calcular y analizar las transformaciones de unos tipos de energía dentro del sistema, además, de considerar los mecanismos de transferencias (trabajo y calor) y la degradación de la energía y el último contiene un cuento de Richard Feynman (1963) para hacer una analogía con PCE donde se identifican sistemas. Es claro que el plan presenta desde tres aspectos el PCE, kinestésico, metafórico y algorítmico.



En este plan de clase se trazó una serie de veinte preguntas donde se quiso averiguar las nociones de los docentes en formación acerca de ciertos conceptos y además se plantearon varios experimentos mentales en los que se puso en cuestión la energía y sus variables relacionadas. Dividido en cuatro momentos, los tres primeros de ellos correspondieron a las actividades descritas y el cuarto momento propuso una narración que relata una historia en la que los procesos analógicos son permanentes y se comprende el conjunto nombrado como sistema, para definir y entender el concepto de energía.

Terminando con unas preguntas sobre el texto haciendo especial énfasis en el reconocimiento del sistema como medio para identificar el accionar de la energía en el medio físico. Además, expone situaciones que parecieran muy cotidianas y lo son, pero la analogía se construye en la medida en que uno de los personajes describe los fenómenos físicos (tangibles e intangibles) con ecuaciones que recogen esa realidad, en el lenguaje propio de los profesionales de la física.

3.1.2.2. Plan de clase dos: Creando con la energía.

Creando con la energía. Cuyo objetivo es caracterizar los diferentes tipos de energía mediante un ejercicio estético de escritura, este consiste en un primer momento que contiene un recorrido general por conceptos propios del campo de la energía trabajadas hasta este nivel (física clásica) donde incluimos además la energía nuclear, como insumo del cual los estudiantes pudieran valerse para dar respuesta al reto que se plantea en un segundo momento, elaboración de un cuento con relación a los conceptos de la energía, trabajo y calor como creación literaria y en el tercer momento se pide la elaboración de un dibujo donde plasmen los conceptos estudiados dando fe de su comprensión, a la vez que manifiestan una



capacidad por la interpretación gráfica del fenómeno, lo cual es fundamental para las formas de expresión en el aula: oral, escrita, gráfica, teatral, etc. Esta estrategia permite que los maestros en formación logren trascender al lenguaje simbólico y/o gráfico. El trabajo de todo el plan fortalece la interacción con los diferentes tipos de energía a la vez que exige el manejo de los tres aspectos del lenguaje matemáticos utilizado en la física; el coloquial en la elaboración del cuento, el simbólico desde las formulas y el gráfico a través del dibujo. Además, se pueden presentar los conceptos al menos en tres formas: visual, analógico y gráfico

Para este plan de clase se propusieron las definiciones de algunos conceptos relacionados con la energía y se les pidió a los docentes en formación que los analizaran y a partir de ellos construyeran un cuento y lo acompañaran con un dibujo. Dichos relatos se socializaron y las representaciones gráficas terminaron expresando lo que para los estudiantes significa el contexto, más algunas de las representaciones son susceptibles de ser mejoradas a través de un lenguaje verbal que amplíe la comprensión del concepto que se intentó definir.

3.1.2.3. Plan de clase tres: Energías sostenibles.

El objetivo de este plan consiste en asumir una postura responsable sobre el uso de las energías sostenibles en pro del cuidado de nuestro planeta. Consta de tres momentos; en el primero se presentan dos textos que los estudiantes deben relacionar, a la vez de identificar la degradación de la energía, debido a los procesos de transformación y transferencia de la misma dentro de los sistemas. En el segundo momento se analiza un artículo de prensa (noticia) donde se traten temas de energía para hacer un contraste desde la física, en relación con el uso cotidiano del término. En el tercero se pide realizar una reflexión desde los aprendizajes que hayan



atravesado a los estudiantes, durante todo el trabajo realizado sobre el concepto de energía; esta será la prueba reina para determinar de una manera global en qué medida se ha movilizadado un cambio conceptual en ellos, desde lo crítico, lo disciplinar y desde la narrativa.

La secuencia didáctica tiene una función de formación integral, evaluación permanente y participativa que pretende dar respuesta a diferentes niveles de abstracción. Los modelos científicos suelen tener un nivel de abstracción alto debido a su grado de formalización. Este hecho hace que los estudiantes encuentren dificultades en la comprensión de los conceptos científicos. De ahí que tanto el dibujo como los modelos analógicos son recursos didácticos indispensables para su práctica, donde ellos pueden expresar la experiencia estética que acaban de gestar para sí mismos y compartir con los demás, con la elaboración del cuento sobre las energías los estudiantes se movieron por un proceso de recepción del mensaje del texto, luego establecieron la trama o la relación analógica, para finalmente enumerar los temas contenidos en el texto, estableciendo una postura con la cual pudieran interpretar el mensaje de la lectura.

Este último plan de clases terminó siendo el énfasis de la propuesta en la Literatura Científica para la nueva estrategia de la clase de física, con dos textos y ocho preguntas, se quiso llevar a los maestros en formación por una ruta de conceptos, analogías y realidades que les permitiera ampliar el campo de las narrativas para expresar opiniones sobre fenómenos y conceptos; teorías fundamentadas y datos de actualidad que serán insumos importantes para su desempeño posterior.

1 8 0 3

3.1.3. Fase 3. Evaluación



Es también importante que se considere respecto del problema de investigación los siguientes cuestionamientos: ¿qué más se necesita saber del problema?, ¿qué falta estudiar o abordar?, ¿qué no se ha considerado?, ¿qué se ha olvidado? Las respuestas a estos interrogantes ayudarán a saber dónde se encuentra ubicada la investigación en la evolución de la evaluación del problema y qué nuevas perspectivas se podrían aportar para replantear la investigación.

La evaluación de los resultados del proceso de investigación, comprende una dimensión bastante amplia dentro de lo que significa la prueba orientada a maestros en formación en enseñanza de la física, aunque los resultados evidencian falencias, olvidos o desconocimientos propios de un proceso de aprendizaje, no debe olvidarse la difícil tarea que deben asumir los estudiantes al introducirse en la comprensión del marco contextual de la física y el campo conceptual de la pedagogía, ya que de no tenerlo presente, tanto el diseño de las pruebas como el análisis de los resultados, carecerán de objetividad a la hora de su presentación.

A diferencia de la evaluación tradicional donde abundan los exámenes, pruebas y otros instrumentos basados mayormente en la medición cuantitativa, la evaluación del enfoque cualitativo de la investigación, permite el análisis pedagógico de los aprendizajes basados en éste tipo de planes de clase, los cuales dan fe en sus resultados, de una actitud propositiva hacia la construcción del conocimiento a partir de realidades plausibles que deben abordar los sujetos de estudio (maestros en formación), para luego ir a recrearlos con sus estudiantes.

Una valoración muy positiva de la evaluación en su ejecución, es la adopción por parte de los estudiantes de una estrategia alternativa de enseñanza-aprendizaje, valorando el



nivel de aprovechamiento académico de los mismos en el campo de la física (independientemente de su nivel de formación,) y gracias a la formación pedagógica que reciben durante el pregrado, prima en determinado momento el interés por saber cómo se da en estos futuros maestros, la dinámica o cómo ocurre el proceso de aprendizaje.

3.1.4. Categorías de análisis

A continuación, las categorías que sustentan la investigación, la construcción, definición y aplicación de la estrategia didáctica, entendiéndose por categoría los términos que diferencian varios elementos dentro de una misma unidad, atribuyéndoles una jerarquía. Se eligen las siguientes: Afectación, Experimentos físicos, Argumentación, Experimentación mental, Abstracción y Reflexión

Tabla 2: Categorías de análisis

Categorías	Definición	Niveles
1. Afectación	Teoría del vínculo: En el campo externo el sujeto se relaciona con objetos externos, es decir, fundamentalmente con otros sujetos y eventualmente con cosas. (Pichón, 1980) y estas deberán atravesar al sujeto (Larrosa, 2007)	Discrepar: diverge del concepto instaurado en estructura vs pregunta que exige argumento y lo reconoce.
		Deliberar: Cuestiona el estatus de las ideas alternativas o preconceptos
		Solucionar: Resuelve situaciones con su presupuesto de conceptos y /o actualizándolos.
2. Experimentos Físicos	Herramienta propia de la ciencia por la cual se pretende replicar un fenómeno observado tantas veces sea necesario en las mismas o	Crear: Propone mecanismos creativos para la deconstrucción y reconstrucción de los conceptos acercándose más a los consensuados por la comunidad científica.
		Observación: Describe los fenómenos físicos observados mediante el dispositivo elaborado.
		Categorización: identifica los conceptos físicos que intervienen en la actividad experimental



	<p>diferentes condiciones. (Arrieta, 2002), afirman que no es suficiente para la conceptualización</p>	<p>Indagación: Formula interrogantes con relación al fenómeno observado</p> <p>Reconocimiento: verifica que los datos experimentales dependen de la modificación de las variables</p> <p>Validación: Construye relaciones del modelo físico con el entorno, identificando las regularidades que se encuentran en el fenómeno físico.</p>
<p>3 Argumentación</p>	<p>Es un grupo de proposiciones del cual se dice que una de ellas se sigue de las otras, consideradas como base o fundamento para la verdad de éste (Copi 2013). Weston (2006).</p>	<p>Parafrasear y diagramar: Produce algunas afirmaciones que hacen referencia a la situación</p> <p>Explicar: Formula proposiciones que relacionan los conceptos con los modelos o las leyes físicas</p> <p>Razonar: Respaldar sus razonamientos con analogías, metáforas o ejemplos.</p> <p>Argumentar complejamente: Comunica a partir de razonamientos físicos la relación entre la energía y la cotidianidad utilizando un discurso adecuado emitiendo un mensaje completo, de forma oral o escrita.</p>
<p>4. Experimentos mentales:</p>	<p>Escenario hipotético en la mente, para dar solución a un fenómeno observado en el que no se pueda experimentar directamente o para anticipar su ocurrencia, favoreciendo la imaginación, la utilización del lenguaje, los fines didácticos entre otros, acuñado por Mach "Gedankenexperiment" en 1897, citado por Aguilar 2011</p>	<p>Recrear: utiliza metáforas y/o analogías en relación con la energía</p> <p>Caracterizar: atribuye cualidades a personajes en los cuentos</p> <p>Inferir: Realiza hipótesis relacionadas con los sistemas y los procesos energéticos desde los textos</p> <p>Representar: simboliza situaciones en coherencia o paradójicamente (adrede), de acuerdo con las leyes de la física y el concepto de energía</p> <p>Proponer: descubre soluciones a las diversas situaciones planteadas de manera novedosa</p>
<p>5. Abstracción</p>	<p>"Proceso mental que se lleva a cabo "por las personas cuando se quiere considerar de modo separado las cualidades o características básicas de un objeto, o en su defecto al objeto per se" Ucha, 2014. (Delorenzi, et al, 2014)</p>	<p>Asociación: Vincula dos o más clases, creando un elemento de clase distinto.</p> <p>Generalizar: Sistematiza características comunes de una clase para tener una más general o superclase</p> <p>Construir: Elabora un nuevo modelo compuesto de otros elementos.</p> <p>Clasificar: Especifica características comunes de un conjunto de datos para formar una categoría a la que pertenecen</p> <p>Aislar: Separa propiedades o el concepto de la energía sin tener en cuenta otros rasgos</p>



6. Reflexión

El estudiante es consciente de su propio proceso de aprendizaje, no sólo en vinculación con su contenido, sino, fundamentalmente, en función de las estrategias discursivas que emplea (Habermas, citado por Millán, 2012) haciendo uso de esos conocimientos adquiridos para una civilidad según (Henao, 2013, p 134-161)

Contrastar: Diferencia el concepto de energía desde la física con el término utilizado en el lenguaje cotidiano

Reconocer: Está de acuerdo que el tema de energía afecta a todos los individuos de una comunidad

Distinguir: diferencia entre fuentes de energías renovables y no renovables

Participar: Hace crítica constructiva acerca del panorama energético

Formular: Propone soluciones respecto al uso indiscriminado del término y de la energía

Nota. Pichón. Teoría del vínculo. 1980. Larrosa, Jorge. Literatura, experiencia y formación. Leer y releer. 2007. (48) 5-35. Arrieta X. Del Experimento al Concepto. Encuentro Educativo Vol. 9, N9 2 (2002), 125-146. Copi, I. Introducción a la lógica. (2013) 7-59; 540-564. Weston, A. (2006). *Las claves de la argumentación*. Barcelona: Aguilar et al, (2011). A propósito de los experimentos mentales: Una tentativa para las construcciones de explicaciones en ciencia. Revista Científica. Volumen Extra. *Revista Científica*, 169-174, Habermas, J. 1973b. Teoría della societa o tecnologia sociale, in J. Habermas et al, (eds), Teoría della societa o tecnologia sociale. Milan: Etas Kompass Libri, 95-195. Palacios, L., (2013) Formación Científica en y para la civilidad: un proposito ineludible de la educación en ciencias. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 134-161

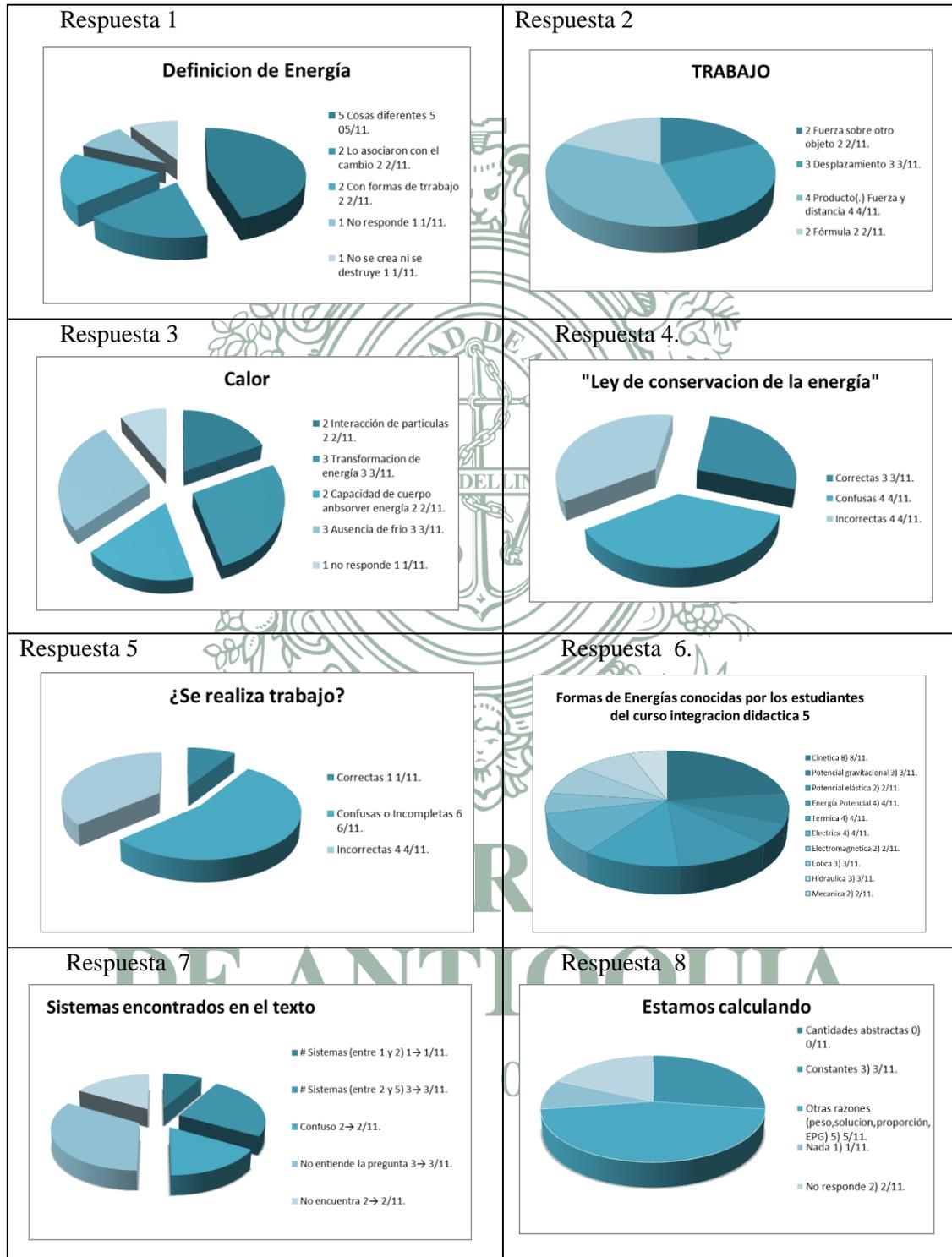
Capítulo IV: Análisis de resultados

4.1.Desde la prueba diagnóstica (Tabla 3, Análisis de los gráficos de la prueba diagnóstica)

La prueba diagnóstica (Anexo 4, Prueba Diagnóstica) consistió en un cuestionario de ocho preguntas, a través de las cuales se pretendía conocer las definiciones que tenían los docentes en formación acerca de los conceptos energía, trabajo, calor y ley de conservación de la energía. Además, se quería saber si podían identificar las interacciones que emergen en y de los sistemas; determinar la existencia de trabajo o no mediante un ejercicio de análisis y las transformaciones de la energía, finalmente observar si podían establecer una relación analógica entre el cuento de Feynman (1963) (LC) y el PCE. La prueba se efectuó a once personas, a continuación, se resumen gráficamente los resultados obtenidos.



Figura 2. Respuestas de la prueba diagnóstica.





A continuación, se presenta la tabla 3 con los análisis realizados a partir de las gráficas donde se muestra en las respuestas de los estudiantes, comparadas con respecto al total de ellos (participantes) frecuencia relativa; pues, aunque la investigación es de enfoque cualitativo no implica que se puede realizar un análisis cuantitativo Delorenzi, (2014). Aquí se interpreta como ha sido la apropiación de concepto con energía y otros relacionados. De esta tabla se puede concluir que los aprendizajes al respecto de la energía han sido de tipo mecánico, están incompletos y no los han atravesado, es decir, sus argumentos no revelan comprensión más allá de la fórmula.

Tabla 3: *Análisis de los gráficos de la prueba diagnóstica.*

Grafico	Análisis de los gráficos de la prueba diagnóstica
1	Se observa que la mayoría de los estudiantes (6 de 11) definen la energía en términos de los conceptos relacionados como el trabajo y la ley de la conservación de la energía. Además, puede verse que cuatro de ellos se acerca a la noción construida en este trabajo (ver marco teórico) de la misma forma que se presenta en los libros de texto. Se evidencia además la presencia de ideas alternativas.
2	4 de los encuestados definen el trabajo en términos operativos (fórmula) pero ninguno da una definición del concepto como tal, de forma cualitativa
3	Se identifican algunas definiciones, dos de los estudiantes dan una respuesta cercana a la definición de calor de acuerdo al paradigma actualizado por parte de la comunidad Científica mientras que en una de ellas todavía se considera el término energía calórica como una forma de energía evidenciando la presencia de ideas alternativas de este y los demás.
4	El 27% del total de estudiantes dan una respuesta acertada acerca del PCE
5	Solo un estudiante da una respuesta acertada, dos de ellos incorrectas, y los demás dan respuestas incompletas de acuerdo al análisis
6	Las respuestas sobre tipos de energía más conocidas por los estudiantes en orden descendente son: Cinética, térmica, potencial (sin especificar), eléctrica.
7	Cuatro estudiantes pudieron identificar sistemas a partir de la analogía, los demás tuvieron confusiones
8	Solo tres estudiantes relacionaron las ecuaciones del texto como mecanismos para hallar una constante, los demás tuvieron otras respuestas.

Elaboración propia



4.2. Análisis de los planes de clase

Las Tablas 4, 5, 6, 7 y 8 recogen las respuestas de los estudiantes al Plan de clase uno, de manera textual.

Tabla 4 *Respuestas del plan de clases 1 momento 1*

Respuestas Plan de clases 1, Momento 1. (1 a la 5) La energía en nuestro entorno					
Grupo	1, ¿Qué debe ocurrir para que un cuerpo adquiera movimiento?	2, ¿Los objetos inanimados tienen energía? Si No, Explique	3, ¿Qué pasa si sueltas un objeto desde la azotea de un edificio de 20 pisos?	4. ¿Qué ocurre cuando un futbolista patea el balón?	5. ¿Cuáles tipos de energía utilizaste en las últimas tres horas?
1	Para que un cuerpo adquiera movimiento, debe estar sometido a una fuerza externa de este cuerpo, diferente a cero	Sí, porque cualquier objeto tiene una energía interna	Si la piedra está sometida a una aceleración, va a adquirir una energía potencial, que se transforma en energía cinética	La pierna del futbolista actúa como fuerza externa y dota al balón de una aceleración que lo hace mover	Energía mecánica, Energía Calórica, Energía Eléctrica
2	Que se aplique una fuerza sobre el cuerpo	Sí. Por ejemplo dependiente de la posición puede tener energía potencial	Pierde energía potencial y gana energía cinética	Se transmite energía cinética del futbolista al balón, lo cual produce movimiento al balón	Energía Calórica, Energía Mecánica
3	Que le apliquen una fuerza	Sí, porque la energía no solo se presenta cuando hay movimiento	Cae con una velocidad dependiendo de la masa, cambia su energía potencial	Su energía cinética cambia y la potencial también	Cinética, solar, eléctrica y térmica
4	Que se le aplique una fuerza externa	Si. Porque tiene energía potencial	Pierde energía potencial y gana energía cinética	Se establece el principio de la conservación de la energía, puesto que hay un contacto	Energía potencial Cinética, Potencial eléctrica, energía mecánica,



Nota. Transcripción de la aplicación del plan de clases No1, Momento 1 (elaboración propia)

Tabla 5

Respuestas plan de clases 1, momento 2.

Respuestas Plan de clases 1, Momento 2. (6 a la 9) La Energía Mecánica.				
Escribe tus conocimientos sobre cada uno de los conceptos que se ponen a continuación				
Grupo	6. Energía Cinética	7. Energía Potencial Gravitacional	8. Energía Potencial elástica	9. Conservación de la Energía Mecánica
1	Es el producto del movimiento de un cuerpo dentro de un sistema bien definido (Sist. Elástico)	Es el producto debido a la altura de un objeto dentro de un sistema bien definido	Es el producto debido a la elasticidad	No redacta texto, socializa
2	La energía que permite el movimiento	La energía que se da por la fuerza gravitacional		La energía inicial de un sistema mecánico es igual a la energía final de ese mismo sistema
3	Cuando un cuerpo cambia su posición	Cuando un cuerpo se ve afectado por la fuerza de la gravedad	cuando un cuerpo (resortes, entre otros) se ve alterado en su forma	La energía no se crea ni se destruye, se transforma. No varía con el tiempo
4	Es aquello que se da en el movimiento	Depende de la posición, gravedad y altura	Se pensaría para todos los objetos que rodean un coeficiente de elasticidad	Todo el proceso que se da en una interacción de movimiento

Nota. Transcripción de la aplicación del plan de clases No1, Momento 2 (elaboración propia)

1 8 0 3

Tabla 6. *Respuestas plan de clases 1 momento 3.*

Plan de clases 1, Momento 3, Observa el video (10 a la 12)			
Grupo	10. El cálculo de la energía del sistema	11. ¿Qué le ocurre a la pelota pequeña	12. Encuentra la altura que alcanza la pelota pequeña a



	después de soltar el sistema? ¿Por qué?	partir de la ley de la conservación de la energía
1	No redacta texto, socializa	
2	Al inicio de la experiencia la energía del sistema es la suma de las energías potenciales de las 2 pelotas, al caer la energía potencial, se va convirtiendo en energía cinética y en el choque con el piso toda la energía elástica pasa a la pelota pequeña a través de la pelota grande dándole más energía cinética	En la respuesta anterior está el por qué Será la suma de las alturas a las que rebotaría cada pelota individualmente
3	La pelota grande le transfiere energía a la pelota pequeña	Consigue una altura mayor a la inicial ya que la pelota mayor le transmite su energía La altura es mayor a la inicial
4	Para analizar la energía del sistema tenemos en cuenta dos movimientos, la de una pelota sola y la de la masa generada por dos pelotas para poder tener en cuenta cálculos para hallar las pérdida de energía y la ganancia de esta en algunos momentos	Gana mucha más energía que estando sola. Porque interactúa con dos colisiones elásticas Se pensaría en los elementos para relacionar la formula y en los momentos presentados en los sistemas para luego sacar un posible sistema de ecuaciones y despejar altura

Nota. Transcripción de la aplicación del plan de clases No1, Momento 3 (elaboración propia)

Tabla 7. Respuestas plan de clases 1, momento 4

Grupos			
Plan 1, Momento 4. (13 a la 16)			
Lee y responde con base en tu comprensión			
13. ¿Qué se estaría calculando si quitáramos los primeros términos de las ecuaciones del texto?	14. Cuántos sistemas identificas en el texto anterior?, descríbelos	15. ¿Cuáles analogías encuentras entre el texto y la ley de la conservación de la energía	16. ¿Qué es lo que más te sorprende del texto de Feynman (1963)?

Grupo 1



Grupo 2	Número de bloques que no se ve	La habitación, la caja, la bañera, los bloques, el jardín, y las combinaciones entre ellos	La cantidad de bloques mientras la habitación esté cerrada siempre van a ser los mismos bloques, al igual que la energía en un sistema cerrado.	La capacidad deductiva que tiene la madre
Grupo 3	4.1 peso de los bloques 4.2 peso de los bloques + altura que se eleva al echar los bloques	Caja de juguetes Bañera con el agua y bloques	Que la energía no se crea ni se destruye, se transforma	Que la mamá se interese por los cambios que se ve en los bloques y que se preocupe por resolver este problema
Grupo 4	La cantidad de bloques que hay en la caja	Infinitos sistemas	Relación de mantener siempre los 28 bloques con la conservación de la energía	

Nota. Transcripción de la aplicación del plan de clases No1, Momento 4 (elaboración propia). Feynman,. 1969. “¿Qué es la ciencia?” Physics Teacher. Sep. 1969

Tabla 8. Respuestas plan de clases 1, momento 4

Plan de clases 1, Momento 4. (17ª la 20)				
Lee y responde con base en tu comprensión				
	17. ¿Cómo explicas eso que te sorprende?	18. Enuncia una hipótesis que relacione los puntos 16 y 17 , y que se derive del texto de Feynman (1969)	19. ¿Utilizarías este tipo de textos literarios para la enseñanza de la física? Si No. Explica	20. Regálanos un comentario evaluativo de este tipo de trabajo didáctico:
Grupo 1		No escribe texto, socializa		
Grupo 2	No escribe texto, socializa	1 8 0 3 No escribe texto, socializa	Si. Porque a partir de ellos se puede relacionar con el mundo cotidiano y eso ayuda a una mejor comprensión del tema	Son muy interesantes porque nos da la posibilidad de observar la física desde otras perspectivas



Grupo 3	No es costumbre que una madre se preocupe por este tipo de situaciones	Si es extraño que una madre se preocupe por los juguetes. Por qué la madre de Daniel se interesa por esto	Si. Es una forma práctica de enseñar la física, ya que en muchas ocasiones se cae en el error de ser muy teóricos	Es una estrategia interesante ya que se comparte conocimiento, se interactúa con actividades experimentales
Grupo 4	No escribe texto, socializa	No escribe texto, socializa	Nos ha puesto a pensar mucho. Pone a prueba lo que se ha aprendido en la carrera. Buena actividad, cuestiona la forma en como entendemos los términos	No escribe texto, socializa

Nota. Transcripción de la aplicación del plan de clases No1, Momento 4 (elaboración propia), Feynman, 1969. “¿Qué es la ciencia?” Physics Teacher, Sep. 1969

4.2.1. Desde el plan de clase 1: interactuando con la energía. (tablas 4, 5, 6, 7 y 8)

Esta actividad se propone para realizar en cuatro grupos. Se planteó una serie de veinte preguntas donde se quiso averiguar las nociones de los estudiantes acerca de ciertos conceptos relacionados con la energía y además se plantearon variados experimentos mentales en los que se puso en cuestión energía y sus variables relacionadas (Anexo 5, Plan de Clase 1)

La siguiente tabla nueve muestra un esbozo del estado de las ideas de los estudiantes, pues el plan de clase uno funciona a la vez de actividad diagnóstica como también de punto de partida para crear conflicto cognitivo en los estudiantes en cuanto a dar explicación completa a las situaciones planteadas desde su presupuesto de conocimientos. Por esta razón es al único plan al que se le realizan dos análisis de resultados, el primero como se dijo con anterioridad en la búsqueda de dificultades de los



estudiantes para comprender el concepto de energía y conceptos relacionados y un segundo a partir de las categorías de análisis elegidas, expresadas en la tabla (2) de la sección 3.1.4. Categorías de análisis

Tabla 9. *Análisis de resultados al plan de clases uno.*

Pregunta	Resultados del plan de clases uno				
	1	2	3	4	5
Momentos					
1	Todos los grupos atribuyen el movimiento de un cuerpo a la acción una fuerza externa que cambia su estado de reposo.	Mientras dos grupos consideran que los cuerpos en reposo tienen energía interna, los otros dos dicen que sí, pero porque se lo imaginan con energía potencial gravitacional.	En dos de los grupos les falta precisar el análisis del sistema completo (energía potencial gravitacional). Los otros dos grupos los conceptos están aún más confusos.	Se evidencia imprecisión en los argumentos para completar el análisis de la conservación de la energía desde un sistema, sin embargo la idea está latente.	Podemos analizar que la energía cinética y mecánica son las más recurrentes, aunque aún persiste la idea alternativa (energía calórica) de considerar calor como una forma de energía. Y falta precisar una energía potencial se da en virtud de una interacción dentro de un sistema
2	El concepto en los cuatro grupos se asocia al movimiento.	Se observa un cambio bastante extraño pues uno de los grupos describe que la energía cinética y la potencial son energías que se definen con respecto a un sistema, situación que	Tres grupos consideran la energía potencial elástica está presente siempre que esté presente en un sistema un coeficiente de elasticidad.		



		no se había evidenciado hasta el momento.			
3	Los estudiantes elaboran el dispositivo, observan el fenómeno, además de consignar sus apreciaciones (les falta emitir un mensaje que un posible lector pueda interpretar completamente el fenómeno).	Los estudiantes están observando una transferencia de energía, les falta refinar su argumentación.	Se hace un intento de modelar el fenómeno observado dentro de un sistema.	Nota: Los estudiantes del grupo uno, elaboran el dispositivo, observan el fenómeno, pero no registran respuestas en la guía.	
4	Se observa un hecho muy interesante y es que a partir del texto de Feynman (1963) todos los estudiantes pudieron hallar la relación entre la conservación de la energía y su narración. Lo anterior podría indicar que a través de la literatura y sus analogías los estudiantes comprenden los conceptos físicos de mejor manera. Además, al pedirles valorar el plan desarrollado los mismos estudiantes manifiestan que es una muy buena experiencia pues permite una mayor reflexión acerca de cómo se han construido esos conceptos y cómo deberían entenderse.				

Nota: Elaboración Propia

A partir de ahora, este análisis será el que da cuenta del cambio conceptual generado en los estudiantes o fortalecido si es que sus ideas se acercan de manera satisfactoria a las del paradigma actual.

La tabla diez expone los hallazgos desde las categorías de análisis de resultados del plan de clase uno

Tabla 10. *Análisis de resultados desde las categorías de evaluación Plan de clases 1*

Análisis de los resultados desde las categorías de evaluación Plan de clases 1		
Categorías	Resultados	Análisis de resultados
Afectación	Todos resuelven las preguntas de los conceptos tratados, desde el formulismo físico de manera escrita pero al socializar se encuentran emocionados por haber encontrado analogías. Todos tienen claro el	Los estudiantes están más familiarizados con análisis de fuerzas Se abre un mundo de nuevas experiencias científicas desde donde se comienza a trabajar en lectura, escritura y



	<p>cambio de estado de reposo sufrido por un cuerpo, bajo la acción de fuerzas externas.</p> <p>Hay reconocimiento por parte de algunos /as estudiantes que los aprendizajes no los tienen tan claros como creían</p>	<p>oralidad desde lo disciplinar para ir construyendo conocimiento en el aula.</p> <p>Se crea el clima emocional de aceptación del que nos hablaba Silvia Stipch</p>
Experimentos Físicos	<p>Hay apropiación general de los conceptos de tipos de energía.</p> <p>Todos reconocen que los datos experimentales dependen de la modificación de las variables.</p> <p>Todos vinculan la energía con situaciones diversas de nuestro entorno.</p> <p>La mayoría tiene claro los tipos de energía que conforman la energía mecánica y la ley de conservación de la misma.</p> <p>Todos identifican la transferencia de</p> <p>La energía de un sistema es conservativa</p> <p>Todos describen los fenómenos físicos de los conceptos tratados.</p>	<p>Tratan de modificar el dispositivo para analizar el fenómeno.</p> <p>En este caso el cuerpo cae libremente bajo la acción de la gravedad, gana energía cinética y pierde energía potencial.</p> <p>Esto explica por qué en el conjunto de las dos esferas al caer, la esfera pequeña sube a una mayor altura que cuando se deja caer libremente sola.</p> <p>Los experimentos físicos con una preparación previa y buen sustento conceptual, producen apropiación del conocimiento.</p>
Argumentación	<p>La mayoría identifica las ecuaciones de los tipos de energía en la ley de conservación de la misma, a partir del análisis del dispositivo elaborado</p> <p>La mayoría tiene claridad en las definiciones, pero se dan cuenta que la elaboración propia de ellas es incipiente y requiere trabajo.</p>	<p>Hay análisis crítico en el análisis del texto propuesto y como resultado identifican varios tipos de sistemas (abierto, cerrado, aislado).</p> <p>Un buen manejo de lo conceptual asociado a la práctica, desemboca en la resolución exitosa de problemas en cualquier ciencia.</p> <p>Se asume un compromiso de trabajar en los argumentos propios de forma escrita.</p>
Experimentos Mentales	<p>Todos recrean analogías en relación con la Energía.</p> <p>La mayoría asocia sistemas a los conceptos tratados.</p>	<p>En un principio, la lectura del cuento parecería que no tenía nada que ver, sin embargo fue configurándose la idea.</p> <p>El trabajo que implicó dar características de unos elementos a otras abrió sus mentes y manifiestan asombro y alegría pues encuentran varias relaciones y otras alternativas desde donde puedan abordar su estudio.</p>
Abstracción	<p>La mayoría identifica sistemas en el texto de Feynman(1969).</p>	<p>En la transformación de la energía se evidencia la ley de la conservación de la misma.</p>



	<p>La mayoría tiene claro el concepto de Energía. Todos asocian los tipos de energía a la ley de conservación de la misma.</p>	<p>La abstracción mental hace de nuestro cerebro un laboratorio donde podemos recrear diversos experimentos, particularmente con la energía.</p>
Reflexión	<p>La mayoría diferencia el concepto de energía de otros significados. Todos reconocen que el tema de Energía afecta a los individuos de una comunidad.</p>	<p>Todo ente capaz de generar cambio está asociado al concepto de energía. Se puede afirmar que dependemos de la energía para nuestras actividades diarias. Los conceptos de la física están más ligados a la vida diaria de lo que se reconoce realmente.</p>

Nota: Feynman, Richard. 1969. "¿Qué es la ciencia?" Physics Teacher. Sep. 1969

4.2.2. Desde el plan de clase 2: Creando con la energía.

Se plantearon las definiciones de algunos conceptos relacionados con la energía y se les pidió a los maestros en formación que los analizaran y a partir de ellos construyeran un cuento y lo acompañaran con un dibujo. Dichos relatos se socializaron y los participantes manifestaron cuál relato atrajo más su atención, cuáles personajes se acercan de mejor manera a los conceptos tratados y se les pidió una opinión acerca de la pertinencia de esta metodología para acercarse al concepto de energía (pregunta seis). Finalmente, se les propuso el relato "El Olimpo de las energías" y se les pidió que emitieran un concepto acerca de él. Sin embargo, debido al tiempo que se invirtió en los cuentos y los dibujos, las personas evaluadas no respondieron todas las preguntas, se recogen entonces sólo las respuestas de la pregunta seis que obtuvo seis respuestas.

A continuación, se muestran algunas de las transcripciones de los cuentos creados en el primer momento del plan y los dibujos asociados a ellos.

A partir de los relatos es fácil concluir que los encuestados no dejan de lado los conceptos relacionados como calor y trabajo, sino que los mezclan con los de energía y



tienden a confundirlos. Se pone de manifiesto, además, que las confusiones persisten ya que por ejemplo aparece el término energía gravitacional o el de energía química.

Tabla 11. *Respuesta: Plan de clases 2 momento 2, Cuentos elaborados por los estudiantes.*

Cuentos elaborados por los estudiantes	
Cuento 1	Cuento 2
<p>Pedro el molesto se encontraba en su humor natural y se levantó para su nuevo empleo. Él cargaba cajas en Home Center, pero un nuevo modelo de negocio para la explotación laboral lo llevó a perder su dinero ganado por el día.</p> <p>Pedro fue donde su jefe, él le explicó que en Home Center se trabajaba y se pagaba desde el trabajo físico y no fisiológico, es decir como llevó y trajo cargas de cajas desde un punto a otro, los trabajos netos o totales se sumaban y restaban todo el tiempo, y su trabajo neto realizado es aproximadamente cero, entonces Pedro el curioso, cedió su energía y su trabajo y por esto siguió molesto.</p>	<p>... La Energía muy asombrada le ofrecía su ayuda y manifestó su inconformidad, Y la energía mecánica murió. Aún se desconoce las causas de su muerte era inconcebible que eso sucediera como “algo” que estaba inmerso en todos los procesos y actividades de la vida cotidiana y que además es la suma de sus otros amigos la energía cinética y la energía potencial podría llegar a su fin.</p> <p>En el funeral entre llantos y murmullos, suspiros se escuchó una voz grave que decía ¡yo sé quién la mató! Exaltados, asustados y conmovidos todos los asistentes del funeral deciden llamar a las autoridades a la Polienergy.</p>
Cuento 3	Cuento 4
<p>Se encontraba la energía potencial abrazada firmemente a una esfera llamada Suan. Lo misterioso aquí es que Suan lloraba desconsoladamente y no quería expresar al resto de los presentes lo que lo aquejaba en su situación actual.</p> <p>Después de que con insistencia la Energía, el ser más complejo, sabio y viejo acompañado con sus hijitos le preguntaron por su afán, Suan se animó a contar.</p> <p>Resulta que siempre había permanecido en reposo a pesar de que su madre continuamente lo incitaba a jugar por su miedo a experimentar la presencia del movimiento, por lo tanto, su fiel amiga la energía potencial se almacenó en su ser y no lo abandonó en ningún momento.</p>	<p>Un día estaba Laura en una clase de la Universidad, allí la pusieron a hacer un cuento que incluyera ciertos conceptos relacionados con la energía; allí estaban las definiciones de calor, energía potencial, energía cinética, mecánica, trabajo y energía nuclear; pero afortunada o desafortunadamente hace poco tuvo una exposición en la materia relacionada con el tema y pensó. ..¿Dónde rayos está la energía Química? Mientras masticaba el buñuelo que los queridos compañeros de la práctica le dieron. Se preguntaba qué pasa con la energía química de su cuerpo mientras digería ese buñuelo, la glucosa para quitarle el sabor salado que el queso le proporcionaba a la masa, cómo cada partícula y componentes de esta. Lograban que ella se sintiera bien, con fanas de realizar la actividad.</p>



La energía muy asombrada le ofreció su ayuda y manifestó su inconformidad con este hecho, le dijo que la vida es de riesgos y que ya debía perderle el miedo al movimiento, y dialogó con Energía Potencial para que animara a Suan a lanzarse de lo alto.

Al mucho tiempo de influenciar a Suan este aceptó y se dispuso una reunión de diversas energías para analizar cómo iban a intervenir en la caída y hacer desaparecer el miedo de Suan sustituyéndolo por una experiencia divertida.

Después de mucho hablar se concretó el día.

Al poco tiempo el Movimiento llegó, Suan un tanto temeroso se lanzó, poco a poco la compañía de Energía Potencial disminuyó y apareció abrazándolo firmemente la Energía Cinética cada vez más fuerte, al descender notó un leve cambio en su temperatura, pues había chocado con un frío resorte con gran coeficiente de elasticidad haciéndose presente la Energía Potencial Gravitacional devolviendo al aire a Suan.

Después de la experiencia Suan agradeció a Energía y a todos sus hijos por brindarle su amistad y por pedirle evidenciar que a pesar del movimiento Energía Potencial no la iba a abandonar siempre. Por lo tanto con mucho ánimo y entusiasmo Suan en su vida se animó siempre a disfrutar y experimentar

Cómo las moléculas eran descompuestas en su organismo, de manera mágica, para poder estar bien. Se preguntaba si esa energía química también Aplicaba a la cafeína que tenía lo que le dieron a beber, como a afectaba eso a su sistema nervioso central haciéndola sentir despierta; viene a su mente algo que leyó y que un queridísimo amigo intentó explicarle: “Todas las energías, están compuestas de la energía potencial y la cinética” y que los compuestos de esa glucosa en algún momento tenían energía potencial respecto a otro, o que se movían velozmente para poder descomponerse y así brindarle la “energía” que tanto necesitaba; en ese momento se sintió tan confundida que mejor se puso a pensar en todos los mosquitos que habían en el salón y a preocuparse porque tal vez por esa cafeína y glucosa, y por toda la energía química que le produjeron ,no podría dormir esa noche.

Cuento 5

Sí señor,
Señor, somos la revolución, nosotros transmitimos y transformamos estamos en todos los procesos para cambiar a este estado, el estado, los estados.

En nuestro grupo hay siete personas: cinética, gravitacional, mecánica, la elástica, térmica y nuclear.

¡Ojo!, aquí nombré a seis.

Cinética es la más movida, está muy activa en nuestro estado, gravitacional y elástica son las hermanas potenciales, la primera se posiciona muy bien en los espacios físicos, nos sirve para la recolección de información ¡No, no es chismosa!, es una espía, la segunda la asociamos con la fuerza, cuando enfrentamos a algunos adversarios puede ser un resorte.

Mecánica nos ayuda a mejorar la relación entre cinética y potencial. ¡Claro, nos conviene

Cuento 6

La energía se sentía confundida con eso que las demás hablan de que ella ni se crea ni se destruye. Ella en su soledad se sentaba largas horas a pensar cómo es que existía si no fue creada y si llegaría el día en que estaría sola en este mundo. En su preocupación quiso buscar más como ella.

Así que se dio a la tarea de publicar en periódicos, redes sociales y en todo lugar que fuera visible puso el siguiente letrero “Se busca alguien que no sea creado ni se destruya para pasar juntos hasta la eternidad.” Este mensaje se hizo tan viral que hasta en el noticiero de las 7 pm salió. Energía muy emocionada por ella decía solita no estaría más. Pero paso un día, dos días, las semanas y los meses y energía perdía la esperanza. Pero llegó el día en el que su timbre sonó y empezó a ver cómo iba llegando una tras otro y todos se sentaron a hablar y comenzó una pareja de esposos que se hacían llamar energía mecánica y contaron su historia de amor que la resumieron en que su época de soltería uno se llamaba



que se unan la que mejor se mueve y la chismosa!, eh, digo, la espía.

Térmica, es la más interna en la revolución, ella actúa siempre y cuando el estado tenga temperaturas, es decir siempre.

Nuclear por su parte, no sé muy bien que hace, es nueva y es prima de gravitacional y elástica.

¿Se preguntarán por el séptimo miembro?, Pues bien, soy yo, la revolución, que soy todos y cada uno de los demás, sí, todos.

Nuestra función.

Nosotros vamos a lograr el calor en la sociedad.

energía cinética y que solo se asociaba con el señor movimiento que era su mejor amigo y esposo era la energía potencial gravitacional que el centro de fuerza era su único vecino pero los dos se conocieron cuando buscaban dar respuesta a muchos conceptos de la ciencia y decidieron sumar sus energías y formar el matrimonio de energía mecánica y así dar respuesta a preguntas que ayudaron al mundo.

En la sala estaba también la energía potencial elástica que habló que durante estos años había ayudado a los resortes, que era una energía que asociada la fuerza de los resortes, se encontraba energía térmica que trabajaba internamente en un sistema y su jefe era la temperatura y por ultimo llega la energía nuclear que se especializaba en la energía potencial de los núcleos y así en su reunión la energía comprendió que solita no va a estar solo porque comprendió que ella ni se crea ni se destruye porque puede ser todas las energías que se reunieron.

Cuento 7

¡Mamá! ¡Mamá! - dijo la Energía Nuclear a su madre la gran Energía- convence a Cinética y a Mecánica que yo soy mejor que ellas. Antes de poder responder entraron Elástica y Térmica que eran ellas quienes se sobreponían a sus hermanas.

Su hermano menor el Trabajo apoyaba en su premisa a su mella la energía Cinética. Entre tanta gritería, la mamá no supo como calmar a sus hijos y fue la mayor y más sensata de todas, la Energía Gravitacional, quien explicó que no había una forma de energía más importante que las demás, que todas eran igual de "mejores" e incluso complemento de las demás.

En ese momento llegó su padre El Calor y al enterarse de la discusión y observar a su mujer la Energía, pensó en qué egoísta hubiera sido concebir un solo tipo de energía.

Cuento 8

Mi otro yo

Mi nombre es Energía y siempre me he cuestionado acerca de quien soy, mis amigos siempre me dicen que soy diferente, que parezco alguien que se transforma, pero yo me siento bien. Mi madre en cambio dice que soy especial pero no entiendo porque quiere llevarme siempre al médico si yo me siento muy bien. El medico por el contrario siempre me pregunta: ¿Cómo te sientes? Y yo solo tengo una respuesta: ¡me siento rara! Y el médico me dice que debo tener paciencia, aun no entiendo que es lo que me pasa; siempre siento que estoy bien pero no me siento yo. A veces soy energía cinética, otras mecánica, potencial, pero pocas veces me siento como lo que soy, energía; y es que es algo que no puedo controlar simplemente así nací, así me forme y tengo que lidiar con esto, aprender a manejar esto, aprender a convivir con mis otros yo.

Nota: sistematización cuentos elaborados por los estudiantes, en el plan de clases 2, momento 2.

Figura 3. Ilustraciones de cuentos elaborados en el curso de Integración Didáctica V en el plan de clase 2 momento 3

Respuesta Plan 2 momento 3. Graficos elaborados por los estudiantes



Tabla 12. *Análisis de los resultados desde las categorías de evaluación Plan 2: Creando con la energía.*

Análisis de los resultados desde las categorías de evaluación plan 2		
Categorías	Resultados	Análisis de resultados
Afectación	La mayoría realiza el ejercicio de escribir un cuento en relación con la energía.	El ejercicio se convirtió en un reto que la mayoría logra enfrentar unos con mayor claridad conceptual que otros.
	Un solo estudiante manifiesta la dificultad de dicha tarea.	La elaboración del cuento implica claridad conceptual y trascender a recrearlo.
	Se observan ejercicios creativos, para crear conflicto cognitivo.	Al plantear los problemas cada estudiante le da una solución al conflicto cognitivo.
Experimentos Físicos	Todos describen los fenómenos físicos de los conceptos tratados.	Los experimentos físicos con una preparación previa y buen sustento conceptual, producen apropiación del conocimiento.
	Hay apropiación general de los conceptos de tipos de energía.	
	Todos reconocen que los datos experimentales dependen de la modificación de las variables.	
	Todos vinculan la energía con situaciones diversas de nuestro entorno.	
Argumentación	La mayoría argumenta con la creación de cuentos los conceptos de trabajo, calor y energía.	Hay análisis crítico en la creación de cuentos asociados a los conceptos de trabajo, calor y energía.
	La mayoría tiene claridad en las definiciones.	La adquisición del conocimiento con buenos fundamentos, permite la transmisión de los mismos creando altos niveles de aprendizaje, particularmente en las ciencias físicas.
		(Dibujo cinco) sistema tierra- bola – resorte Argumenta en forma oral, que la bola cae desde una altura respecto a la tierra. (Dibujo 4) se grafica un desplazamiento y por tanto trabajo nulo desde la física.
Experimentos Mentales	Todos recrean analogías a través de cuentos, en relación con la Energía.	Pedro el molesto (cuento 1) realiza en ejercicio de contraste entre los



Personifican las características de algunos tipos de energía.

significados de trabajo en dos contextos el cotidiano y desde la física.

(Cuento 2) misterio por la muerte de la energía mecánica: recrea la degradación de la energía por lo cual ya no puede producir trabajo útil.

(Cuento 3 y 7) realiza configuración de sistemas análoga con familia de energías y analiza las transformaciones de la energía mecánica.

(Cuento 4) narrativa con interrogantes acerca de lo confuso de configurar los sistemas para relacionar los tipos de energía.

(Cuento 5) Realiza una analogía de los cambios de estado de la materia con los cambios en una sociedad desde su estado de gobierno.

(Cuento 6) Recrea la dificultad de comprender el PCE.

(Cuento 8) Mediante una metáfora, plantea la dificultad para definir la energía.

(Dibujo 6) realiza un sistema parental entre las diferentes formas de energía y los mecanismos de transferencia (trabajo y calor)

La mayoría tiene claro el concepto de Energía.

La mayoría asocian los tipos de energía a la ley de conservación de la misma.

En la transformación de la energía se evidencia la ley de la conservación de la misma.

(Dibujo tres) los personajes entran y salen del escenario análogo a las interacciones de los sistemas.

(Dibujo 7) Aplicación hipotética de la energía mecánica que impide la invasión de los castillos de dos reinos distintos, como el puente tiene forma similar a una parábola. Abstracción, reflexión, argumentación, experimento mental y afectación.

(Dibujo 8)

Crisis o duda existencial sufrida metafóricamente por la energía y para ello da unas pistas en el cuento concluyendo que depende de las configuraciones de los sistemas podría manifestarse. Abstracción.

Abstracción



Reflexión

La mayoría diferencia el concepto de energía de otros significados.

Todos reconocen que el tema de Energía afecta a los individuos de una comunidad.

Todo ente capaz de generar cambio está asociado al concepto de energía.

Se puede afirmar que dependemos de la energía para nuestras actividades diarias.

(Dibujo tres) los personajes entran y salen del escenario análogo a las interacciones de los sistemas.

El conocimiento en ciencias emancipa.

Nota. Elaboración propia

4.2.3. Desde el plan de clase 3: Energías sostenibles.

Este plan de clase, conformado por tres momentos, se centra en las energías renovables cuya finalidad es contribuir con el equilibrio de nuestro planeta:

En el primer momento se proponen dos lecturas (Anexo 7, Plan de clases 3) cuyo tema central es la entropía de un sistema, en el segundo momento se expone una lectura que muestra el panorama energético (del año 2016) en Colombia y en el tercer momento se invita a los docentes en formación a que construyan un texto acerca del potencial de las energías renovables y su aplicación.

Las tablas 13, 14 y 15 presentan las respuestas que dan los grupos de estudiantes al plan de clase tres.

Tabla 13: *Respuestas de los estudiantes. Plan de clases 3 momento 1.*

Plan de clases 3, Momento 1: orden o desorden (1 a la 4)				
Grupo	1. ¿Qué relación encuentras entre los textos anteriores?	2. ¿Qué entiendes por entropía de un sistema?	3. ¿A qué tipo de energía se refieren en los textos anteriores?	4. Mencione las diferencias y/o semejanzas entre los textos anteriores



1	Se relacionan al hablar de entropía.	La entropía de un sistema alude al desorden de éste, producto de un proceso o indica cuan “ordenado” o “desordenado” está.	Energía microscópica y macroscópica, calor.	Ambos trabajan el concepto de entropía y se diferencia en que uno está relacionado con la termodinámica clásica y el otro con termodinámica estadística.
2	Se trabaja la segunda ley de la termodinámica por medio de ejemplificaciones.	Entropía como desorden del sistema, que siempre aumenta tras un proceso.	Energía térmica.	En el demonio de Maxwell el sistema termina de forma ordenada (lo que es una contradicción con la entropía) mientras que en el segundo texto si se tiende al desorden tanto con las fichas del rompecabezas como con el del café.
3	En los dos textos se mencionan la temperatura y tratan de explicar fenómenos por medio de ejemplos	Desorden, cambio.	Térmica, cinética y potencial.	Un ejemplo imaginario-ejemplo real.
4	Los dos textos hablan de propiedades que se cumplen cuando se mezclan dos sustancias o dos elementos.	Es el cambio o pérdida de energía que posee un cuerpo.	Energía térmica.	Semejanza: se tienen dos sustancias o un recipiente dividido en dos partes, en ambos se explica cómo se puede generar un cambio, dependiendo de la temperatura.
5	La entropía de cierto modo es el nivel de desorden que hay en el universo, que va aumentando siempre...	Nivel de desorden que hay en un sistema que se da por la adición de un trabajo.	Energía térmica.	El demonio de Maxwell estaba organizando el sistema, mientras que en el segundo todo tendería a desordenarse y los dos intentan explicar el mismo fenómeno pero por diferente vía, uno macro (Universo) y micro (taza de café).



Tabla 14: *Respuestas de los estudiantes. Plan de clases 3 momento 2.*

Plan de clases 3, Momento 2. (5 a la 7)			
Panorama energético en Colombia (2016)			
Grupo	5. ¿Qué es lo que más te sorprende del texto?	6. ¿Cómo explicas eso que te sorprende?	7. Mencione y defina los tipos de energías limpias a que hace alusión el texto anterior
1	Existe poco uso de energías libres.	Las dinámicas del mercado impiden su desarrollo y utilización.	Las energías limpias son las que surgen de la utilización de los procesos naturales (mar, del agua, viento, etc...) energía eólica entre otras.
2	Que se desarrollen energías limpias a partir de residuos de biomasa.	Nos sorprende porque no conocíamos que se pudiese desarrollar energía de ésta manera, por lo tanto no sabemos cómo funciona.	Energía eólica producida por los vientos, hidráulica por aguas, solar producida por el sol, química interacción atómica de combustión.
3	La construcción de una planta generadora de energía eólica.	Ya que es algo que ayuda a la humanidad para el abastecimiento eléctrico.	Energía eólica producida por el viento, solar producida por el sol.
4	Sorprende conocer que en el cabo de la vela y puerto bolívar hay un parque eólico.	Me sorprende debido a que no sabía que eso existía en ese lugar.	Energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz.
5	No sabía que los residuos de biomasa podrían producir energía y que Colombia tuviera tanta posibilidad y material para implementarlas.	Me sorprende porque no sabíamos que existía y por la descomposición de esos materiales se produce algún gas que genera energía.	Energía eólica: turbinas que giran con el viento, química: materiales orgánicos que por descomposición producen energía, solar: los rayos solares impactan en placas que producen energía, hidráulica: el agua hace mover turbinas que producen energía eléctrica.

Nota Sistematización respuestas al Plan de clases 3, momento 2



Tabla 15: Respuestas de los estudiantes Plan de clases 3, Momento 3

Plan 3, Momento 3, (8)	
Reflexión sobre la energía	
Grupo	8. Escribe un texto donde menciones el potencial de nuestro país para desarrollar energías limpias y en que regiones del mismo se pueden aplicar.
1	No escribieron texto. Socializaron
2	Nuestro país tiene potencial para desarrollar energías limpias por la gran cantidad de recursos naturales que tiene, podríamos aplicarla en lugares como la Guajira, el Chocó, Amazonas o en cualquier región del país, ya que las energías limpias pueden mejorar las condiciones ambientales y económicas del mismo.
3	No escribieron texto. Socializaron
4	Consideramos importante y oportuno que se implementen más lugares en los que se cree conciencia del por qué se deben utilizar más los paneles solares, así mismo sería mejor que éstos paneles solares fueran más económicos ya que así es más fácil de tener y por ende se puede ayudar más al cuidado del planeta.
5	Texto igual al grupo 2.

Nota Sistematización respuestas al Plan de clases 3, momento 3

Ahora en los análisis de resultados desde las categorías de evaluación del plan de clase tres que se muestran en la tabla 16 se pretende interpretar la evolución de las ideas de los estudiantes desde un momento inicial a otro actual, pues en el plan de clases tres se resumen gran parte de las actividades propuestas tanto escritas como socializadas al grupo de estudiantes del curso Integración Didáctica V de la Lic. En matemáticas y física de la Universidad de Antioquia.

Tabla 16: Análisis de los resultados desde las categorías de evaluación plan 3

Análisis de los resultados desde las categorías de evaluación plan de clases 3		
Categorías	Resultados	Análisis de resultados
Afectación	Todos tienen claro el concepto de la entropía como medida termodinámica y su relación con la energía.	La entropía nos da una medida termodinámica del grado de desorden de un sistema.



	<p>La mayoría tiene claro el concepto de energías renovables y su aplicación.</p>	<p>Es el momento de sustituir energías a base de combustibles fósiles por energías que no dañen nuestro planeta.</p>
Experimentos Físicos	<p>Todos describen los fenómenos físicos de los conceptos tratados. Hay apropiación general de los conceptos de energías renovables. Todos reconocen que los datos experimentales dependen de la modificación de las variables. Todos vinculan la energía con situaciones diversas de nuestro entorno.</p>	<p>Los experimentos físicos con una preparación previa y buen sustento conceptual, producen apropiación del conocimiento.</p>
Argumentación	<p>La mayoría identifica los sistemas como parte esencial para la solución de problemas de entropía. La mayoría tiene claridad en las definiciones tratadas en este plan de clase.</p>	<p>Hay análisis crítico en el análisis de los textos propuestos y como resultado identifican sistemas. Un buen manejo de lo conceptual asociado a la práctica, desemboca en la resolución exitosa de problemas en cualquier ciencia.</p>
Experimentos Mentales	<p>Todos recrean analogías en los textos en relación con la entropía. La mayoría asocia sistemas a los conceptos tratados. Todos proponen soluciones amigables con el medio ambiente y de carácter sostenible.</p>	<p>La abstracción mental hace de nuestro cerebro un laboratorio donde podemos recrear diversos experimentos, particularmente con la energía.</p>
Abstracción	<p>Todos tienen claro el concepto de entropía. Todos asocian las energías renovables a un bienestar de la humanidad.</p>	<p>La vida en nuestro planeta cambia si cambiamos energías fósiles por energías sostenibles.</p>
Reflexión	<p>La mayoría diferencia el concepto de entropía y energías limpias de otros significados. Todos reconocen que el tema de Energías limpias y cómo afecta a los individuos de una comunidad. Todos diferencian las fuentes de energías renovables y no renovables.</p>	<p>Todo ente capaz de generar cambio está asociado al concepto de energía. Se puede afirmar que es urgente cambiar las energías obtenidas de combustibles fósiles por energías limpias. Hay que utilizar energías renovables para cuidar de nuestro hábitat. Todas las personas deben tener una alfabetización sobre el tema de energía, tanto para su uso adecuado, como para participar en la toma de decisiones.</p>

Nota. Elaboración propia



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

A manera de evaluación del proyecto llevado a cabo con el grupo de estudiantes se invita para que se expresen la coevaluación y autoevaluación de las actividades propuestas, obteniéndose los siguientes resultados consignados en la tabla 17 además de las respuestas expresadas por escrito las cuales se hayan en el (Anexo **14** Respuesta de Estudiantes a Coevaluación).



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



Tabla 17: *Respuestas de los estudiantes a la coevaluación de metodología y mediación de LC*

Coevaluación acerca de la metodología utilizada y la mediación de Literatura Científica	
Pregunta:	¿Consideras que la Literatura Científica y la metodología utilizadas en la secuencia didáctica influyen en la apropiación de conocimientos en física?
Si	Sí. Nos lleva a una apropiación del concepto más allá de la definición con una simple fórmula.
Si	Sí. Porque son formas de presentar los conceptos acordes con analogías en la vida cotidiana además, por ser socializado se complementan sobre lo conceptual (trabajo en equipo)
Si	Sí. Representamos por medio del relato "natural"-cotidiano- algo que es conceptualmente más riguroso (haciéndole un poco más tangible)

Nota: sistematización Coevaluación.

A continuación, se presenta en la tabla 18 la evaluación y coevaluación que realizaron los estudiantes del curso Integración didáctica V de la Lic. En matemáticas y física de la Universidad de Antioquia al finalizar las intervenciones concernientes a la secuencia didáctica

Tabla 18: *Evaluación y coevaluación de los estudiantes*

Evaluación y Coevaluación de los estudiantes	
Estudiante 1	Estudiante 2
Autoevaluación	Autoevaluación
Desde mi disposición para con las actividades fue en general positiva, ya que me interesé y participé en las mismas.	Considero que las actividades planteadas durante el curso produjeron una reflexión sobre los conceptos que consideraba hasta el momento "bien claros" y en este sentido, he tomado la labor de hacerme más a ellos.
Desde las actividades, a pesar de que a veces eran poco comprensibles y necesitaba de especificaciones como lo fue el primer trabajo con preguntas relacionadas a la Energía, se entendió, desarrollo y aprendió a partir de ello lo que en	Coevaluación Es por ello también, que las actividades propuestas las considero como efectivas y



sentido tenía las actividades.

Mi nota cuantitativa es 4.7

Evaluación

Creo que las actividades realizadas fueron oportunas y que van enfocadas al tema que quisieron tratar que fue el de Energía, articulando bien los contenidos con las estrategias.

En cuanto a las estrategias que implementaron, me parecen muy didácticos e interesantes, que pueden abarcar varios tipos de inteligencias y posiciones subjetivas; se resalta el mapa conceptual (que fue algo exagerado y dificultoso en cierto grado), las preguntas sobre la Energía (las cuales faltó especificación y claridad). En cuanto a la actividad experimental, (fue muy interesante y significativa).

proporcionaron un ambiente agradable para el trabajo grupal y a su vez dieron pie para autoevaluar (Coevaluar) a los compañeros por medio de los aportes con los que participaron en cada uno de los trabajos. La nota para la autoevaluación y la evaluación del trabajo realizado por ustedes es 5.0

Estudiante 3

Autoevaluación

Considero que pude haber aportado mucho más a la investigación, pues no hice algunas cosas de las que propusieron. Lamentablemente el horario fue un poco complicado, pues me encontraba agotado. A pesar de esto intenté participar en las actividades pues algunas si eran motivantes para mí.

Evaluación del espacio

Fue muy interesante la relación entre la literatura y la física. Personalmente me motivó a buscar más literatura sobre el tema. Las preguntas que nos hacen nos llevan a cuestionarnos permanentemente sobre lo que se supone ya sabemos y sobre todo para qué lo

Estudiante 4

Autoevaluación

En sentido de participación siento que sólo no colaboré mucho en la última actividad, pero siempre estuve dispuesto a realizar las actividades a pesar de estar cansado y desanimado 5.0

Coevaluación

Me parece que las actividades vinculadas directamente con la literatura son una maravilla y que logran desarrollar muy buenas actividades a pesar de lo difícil por el horario y el cansancio, pero a pesar de esto traían un incentivo alimenticio, lo cual me parece muy bello de parte de ustedes. En lo personal me gustó mucho. Tal vez cuidar un poco de forma de preguntar, para evitar asegurar



aprendemos.

A veces no encontraba un hilo conductor entre las actividades y me perdía un poco.

La comida estaba deliciosa.

cosas que de pronto no se saben.

Gracias por todo aprendimos mucho: 5.0



Estudiante 5

Autoevaluación

Considero que mi participación con los trabajos propuestos fue buena, en cuanto a que desarrolle a cabalidad los mismos y que me cuestioné, recordé y analicé las temáticas dadas. Además, puse adecuada atención a las actividades compartidas por los compañeros, en especial la actividad de los cuentos. Por otro lado, aprendí mucho más de la energía ya que realmente había olvidado muchos aspectos con relación a esta, y fue muy grato poder relacionar las explicaciones dadas con nuestro trabajo de la energía en el mismo curso de didáctica. Aprendí que tenía diversas concepciones alternativas acerca de la energía y las pude transformar. Por lo tanto, creo que mi autoevaluación es buena.

Evaluación

Me parece importante resaltar las intervenciones de acerca de la energía con

Estudiante 6

Autoevaluación

Considero que tuve la mejor disposición para realizar las actividades planteadas por ustedes, aunque había olvidado muchas cosas sobre el tema hice mi mayor esfuerzo en recordarlas y hacer las actividades de la mejor manera. Aprendí mucho con ustedes y creo que eso es lo más importante.

Evaluación

Me parece que todas y cada una de las actividades planteadas por ustedes estuvieron muy buenas y pertinentes, aprendí mucho. La disposición de ustedes hacia nosotros fue muy buena, estaban atentos y dispuestos a ayudarnos con las dudas sobre el tema, la motivación con la comida resalto fue muy buena y por eso les agradezco mucho. Aprendí, me refí y me goce sus actividades. ¡Gracias!

1 8 0 3



relación a cada una de las temáticas trabajadas en el curso, ya que permito una mayor comprensión de la energía. Por otro lado, considero que fueron muy buenas las intervenciones realizadas, el experimento mostrado y en especial la construcción del cuento ya que puso a prueba nuestra comprensión de los conceptos y nuestra creatividad. Lo que resalto de sus actividades es que no fue solo una aplicación de pruebas, sino también una retroalimentación.

Estudiante 7

Autoevaluación

En general siento que trabajé todo lo pedido, participé con entusiasmo de todas las actividades propuestas y traté de estar atenta a lo explicado porque en realidad había muchas cosas que no sabía y ustedes me enseñaron. Además, hay que ser sinceros, como teníamos el tema de energía eso me motivó a estar muy pendiente de las actividades y de lo que nos comentaban.

Evaluación

Me parece que todas las actividades estuvieron muy interesantes, algunas un poco difíciles porque era para hacerlas sin aviso (cuento), la asistencia de Luz Dary fue muy constante y sus aportes a la clase, me hubiera gustado ver más a menudo a sus compañeros, les agradezco y resalto la comida, aunque fuera por interés no veía la hora de que llegaran a hacer sus actividades. Me hicieron replantear mis

Estudiante 8

Las actividades fueron muy creativas y considero pertinentes para una buena enseñanza de los conceptos tan amplios de la energía. Es una manera diferente y complementaria a lo que se está acostumbrado. Los compañeros encargados de esta práctica tuvieron muy buena disposición y muy atentos con los problemas y dificultades que se presentaron en las actividades.



conocimientos, darme cuenta que son muy pocos o incluso erróneos, eso se los rescato demasiado, porque no sé si fue con intención o no, pero lograron que me preguntara si en realidad he aprendido tanto como debería. ¡Gracias!



Estudiante 9

Estudiante 10

Autoevaluación

Partiendo de la disposición que tuve y de la participación podría decir fue buena. Nota: 4.0.

Evaluación del trabajo de los practicantes.

Me parece que las actividades estuvieron muy bien planeadas y organizadas. Además son actividades que buscan que la creatividad fuera un papel fundamental en el momento de solucionar.

Nota: 5.0

La manera en que se llevaron a cabo las diferentes actividades fue muy interesante, se evidenció un amplio manejo del tema por parte de los practicantes y es de resaltar la buena disposición de la compañera Luz Dary quien hacia aportes de interés a las discusiones sobre los temas tratados en el curso y ofrecía un apoyo para cualquier duda. Muy buena la intención de relacionar la narrativa con temas tan aparentemente alejados de la física. Felicitaciones por ese gran trabajo ¡Éxitos!

En cuanto a mi participación con el proceso considero que fue buena, siempre tuve interés y voluntad para desarrollar las actividades y disfrute de ellas, además me permitió evaluarme sobre cómo estaba en el tema de energía y que falencias poseía.



Nuestra Evaluación

A manera de evaluación, se considera de los estudiantes son un grupo de personas generosas dado que compartieron sus conocimientos, con actitud de disposición e interés por participar y construir conocimiento en el aula con trabajo colaborativo, con coraje para vencer obstáculos desde lo académico y lo vivencial, pues es de rescatar su lucha por no dejar cancelar el curso a pesar del cambio de horario de la mañana en dos días un bloque viernes en la noche de seis a diez dadas las dificultades de salud que presenta su docente orientador, el cual es relevado por una docente igual de comprometida en su tarea. A todos y todas muchas gracias.

En cuanto a los aprendizajes del concepto de energía y otros relacionadas con el mismo, se obtuvo un gran avance, pues, aunque en algunos de los estudiantes aún persiste el uso poco claro de términos, si se logra el reconocimiento de su parte de la necesidad de una resignificación de los conocimientos para sí mismos y darlos a entender con argumentos claros.

Se abre así un espacio de reflexión en cuanto a que la enseñanza requiere ser repensada y presentada desde diferentes perspectivas de acción y como docentes en formación es una doble responsabilidad porque repercute de manera clara en el futuro de la sociedad y el medioambiente.

La Literatura Científica aparte de ser novedosa acoge otro tipo de intervenciones y sobre todo la narrativa desde donde los estudiantes al elaborar un cuento, discurso entre otros va adquiriendo madurez en los procesos del pensamiento.

Aprendimos más de ustedes que lo que pudimos darles.



5. Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados obtenidos en el diagnóstico del grupo y en los planes de clase demuestran que existen grandes deficiencias conceptuales en los docentes en formación. Lo anterior podría explicar por qué los estudiantes de secundaria y algunos semestres de pregrado, tampoco comprenden el concepto y tienen tantas confusiones.

La mayoría de los conceptos relacionados con la energía son entendidos por los estudiantes en términos operativos. Sin embargo, estos suelen establecer las ecuaciones de los mismos sin reflexionar acerca de los problemas importantes que se pueden resolver a partir de ellas. Dicha forma de proceder, le da al estudiante la impresión de que la ciencia es algo acabado y sin evolución, pues no se reflexiona cómo y para qué, el ser humano inventó el concepto de energía.

El uso de la Literatura Científica, entendida como un grupo de textos caracterizados por proponer experimentos mentales desde situaciones cotidianas y además hacer uso de la analogía, permite a los estudiantes reflexionar acerca de las construcciones conceptuales que se han hecho de la noción energía y también, a partir de dicha reflexión, construir unas definiciones más correctas en la línea de la comunidad científica.

La utilización de la literatura potencia la adquisición de competencias en cuanto a lectura porque abre un abanico de opciones dentro de los géneros literarios para abordarla desde un pensamiento científico; en cuanto a la escritura porque puede utilizarla como herramienta para ir construyendo conocimiento, lo que implica que los estudiantes sean protagonistas de su proceso de aprendizaje de manera exigente y con relación a la oralidad porque al poner en común sus ideas y productos de escritura se abren discusiones en torno a



un tema desde diversos enfoques favoreciendo el trabajo colaborativo, la democracia, diálogo de saberes, el respeto por lo diferente, por el otro y sus formas de interpretar el mundo permitiendo reflexionar acerca de esa interpretación que va cobrando sentido en el entorno, articulando los saberes construidos en el aula con situaciones de la vida diaria y que requiere la participación de todos en la búsqueda del bien común incluyendo al medio ambiente.

Con el trabajo realizado se desmitifican varias ideas: la primera de las cuales es el pensamiento de que la ciencia es un tema para conversación de élites, la creencia ciega en que los libros de texto tienen la última palabra, que física sólo se aprende memorizando fórmulas que se van convirtiendo en lengua muerta que se utilizan sólo en problemas tipo, sin que con ello se garantice el sentido o interpretación de los fenómenos, olvidándose incluso que han tenido evolución y que no son ahistóricas.

La Literatura Científica no excluye la historia y epistemología de la ciencia, antes bien las abarca porque son numerosos los pasajes de la historia de los científicos recomendados por varias investigaciones como lecturas que se pueden abordar para el estudio de los conceptos, por ejemplo Kuhn en su artículo sobre la conservación de la energía habla de una lista de más de doce autores que aportaron desde diferentes campos al modo de razonamiento conservacionista y que todavía a esa lista le faltarían otros.

Así mismo, los libros de texto no le hacen justicia al concepto de energía, pues lo presentan dando rodeos, paradójicamente la literatura sobre el mismo es extensa comenzando por la epistemología del mismo.



Como estudiantes se hacen conscientes que la tarea de conceptualizar la energía requiere un proceso arduo, porque se deben romper varios mitos que son mutuamente excluyentes como por ejemplo que calor y trabajo no son formas de energía pero son energía en tránsito, configurándose como formas de transferirse la energía y que solo existen mientras se está transfiriendo energía, una vez se transfiere, dejan de llamarse calor o trabajo y la energía recupera su nombre, pensar por ejemplo que se puede medir la energía en los sistemas y que a pesar de ello, lo que percibimos de ella son las manifestaciones de acuerdo a la configuración de los sistemas, hace que la conceptualización sea esquiva. Ya fijado el sistema se puede analizar que efectivamente hay una cantidad que se conserva y que esto pasa pese a que durante los procesos se va disminuyendo la capacidad de realizar un trabajo útil que nos va llevando a un aparente equilibrio térmico, porque siempre durante esas transformaciones que sufre la energía habrá un porcentaje que se transfiere al mundo micro mediante el mecanismo del calor que a su vez se va transformando en energía cinética de las moléculas. Un ejemplo de ello, se da en las hidroeléctricas en donde se tiene un rendimiento del 90% y el 10% restante se transforma en energía interna que incrementa la energía cinética de las moléculas de los generadores.

Las analogías son formas de razonamiento que pueden potenciar la movilización del pensamiento cognitivo porque exige un juego de experimentos mentales que hace el estudiante frente a los fenómenos y lo pone en relación con los experimentos reales que replican del objeto estudiado y sobre la base que el mismo tendrá la tarea de solucionar la analogía; se realiza un doble trabajo para llegar a la conceptualización así por ejemplo como lo plantea Feynman, (1969) comparando la energía con el alfil del juego de ajedrez más o menos así: energía es casilla blanca como alfil es a transformaciones, porque no importa las jugadas que haya realizado un jugador, en el instante que sea observado el tablero, el alfil ocuparía una casilla blanca, de esta forma el tablero se puede ver como el sistema. De la misma manera Organista hace un análisis del cuento de Feynman (1969) en



donde Daniel, es un niño poseedor de una colección de 28 bloques indestructibles semejantes a la energía que no se crea ni se destruye y que su madre trata por varios medios de no perderlos. Pues bien, al llevar este cuento al aula, en el primer plan de clase se encontraron varias analogías dentro del cuento y la energía, por ejemplo: algunos estudiantes relacionaron el cuarto o habitación de Daniel con un sistema abierto, otros encontraron esta relación con la caja donde Daniel guardaba los juguetes (bloques) y un sistema aislado, cuando estaba cerrado y no dejaba escapar ningún bloque, las fichas o bloques serían el análogo a la energía. Hubo hallazgos valiosos como por ejemplo comparar la fricción con el tapete debajo del cual quedaban ocultos los bloques en ocasiones como también la bañera con agua sucia que impedía verlos a simple vista.

Y aunque la madre de Daniel les parecía psicorrígida, le reconocen como la observadora o investigadora, dándole el papel del científico, apartándose de una mamá común para la cual la pérdida de los bloques o su conservación pasaría inadvertida, como pasa para la mayoría de las personas. Esto los lleva a la reflexión final de porqué todas las personas por el sólo hecho de estar vivos y ser habitantes del planeta deberíamos saber de los procesos energéticos y participar de políticas que tengan que ver con la toma de decisiones acerca del mismo pues nos atañe a todos.

Al presentar una situación discrepante o contra intuitiva a los estudiantes y pedirles que den una explicación de lo observado argumentando de forma sólida, se puede llegar con ellos a crear una dinámica emocional de aceptación y a partir de allí empezar a construir el conocimiento, indagando la fundamentación teórica que propicien la adquisición de herramientas para mejorar esos argumentos, pero durante todo ese proceso se motiva un cambio conceptual que permita la conceptualización cercana a la comunidad científica. Para ello se considera el estudio de la energía a partir de la elaboración y observación de un dispositivo sencillo en donde se observa de manera real las



transformaciones que sufre la energía dentro de un mismo sistema, los llevó a manipular, calcular, observar, inferir y validar el fenómeno. El dispositivo consta de un cilindro elaborado con materiales baratos y fáciles de encontrar, los motiva bastante a trabajar en el rol de científico y a partir de allí se elaboran escritos y discusiones que ayuda en la apropiación de los conceptos pues en él se observa el trabajo necesario para llevar el dispositivo a una cierta altura con respecto al piso, en ese punto se puede calcular la energía potencial gravitacional, al liberarse se observa la transformación de esta en energía cinética y luego al colisionar con el piso la pelota de menor diámetro alcanza a superar la altura que inicialmente al liberarse sola, no alcanzaba y que al chocar con otra de mayor diámetro sujeta a un cilindro de acetato por donde puede deslizarse libremente, esto con el fin de controlar un poco su trayectoria recta, también permite la transformación en energía potencial elástica y las consecuentes transformaciones de parte de esa energía en energía interna dando lugar a la degradación pero que analizado el conjunto o sistema evidencia el PCE.

Es pertinente la realización de talleres en donde asistan estudiantes de diferentes unidades académicas, estableciendo un diálogo de saberes enriqueciendo el proceso de aprendizaje, por ejemplo, se da lugar al debate sobre las formas de razonar incluyendo el debate científico desde donde se obtienen elementos para abordar asuntos socio científicos como lo es el proyecto Hidroituango. Pues no basta con la implementación de medidas punitivas en la búsqueda de acciones encaminadas en la disminución del impacto global por los procesos energéticos, sino que desde esta propuesta se pretende crear conciencia desde la formación de sujetos críticos capaces de decidir y planificar cuales son las fuentes de energía limpias y renovables que se deberían elegir en aras de la conservación de los ecosistemas más allá de los beneficios económicos que han primado hasta ahora.



Recomendaciones

Se recomienda abordar los conceptos desde varias modalidades para las diferentes inteligencias y ritmos de aprendizaje.

Asimismo, incluir la lectura, escritura y oralidad involucradas en las tareas o actividades articuladas con el currículo, más allá de considerar que unos cursos son para aprender a escribir o leer, sino más bien planteándolas como tareas auténticas que potencialicen el cambio de pensamiento cognitivo y que involucre al estudiante en su propio proceso de aprendizaje, aprendiendo a aprender. Durante las actividades hubo uno de los estudiantes que expresa la dificultad ante la tarea de escribir, pero de acuerdo con la literatura abordada para el trabajo se encuentra que esto no solo le pasa a él, sino que es un problema de varios sistemas educativos hispanoamericanos y en la búsqueda por mejorar esto, universidades americanas como Princeton, Boise y Cornell según lo afirma Carlino en su artículo publicado en la Revista Latinoamericana de Lectura en el 2004, (pag. 16-27) Escribiendo a través del currículo, buscan mejorar en ese aspecto, no escribiendo por escribir sino haciendo uso de la escritura como herramienta potenciadora para acercamiento real al conocimiento de toda índole, esto a la vez promueve un trabajo interdisciplinar con otras áreas donde se puede sacar “zumo” de un mismo texto, como lo plantea Mariscal (2015) quien recomienda la lectura del Quijote desde varias áreas incluyendo el científico.

Esta práctica es el eje del Proyecto CLEO (Centro de Lectura, escritura y oralidad) de la facultad de educación, una iniciativa que pertenece al plan de fomento para la calidad y a su vez realiza acompañamiento a estudiantes de las diferentes unidades académicas en su vida universitaria para evitar la deserción. Allí se llega por una feliz casualidad, gracias a la línea de investigación elegida (Literatura Científica) para apoyar el componente matemático y dado que al realizar las prácticas en la Universidad dentro de un curso de intensidad horaria semanal se debía tiempo, el cual es invertido en dicho espacio, esto



permite reconocer la investigación como la alternativa correcta en cuanto a lo que se buscaba, encontrar los sentidos a las construcciones de los estudiantes.

Se propone la inclusión de la LC en los diferentes talleres para fortalecer la apropiación de conceptos desde diferentes áreas. Lo anterior hace pensar esta alternativa es válida y que ya está dando frutos sin haber salido a la luz, lo cual motiva para darle continuidad, pues de allí se desprenden aprendizajes valiosos como hacer uso de las narrativas para ir construyendo los conocimientos, indagar acerca de la historia y la literatura y poner en común el propio proceso de acercamiento al conocimiento para humanizar la educación y los conocimientos, porque al permitirse ser atravesados por ellos, ese proceso es dinámico, hace que los mismos conceptos cobren vida para quien se permite trabajarlos, reconoce que quizá en las primeras etapas debe desaprender para comenzar a construir y que permanentemente se reflexiona evaluando hacia dónde va porque la tarea no termina, ni es fragmentada como tampoco lo es la ciencia.

En la medida que los estudiantes se dejen involucrar en esta construcción, la tarea apenas comienza, de nuevo, dando la prioridad al sentir, para pasar luego a la forma esto es aprender sobre escritura, porque ello también conlleva a un trabajo arduo no muy fácil para unos, aquí está la invitación.

Para futuras investigaciones se recomienda tomar una muestra más grande de docentes para que se puedan analizar mayores formas de pensar y de ser posible que estos hayan sido formados en diferentes universidades, o en la misma, pero en diferentes unidades académicas donde la repercusión del aprendizaje en este sentido es relevante. Esto con el fin de concluir de manera más global cuáles son las falencias que se tienen desde la enseñanza del concepto de energía.



Además de las respuestas a los planes de clase, sería importante generar discusiones con los docentes estudiados y darles a conocer desde esta investigación y su marco teórico como se percibe el concepto de energía y sus demás conceptos relacionados. Lo anterior permitirá una verdadera reflexión por parte de los mismos y además un cambio real en su forma de aprender y enseñar. Dichas reflexiones y cambios deben también ser registrados y posteriormente estudiados.

Por último y no menos importante, los maestros en formación de la enseñanza de la física deben conservar su horizonte literario activo, al igual que los planes de curso universitarios; sea ésta de carácter científico o ilustración narrativa, la literatura para los docentes de cualquier área es la respuesta a las dificultades actitudinales y cognoscitivas de los estudiantes y de los mismos docentes en ejercicio. El énfasis pedagógico para los docentes en formación a través de la literatura será la clave para superar la barrera de un proceso de enseñanza de conceptos vacíos, a la formación de un campo conceptual para la práctica docente.



Referencias bibliográficas

- Aguilar, Y., y Romero, Á. (2011). A propósito de los experimentos mentales: Una tentativa para las construcciones de explicaciones en ciencia. *Revista Científica*. Volumen Extra. *Revista Científica*, 169-174.
- Arrieta X. y Marin N. Del Experimento al Concepto. *Encuentro Educativo* Vol. 9, N9 2 (2002), 125-146
- Ayala M., Mercedes. (1992) Enseñanza de la física para enseñanza de profesores de física. *Revista Universidad Pedagógica Nacional*. 1-7.
- Barrera J. Esneider A. y Builes P. Juan Sebastián (2016) Experimentos mentales con Literatura Científica para la comprensión del concepto de campo: una estrategia didáctica (Tesis de grado)
- Carlino, Paula. (2004) Escribir a través del currículum: Tres modelos para hacerlo en la universidad. *Revista Latinoamericana de Lectura*. Año 25.n.1. p. 16-27
- Carrascosa, J. (1983). Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias: Selección bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 1. pp. 63-65.
- Cervantes, A. (1987). Los conceptos de calor y temperatura: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 5. pp. 66-70.
- Copi, I. y Cohen C. Introducción a la lógica. (2013) 7-59; 540-564
- Doménech, J., Gil-Pérez, D., Gras, A., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J.,... Valdés, P. (2003). La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Vol 20. No 3 p.285-311.
- Doménech, J., Limiñana, R., y Menargues, A. (2013). La superficialidad en la enseñanza del concepto de energía: una causa del limitado aprendizaje alcanzado por los estudiantes de bachillerato. *Revista de Investigación y experiencias didácticas*, 103-119



- Domínguez y *Stipcich*. Una propuesta didáctica para negociar significados acerca del concepto de energía, *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7(1), enero de 2010, pp 75-92
- El Heraldo. (2016). 19 proyectos de energía limpia que aliviarían el sistema, pero siguen frenados. 10 de abril de 2016. Recuperado de: <https://www.elheraldo.co/local/19-proyectos-de-energia-limpia-que-aliviarian-el-sistema-pero-siguen-frenados-253596>
- Elkana. *The British Journal for the Philosophy of Science*, Volume 27, Issue 2, 1 June 1976, Pages 165–176, Recuperado de: <https://doi.org/10.1093/bjps/27.2.p.165>
- Farina, G., ARTE, CUERPO Y SUBJETIVIDAD Estética de la formación y Pedagogía de las afecciones, Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, 2005. p124
- Feynman, R. (2001). ¿Qué es ciencia? *Polis*, 1-9.
- Feynman, Richard. (1998). Seis piezas fáciles. Pp.67. Recuperado de: http://iesrioorbigo.centros.educa.jcyl.es/sitio/upload/Feynman_Richard__Libro__Seis_Piezas_Faciles.pdf
- Feynman, Richard. 1969. “¿Qué es la ciencia?” *Physics Teacher*, Sep. 1969.
- Fracaro, A., y Perales, F. (2013). La analogía como estrategia de enseñanza del campo e interacción. *Latin-American Journal of Physics Education*, Vol. 7, N° 3. 378-390.
- Franco, Antonio (2009) Enseñando Física y Química con ideas qui jotescas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* .V(9), n.1. p. 151-152
- Galagovsky y Aduriz-Bravo, 2011. Modelos y Analogías en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. El Concepto de Modelo Didáctico Analógico. *Revista Investigación Didáctica, Enseñanza de las Ciencias*, 2001, 19 (2), pp 231-242
- Gallego, y Gallego. (2007). Historia, Epistemología y Didáctica de las Ciencias: Unas Relaciones Necesarias. *Ciencia y Educación*. V(13), n.1. p. 87
- García, Antonio, Carmona, Ana M. Criado. Enseñanza De Las Ciencias, *Revista de investigación y experiencias didácticas*. Enseñanza de la energía en la etapa 6-12 años: un planteamiento desde el ámbito curricular de las máquinas, núm. 31.3 (2013): 87-102



- Gamow, G. (1992). *El breviario del señor Tompkins. El país de las maravillas y la investigación del átomo*. FCE.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A Theoretical Framework for Analogy. *Cognitive Science*, 155-170.
- Gil Pérez, Daniel; Carrascosa A, Jaime y Martínez T. Francisco (2009) El surgimiento de las ciencias como un campo específico de conocimiento. *Educación y pedagogía* vol.21 (25).
- Gil, D., Carrascosa, J. y Martínez, F. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Revista educación y pedagogía*, vol. xi no. 25.
- Gil, D.; Furió, G; Valdés, E et al. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 17, No. 2. pp. 311-320.
- Gómez U., Paula A.; Correa C., María A. y Parra N. Jhonatan Parra Naranjo (2016) La Literatura Científica como mediación didáctica en la búsqueda de sentido de las leyes del movimiento. Trabajo de grado (2016).
- Gómez, Tomás. 2005. *Termodinámica: Notas de Clase*. Campus Tecnológico de la Universidad de Navarra. Octubre 2006. p. 1.
- González A. Arnaldo (2002). El concepto de "energía" en la enseñanza de las ciencias. *Iberoamericana de educación* (ISSN: 1681-5653)
- Habermas, J. 1973b. Teoria della societa o tecnologia sociale, in J. Habermas and N. Luhmann (eds), *Teoria della societa o tecnologia sociale*. Milan: Etas Kompass Libri, 95-195
- Henao, B., y Stipich, M. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva Toulminina como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 47-62.



- Henao, B., y Palacios, L., (2013) Formación Científica en y para la civilidad: un propósito ineludible de la educación en ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 134-161
- Hecht, E., Física en perspectiva, Traducido por Pedro Félix González Díaz, José Alejandro Dosal. Editor Addison Wesley, 1987. 634 paginas.
- Holton, G., (1993). la Imaginación en la Ciencia. Universidad de Antioquia Departamento de Ciencias y Artes, Facultad de Educación Epistemología e Historia de la Física p9
- Inzunza B, J. C. (2002). *Física: introducción a la mecánica y el calor*. Concepcion: Universidad de Concepción.
- Jiménez, M. E y García Rodeja, I. (1997). Hipótesis, citas, resultados: reflexiones sobre la comunicación Científica en didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 15, No. 1, pp. 11-19.
- Jiménez, M. E y García Rodeja. (1997). *Philosophical Transactions of the Royal Society de Londres* Waldegg, (1997)
- Jiménez, M. P (1987). Preconceptos y esquemas conceptuales en biología. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 5, No. 2. pp. 165-167.
- Kuhn, Thomas. *The Essential Tension*. Energy conservation as an example of simultaneous Discovery. 1959, p 66-106
- L. Euler. Cartas a una princesa de Alemania sobre diversos temas de física y filosofía, traducción al español Carlos Mínguez Pérez. Universidad de Zaragoza, Prensas Universitarias, 1990
- Larrosa, Jorge. Literatura, experiencia y formación. Leer y releer. 2007. (48) 5-35
- Lira, Luis. Didáctica Universitaria. *Innovación Educativa*. 7(39), Julio-agosto, 2007, p. 48.
- Martínez, T. Francisco (2009) El surgimiento de las ciencias como un campo específico de conocimiento. *Educación y pedagogía* vol.21 G.P, Daniel; Carrascosa A, Jaime y (25).
- Maxwell, James. 1872, *Revistadehistoria.es*, recuperado de:
<http://pdfer.beacon.by/pdfs/e7c28979bfa4c94c.pdf?t=1465978228>



- Michinel Machado, J.L. y D'Alessandro Martínez, A. (1994) El concepto de energía en los libros de texto: concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje. *Enseñanza de las ciencias*, págs. 369-380. 12(3)
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales*. Bogotá: MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. Estándares básicos de competencias en Ciencias-Sociales y Ciencias Naturales. La formación en ciencias ¡El desafío! S.l Ministerio de Educación Nacional, 2006. Pp. 132-141.
- OCDE. (2006). *Pisa 2006 Marco de la Evaluación: Conocimientos y Habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. PISA.
- OCDE. 2006. Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos. Editorial Santillana, Madrid.
- Orcos, L. (2012). Revisión de los conceptos de calor y temperatura y elaboración de una estrategia didáctica en la educación secundaria. Logroño: Universidad de la Rioja.
- Organista, José Orlando. (1999). Publicar Revista No 6 Pedagógica Nacional, (s/d).
- Otero, M. R. Fanaro, M. Arlego, Marcelo (2009) Investigación y Desarrollo de Propuestas Didácticas para la Enseñanza de la Física en la Escuela Secundaria: Nociones Cuánticas. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, Rev. Electrónica Investigación Educación Ciencia Vol.4 No.1. Obtenido de: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662009000200006
- Pacca, J., y Henrique, K. (2004). Dificultades y estrategias para la enseñanza del concepto de energía. *Enseñanza de las Ciencias. Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 22(1), pp159-166.
- Pichón, Enrique y Riviére. Teoría del vínculo. 1980.



- Pintó, R. (1991). Algunos conceptos implícitos en la primera y segunda leyes de la termodinámica. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Portafolio. (05 de 12 de 2016). *Portafolio*. Obtenido de <http://www.portafolio.co/innovacion/energias-renovables-en-colombia-502061>
- Purroy, J. (2014). ¿Qué es la Literatura Científica? ¿Y sus géneros? Revista *Mètode*. Edición en español. No 83. Obtenido de: <https://metode.es/revistas-metode/llobres-revistas-revistas/els-generes-de-la-literatura-cientifica-llobres-revistas-revistas/que-es-la-literatura-cientifica-y-sus-generos.html>
- Restrepo Gómez, B. (2002). Una variante pedagógica de la investigación-acción Educativa. *Revista Iberoamericana De Educación*, 29(1), 1-10. Recuperado a partir de <https://rieoei.org/RIE/article/view/2898>
- Rivas M. Telleria, M. (2009) la lectura como estrategia de enseñanza de las ciencias naturales y matemática. *Revista de investigación y ciencias didácticas*, Universidad de los Andes
- Tobón, S. 2010. *Secuencias didácticas: Aprendizaje y evaluación de competencias*. México. Pearson educación.
- Vergnaud, G. (1996) La teoría de los campos conceptuales. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 10, 2, 3. Traducido por Juan D. Godino
- Waldegg, Guillermina La Literatura Científica *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 2, núm. 3, enero-junio, 1997.
- Weston, A. (2006). *Las claves de la argumentación*. Barcelona: Ariel
- Zambrano A. Relación entre el conocimiento del estudiante y el conocimiento del maestro en la educación en ciencias experimentales. 2000. Pp 196-200

Anexos

Anexo 1 Consentimiento informado

TÉRMINO DE CONSENTIMIENTO LIBRE E INFORMADO

Usted está siendo invitado(a) para participar, como voluntario(a), en una investigación del área de Educación. Después de tener conocimiento acerca de la investigación, en caso de aceptar hacer parte del estudio, por favor firme al final de este documento.

INFORMACIÓN SOBRE LA INVESTIGACIÓN:

Título del proyecto: El Concepto de Energía como una analogía con la Literatura Científica - LC-

Investigador (a) responsable y contactos:

- Luis Edgar Hernández Arias: (57)3007318704
- Luz Dary Ortega Sánchez: (57) 3008539665
- John Freddy Zapata López: (57) 3006778078

El proyecto de investigación “El Concepto de Energía como una analogía con la Literatura Científica -LC-” tiene como objetivo: comprender los sentidos que han construido los estudiantes de Integración Didáctica V de la Licenciatura en Matemáticas y Física, de la Universidad de Antioquia, para la comprensión del concepto de energía, acerca de los distintos usos que se le ha dado en los diferentes cursos del núcleo de física así como el uso de la escritura, lectura y oralidad en el aprendizaje de las ciencias y su importancia para la enseñanza. Para eso se pretende identificar las ideas que tienen los estudiantes acerca de conceptos como energía, su transferencia, transformaciones, degradación y principio de conservación de la energía en relación con los sistemas, a partir de la interpretación de cuentos, historias y narraciones presentadas en analogías. Además de las narrativas y discusiones a partir de las lecturas propuestas y posterior recontextualización en el presente con artículos narrados por actores educativos y sociales que han vivenciado los diferentes usos en consonancia con la apropiación del concepto y lo que ello implica en el mundo de la vida.

Nos comprometemos en preservar todos los nombres de docentes, directivos docentes y estudiantes de la Universidad de Antioquia, participantes de la investigación; así como en compartir el



desarrollo y los resultados del estudio con todos los entrevistados antes de la publicación del trabajo de pregrado.

La investigación pretende generar estrategias pedagógicas enfocadas al fortalecimiento de la enseñanza de las ciencias en particular conceptos de la física mediante la Literatura Científica como una alternativa que potencie el cambio cognitivo a partir de la lectura, escritura y oralidad articulando al saber disciplinar.

Nos ponemos a disposición de los participantes de la investigación para mayores esclarecimientos sobre el estudio y reiteramos la garantía del sigilo y el derecho de retirar su consentimiento en cualquier momento de la investigación.

Nombre y firma del investigador (a):

CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN DE LA PERSONA COMO SUJETO ENTREVISTADO.

Yo, _____, con cédula N°. _____, de _____, quien firma abajo, en pleno uso de mis facultades mentales y legales, una vez informado, manifiesto que estoy de acuerdo en participar de la investigación: **El Concepto de Energía como una analogía con la Literatura Científica -LC-**, comprometiéndome a colaborar en todo lo anteriormente expuesto.

Reconozco que fui debidamente informado(a) y esclarecido(a) por los investigadores: *Luis Edgar Hernández Arias, Luz Dary Ortega Sánchez y John Freddy Zapata López*, sobre el estudio, los procedimientos en él involucrados, así como los posibles riesgos y beneficios decurrentes de mi participación. Me fue garantizado que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento, sin que esto lleve a alguna penalidad.

Se firma en Medellín, Antioquia, el _____ de _____ de _____

Firma del participante _____

Firma del investigador (a) _____





Anexo 2 Caracterización de los Docentes



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA PRÁCTICA PROFESIONAL DOCENTE

Caracterización de los Docentes

Institución Educativa: _____ Fecha: _____

Objetivo: Recopilar información para caracterizar a los docentes de matemáticas y física, de las instituciones cooperadoras de la práctica pedagógica de la Licenciatura de matemáticas y física de U de A.

La información que usted nos proporcionará será de gran ayuda; por lo tanto, le solicitamos sea claro y sincero en sus respuestas.

1. Sexo: **m** __ **f** __
2. Años de experiencia como docente: _____
3. Último título obtenido: Normalista __ Licenciado __ Tecnólogo __ Profesional no docente __ Especialista __ Maestría __ Doctorado __
4. ¿Qué lo motivó a ser maestro (a) en el área de matemáticas y física?

5. ¿Pertenece a algún grupo académico o de investigación? Si __ No __ ¿A cuál? _____
6. ¿Lidera algún proyecto en la institución? Si __ No __ Nombre del proyecto: _____
7. ¿Sus clases están orientadas a partir de: Un texto guía __ Guías de otros __ Guías propias __ La web __ Otro __ ¿Cuál? _____
8. ¿Su plan de clases está orientado en lo establecido en el plan de área? Si __ No __ Justifique su respuesta: _____
9. ¿Su plan de clases está focalizado en lo establecido en el modelo pedagógico de la institución? Si __ No __ Justifique su respuesta: _____
10. En su práctica como docente, ¿cómo se refleja el desarrollo de las competencias específicas de las matemáticas y/o física? _____
11. ¿Cree usted que las herramientas y recursos con que cuenta la institución son suficientes para lograr mejores resultados de sus estudiantes en el área de matemáticas y física? Si __ No __ Justifique: _____
12. ¿Considera usted que la biblioteca de su institución cuenta con los libros suficientes para lograr mejores resultados de sus estudiantes en el área de matemáticas y física? Si __ No __ Justifique: _____
13. ¿Qué porcentaje de estudiantes pierde la asignatura que usted orienta, en cada período (aproximadamente)? entre el 5% y 15% __ entre el 16% y 25% __ entre el 26% y 35% __ entre el 36% y 45% __ entre el 46% y 55% __ 60 % o más __



Anexo 3. Caracterización de los estudiantes



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA PRÁCTICA PROFESIONAL DOCENTE

Caracterización de los Estudiantes

Institución Educativa: _____ Fecha: _____

Objetivo: Recopilar información que posibilite caracterizar los estudiantes que hacen parte de la práctica pedagógica de la Licenciatura en matemáticas y física de la Universidad de Antioquia.

La información que usted nos proporcionará será de gran ayuda; por lo tanto, le solicitamos sea claro y sincero en sus respuestas.

- Sexo: m __ f __
- Grado: __
- Edad: __
- Estrato socio-económico: __
- ¿Con quiénes vives?: Padres __ hermanos __ abuelos __ tíos __ otros __ ¿Cuáles? _____
- Nivel educativo de las personas con las que vive: _____

Familiar	Ninguno	Primaria	Secundaria	Técnico	Universidad
Padre					
Madre					
Hermanos					
Abuelos					
Tíos					
Otro: _____					

- Actividad económica a la que se dedican sus padres o acudientes: _____
- Materia de mayor agrado: _____ Explique: _____
- Materia de menor agrado: _____ Explique: _____
- ¿Ha tenido dificultades en el aprendizaje de las matemáticas?: Sí __ No __
- En caso afirmativo, las posibles causas de la dificultad de la matemática son:
 Desinterés personal por el estudio de la matemática: __ Metodología observada por el profesor __
 La matemática es un área de alta complejidad: __ Poca claridad en la exposición de temas __
 Falta de recursos didácticos en la enseñanza: __ Poca preparación académica del profesor __
 El profesor no genera interés por su estudio __ Falta dedicar tiempo para profundizar __
 Otra __¿Cuál? _____
- ¿Qué percepción tienes acerca de las matemáticas? _____
- ¿Qué piensa hacer cuando termine su bachillerato?: Trabajar: __ Descansar: __ Estudiar: __
- ¿Qué carrera profesional quisiera seguir al terminar bachillerato? _____



Anexo 4: Prueba Diagnóstica



PRÁCTICA PROFESIONAL DOCENTE LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA PRUEBA DIAGNÓSTICA

Fecha: _____ Nivel: _____ Sexo: _____ Edad: _____

Como parte del trabajo de un proyecto de investigación que indaga el papel de la Literatura Científica en la enseñanza de la física, le pedimos el favor que conteste esta prueba con la mayor objetividad posible. Los resultados sólo serán utilizados con fines investigativos y pedagógicos.

1. Defina los siguientes conceptos:

Energía:

Trabajo:

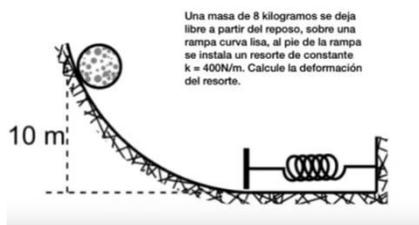
Calor:

2. Realice el análisis dimensional de las unidades de energía y trabajo

$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ _____

$W = Fd \cos \theta$ _____

3. Analiza el siguiente sistema y describe la “ley de conservación de la energía”:



4. ¿Si usted empuja un muro, ejerciendo sobre ella una fuerza perpendicular, cree que estaría realizando trabajo? Realice un modelo para tal situación



Comprensión textual:

“Imaginemos a un niño, quizá «Daniel el Travieso», que tiene unos bloques que son absolutamente indestructibles y no pueden dividirse en piezas. Cada uno de ellos es igual que los otros. Supongamos que tiene 28 bloques. Su madre le ha dejado por la mañana con sus 28 bloques en una habitación. Al caer la tarde, sintiendo curiosidad, ella cuenta los bloques con mucho cuidado y descubre una ley fenoménica: haga él lo que haga con los bloques, ¡siempre sigue habiendo 28! Esto continúa durante varios días, hasta que un día sólo hay 27 bloques; pero tras una pequeña búsqueda la madre encuentra que hay uno bajo la alfombra; ella debe mirar en todas partes para estar segura de que el número de bloques no ha variado. Un día, sin embargo, el número parece haber cambiado: hay sólo 26 bloques. Una investigación cuidadosa pone de manifiesto que la ventana estaba abierta, y al buscar fuera aparecen los otros dos bloques. Otro día, un recuento cuidadoso indica que ¡hay 30 bloques! Esto provoca una consternación considerable, hasta que la madre cae en la cuenta de que Bruce vino de visita trayendo sus propios bloques, y dejó algunos en casa de Daniel. Una vez que ella se ha deshecho de los bloques extra, cierra la ventana, no deja que entre Bruce, y entonces todo sigue correcto... hasta que en cierto momento cuenta y encuentra sólo 25 bloques. Sin embargo, hay una caja en la habitación, una caja de juguetes; la madre va a abrir la caja de juguetes, pero el niño dice: «No, no abras mi caja de juguetes», y chillaba. La madre tiene prohibido abrir la caja de juguetes. Como es extraordinariamente curiosa y algo ingeniosa, ¡ella inventa una treta! Sabe que cada bloque pesa 100 gramos, así que pesa la caja en un instante en que ella ve 28 bloques y el peso de la caja es de 600 gramos. Cada nueva ocasión en que quiere hacer la comprobación, pesa de nuevo la caja, resta 600 gramos y lo divide por 100. Descubre lo siguiente:

$$\text{Número de bloques vistos} + (\text{peso de la caja} - 600 \text{ g}) / 100 \text{ g} = \text{constante} \quad (4.1)$$

En otras ocasiones parece que hay algunas nuevas desviaciones, pero un cuidadoso estudio indica que el nivel del agua sucia de la bañera está cambiando. El niño está arrojando bloques al agua y la madre no puede verlos porque el agua está muy sucia, pero puede descubrir cuántos bloques hay en el agua añadiendo otro término a su fórmula. Puesto que la altura original del agua era de 15 centímetros y cada bloque eleva el agua medio centímetro, esta nueva fórmula sería:

$$\text{Número de bloques vistos} + (\text{peso de la caja} - 600 \text{ g}) / 100 \text{ g} + (\text{altura del agua} - 15 \text{ cm}) / 0,5 \text{ cm} = \text{constante} \quad (4.2)$$

A medida que aumenta la complejidad de su mundo, la madre encuentra toda una serie de términos que representan formas de calcular cuántos bloques hay en los lugares donde ella no puede mirar. Como resultado, encuentra una fórmula compleja, una magnitud que *debe ser calculada*, que siempre tiene el mismo valor.” *



5. ¿Qué analogía hay entre esta historia y la conservación de la energía? _____
6. ¿Cuántos sistemas identificas en la anterior lectura? Describe los _____
7. Si quitamos el primer término de las ecuaciones (4.1) y (4.2) ¿Qué consideras que estaríamos calculando? _____
8. ¿Cuáles formas de energía conoces? Incluye fórmulas y gráfico de ser posible para tu explicación.

“Si lo que quieres es encontrar los secretos del universo, piensa en términos de energía frecuencia y vibración” Nikola Tesla

* Feynman, Seis piezas fáciles, Pp.101,103



Anexo 5. Plan de Clase 1

Ser Maestro
Nuestra esencia

Facultad de Educación

Departamento de las Ciencias y las Artes



Plan de clase No.1: Interactuando con la Energía
Responsables: Luis Edgar Hernández Arias
Luz Dary Ortega Sánchez
John Freddy Zapata López

Objetivo: Identificar el efecto que tiene la energía en los procesos de transformación.

Momento 1. La energía en nuestro entorno.

Por favor se organizan en equipos de tres estudiantes y responden las siguientes preguntas.

1. ¿Qué debe ocurrir para que un cuerpo adquiera movimiento? _____

2. ¿Los objetos inanimados tienen energía? Sí _____ No _____ Explique su respuesta.

3. ¿Qué pasa si sueltas un objeto desde la azotea de un edificio de 20 pisos?

4. ¿Qué ocurre cuando un futbolista patea el balón?

5. ¿Cuáles tipos de energía utilizaste en las últimas tres horas?

Momento 2. La energía mecánica. 1 8 0 3

Escribe tus conocimientos sobre cada uno de los conceptos que se ponen a continuación.



6. Energía cinética:

7. Energía potencial gravitacional:

8. Energía potencial elástica:

9. Conservación de la energía mecánica:

Momento 3. Observa el video de la URL

<https://www.youtube.com/watch?v=A3VtO2QL01U>

Despreciando los efectos de dispersión de calor, y teniendo en cuenta la ley de la conservación de la energía, realizar:

10. El cálculo de la energía del sistema.

11. ¿Qué le ocurre a la pelota pequeña después de soltar el sistema?

¿Por qué?

12. Encuentra la altura que alcanza la pelota pequeña a partir de la ley de la conservación de la energía mecánica:

1 8 0 3



Momento 4: Lee detenidamente el siguiente texto¹ y responde las preguntas con base en tu comprensión

Imaginemos a un niño, quizá «Daniel el Travieso», que tiene unos bloques que son absolutamente indestructibles y no pueden dividirse en piezas. Cada uno de ellos es igual que los otros. Supongamos que tiene 28 bloques. Su madre le ha dejado por la mañana con sus 28 bloques en una habitación. Al caer la tarde, sintiendo curiosidad, ella cuenta los bloques con mucho cuidado y descubre una ley fenoménica: haga él lo que haga con los bloques, ¡siempre sigue habiendo 28! Esto continúa durante varios días, hasta que un día sólo hay 27 bloques; pero tras una pequeña búsqueda la madre encuentra que hay uno bajo la alfombra; ella debe mirar en todas partes para estar segura de que el número de bloques no ha variado. Un día, sin embargo, el número parece haber cambiado: hay sólo 26 bloques. Una investigación cuidadosa pone de manifiesto que la ventana estaba abierta, y al buscar fuera aparecen los otros dos bloques. Otro día, un recuento cuidadoso indica que ¡hay 30 bloques! Esto provoca una consternación considerable, hasta que la madre cae en la cuenta de que Bruce vino de visita trayendo sus propios bloques, y dejó algunos en casa de Daniel. Una vez que ella se ha deshecho de los bloques extra, cierra la ventana, no deja que entre Bruce, y entonces todo sigue correcto... hasta que en cierto momento cuenta y encuentra sólo 25 bloques. Sin embargo, hay una caja en la habitación, una caja de juguetes; la madre va a abrir la caja de juguetes, pero el niño dice: «No, no abras mi caja de juguetes», y chilla. La madre tiene prohibido abrir la caja de juguetes. Como es extraordinariamente curiosa y algo ingeniosa, ¡ella inventa una treta! Sabe que cada bloque pesa 100 gramos, así que pesa la caja en un instante en que ella ve 28 bloques y el peso de la caja es de 600 gramos. Cada nueva ocasión en que quiere hacer la comprobación, pesa de nuevo la caja, resta 600 gramos y lo divide por 100. Descubre lo siguiente:

$$\text{Número de bloques vistos} + (\text{peso de la caja} - 600 \text{ g}) / 100 \text{ g} = \text{constante} \quad (4.1)$$

En otras ocasiones parece que hay algunas nuevas desviaciones, pero un cuidadoso estudio indica que el nivel del agua sucia de la bañera está cambiando. El niño está arrojando bloques al agua y la madre no puede verlos porque el agua está muy sucia, pero puede descubrir cuántos bloques hay en el agua añadiendo otro término a su fórmula. Puesto que la altura original del agua era de 15 centímetros y cada bloque eleva el agua medio centímetro, esta nueva fórmula sería:

$$\text{Número de bloques vistos} + (\text{peso de la caja} - 600 \text{ g}) / 100 \text{ g} + (\text{altura del agua} - 15 \text{ cm}) / 0,5 \text{ cm} = \text{constante} \quad (4.2)$$

A medida que aumenta la complejidad de su mundo, la madre encuentra toda una serie de términos que representan formas de calcular cuántos bloques hay en los lugares donde ella no puede mirar. Como resultado, encuentra una fórmula compleja, una magnitud que debe ser calculada, que siempre tiene el mismo valor.

1 8 0 3

13. ¿Qué se estaría calculando si quitáramos los primeros términos de las ecuaciones del texto?

¹ Tomado de: Feynman, R. (2012). *Seis piezas fáciles*, p. 101-104.



14. ¿Cuántos sistemas identificas en el texto anterior?, descríbelos.

15. ¿Cuáles analogías encuentras entre el texto y la ley de la conservación de la energía?

16. ¿Qué es lo que más te sorprende del texto de Feynman?

17. ¿Cómo explicas eso que te sorprende?

18. Enuncia una hipótesis que relacione los puntos 16 y 17, y que se derive del texto de Feynman

19. ¿Utilizarías este tipo de textos literarios para la enseñanza de la física? Sí ___ No. ___ Explica:

20. Regálanos un comentario evaluativo de este tipo de trabajo didáctico:

Es innegable la existencia de la energía, nos transforma, está presente en todos los momentos de nuestra vida.



Anexo 6. Plan de Clase 2

Facultad de Educación



Departamento de las Ciencias y las Artes

Plan de clase No. 2:
Responsables:

Creando con la Energía
Luis Edgar Hernández Arias,
Luz Dary Ortega Sánchez y
John Freddy Zapata López

Objetivo: Caracterizar los diferentes tipos de energía mediante un ejercicio estético de escritura.

Momento uno

1. Analice los siguientes conceptos.

Energía: “es una magnitud física que se presenta bajo diversas formas, está involucrada en todos los procesos de cambios de estado, se transforma y se transmite, depende del sistema de referencia y fijado éste se conserva” Michinel Machado y D’Alessandro Martinez. (1994).

Energía cinética: “puede interpretarse como la energía asociada con el movimiento de un objeto”. Serway, Vuille. (2012). Esto significa que cuando el objeto cuya masa es m y su velocidad es v (en movimiento), su energía cinética es: $EC = \frac{1}{2}mv^2$ Donde: EC: Energía cinética, m : masa, v : velocidad.

Energía potencial gravitacional: “es una propiedad de un sistema, en lugar de un solo objeto, ya que se debe a una posición física en el espacio relativa a un centro de fuerza”. Serway, Vuille. (2012). Lo que significa: $EP = mg\Delta h$ Donde: EP: energía potencial, g : aceleración de la gravedad $= 9.8m/s^2$; Δh : Diferencias de alturas $= h(\text{final}) - h(\text{inicial}) = h_f - h_i$.

Energía mecánica: “es la suma de las energías cinética y potencial gravitacional de un sistema. En cualquier sistema aislado de objetos que interactúan solo a través de fuerzas conservativas, la energía mecánica total del sistema permanece igual en todo momento”. Serway, Vuille. (2012). Esto es:

$EC_i + EP_i = EC_f + EP_f$; $\frac{1}{2}m(v_i)^2 + mgh_i = \frac{1}{2}m(v_f)^2 + mgh_f$ Donde: EC_i = Energía cinética inicial, EC_f = Energía cinética final, EP_i = Energía potencial inicial, EP_f = Energía potencial final

Energía potencial elástica: “es la energía asociada con la fuerza de un resorte. Es otra manera de ver como se realiza el trabajo mediante un resorte durante el movimiento, ya que éste es igual al negativo del trabajo realizado por el resorte teniendo su origen en la compresión o estiramiento del mismo”. Serway, Vuille. (2012). Esto es: $EP_r = \frac{1}{2}k(x)^2$ Donde: EP_r = Energía potencial elástica, k =constante del resorte, x =Estiramiento del resorte

Trabajo: “el trabajo total realizado sobre una partícula por todas las fuerzas que actúan sobre ella es igual al cambio en su energía cinética”. Sears, Zemansky. (2009). Esto significa que: $W_t = \Delta EC$, $W_t = EC_f - EC_i$, $W_t = \frac{1}{2}m(v_f)^2 - \frac{1}{2}m(v_i)^2$, Donde: W_t = Trabajo total,



Calor: “es la transferencia de energía de un cuerpo (multiparticulado) a otro determinado exclusivamente por una diferencia de temperatura entre ellos.” Michinel Machado y D’Alessandro Martinez. (1994). Fundamentada en la primera ley de la termodinámica: $\Delta E = W + Q$ (Cambio de energía igual a trabajo más calor).

Energía térmica: “es aquella parte de la energía interna de un sistema que depende exclusivamente de la temperatura”. Michinel Machado y D’Alessandro Martinez. (1994).

Energía nuclear: es la energía potencial de los núcleos de los átomos, debido a la interacción que los mantiene unidos, parte de la cual puede liberarse por fisión o fusión (reacción nuclear).

Siguiendo el principio de Albert Einstein: $E = mC^2$ Donde: E = energía producida o liberada en la reacción nuclear. m= Masa del núcleo que se ha transformado en energía. C= velocidad de la luz en $m/s = 3 \times 10^8$ m/s. Recuperado de:

<https://iesvillabahervastecnologia.files.wordpress.com/2013/11/energia-nuclear.pdf>

Momento dos

2. Escriba un relato de Ficción en el cual intervengan los conceptos anteriores.

Momento tres

3. Realice un dibujo que represente el escrito del punto anterior.



4. Comparta con sus compañeros el relato y el dibujo que representa el relato. ¿Cuál fue el relato que más le llamó la atención?

¿Por qué?

1 8 0 3

5. ¿Cuáles personajes del relato, se acercan más a los conceptos tratados?



6. ¿Crees que esta metodología nos acerca más al concepto de energía? Sí ____ No ____ ¿Por qué?

EL OLIMPO DE LAS ENERGÍAS

En un comienzo las energías reposaban en un punto comprimido en el vasto universo, contenidas en un gran núcleo de materia. Todo era calma, rodeada de una obscuridad absoluta y total tranquilidad, pero todo está a punto de cambiar, se acaba de producir la gran explosión: ‘El big bang’, se ha liberado toda la energía, la temperatura es muy alta y el espacio se expande a una velocidad vertiginosa. Despiertan de ese profundo letargo Gravitron, que con su extremada fuerza de atracción gravitacional, es la responsable de atraer partículas de diferentes tamaños y formar cuerpos celestes; Cinetrón, titán encargado de la expansión de las partículas, del movimiento de las mismas; Nucleotron, debido a su gran fuerza mantiene estables los núcleos de los átomos, pues si se rompe esta estabilidad se generan potentes emisiones de energía que el hombre las transforma para bien o para mal; Electromagnetron, energía de carácter eléctrico y magnético la cual da plena explicación de la transmisión de la luz, ya que está presente en ella y electrítron encargada de dar bienestar a la humanidad y facilitar todas las actividades diarias del hombre.

El Olimpo universal de las energías se establece a partir de reacciones termonucleares en las estrellas y de las contracciones de las masas, convirtiéndose Gravitron en Cinetrón (partículas en movimiento) y en electromagnetron (luz visible, rayos X, rayos Gamma...).

Gravitron es el rey del Olimpo, ya que es la energía superior de menor desorden y esta es la razón por qué una central hidroeléctrica puede tener rendimientos próximos al 100%, superior al de cualquier otra central, al haber una mínima transformación a energía calórica. El rey del Olimpo reposa en un gran trono, rigiendo los destinos de la humanidad.

7. ¿Qué concepto te merece el relato anterior?

El conocimiento está dentro de nosotros, plasmarlo es nuestro compromiso.

Anexo 7: Plan de Clase 3

Departamento de las Ciencias y las Artes

Plan de clase No. 3: Energías sostenibles
Responsables: Luis Edgar Hernández Arias,
Luz Dary Ortega Sánchez y
John Freddy Zapata López

Objetivo: Asumir una postura responsable sobre el uso de las energías limpias en pro del cuidado de nuestro planeta.

Momento 1: Orden o desorden.

Leer los siguientes textos:

Texto uno. (Maxwell, 1872).

Pero si concebimos un ser cuyas facultades son tan finas que puede seguir el curso de cada molécula, dicho ser, cuyos atributos siguen siendo en esencia finitos como los nuestros, podría estar capacitado para hacer algo que en el presente es imposible para nosotros (...) Ahora supongamos que dicho recipiente está dividido en dos partes, A y B, por una división en la que hay un pequeño agujero, y que un ser, que puede observar las moléculas individualmente, abre y cierra el agujero, permitiendo el paso únicamente de las moléculas más rápidas de A a B, y el paso de las lentas de B a A. Este ente haría, sin la entrada de trabajo, que la temperatura de B aumentara y la de A disminuyera, en contradicción con la segunda ley de la termodinámica,

La propuesta de Maxwell derroca las limitaciones impuestas por la segunda ley, o por lo menos parece hacerlo. Para contextualizar un poco, la segunda ley de la termodinámica expresa que no es posible generar diferencias de presión o temperatura en un sistema en equilibrio sin la adición de trabajo, en otras palabras, la entropía del universo siempre aumenta tras un proceso. Con aquel ente concebido por Maxwell sería posible generar gradientes de temperatura sin adicionar trabajo y, además, al poner los sentidos del ser muy finos pero finitos, no se cae en planteamientos sobrenaturales, lo que hace más crítico el panorama para la segunda ley.

Texto dos. (Hawking, S, 1988, p. 131)

Imaginemos que tenemos un rompecabezas ordenado, formando una imagen. Si quisiéramos, podríamos armarlo de muchas otras formas, pero claro, la imagen resultante no sería la buscada. Si nos preguntamos *¿cuántas formas existen de ordenar el rompecabezas de modo que obtengamos la imagen correcta?*, vemos que sólo existe una forma. Y *¿cuántas disposiciones de las piezas existen, de modo que estén desordenadas?*, es obvio que muchísimas.



Si tenemos todas las piezas en una bolsa, y las arrojamos precipitadamente al suelo, es mucho más probable que caigan de forma desordenada, a que lo hagan de forma ordenada. ¿Quiere decir que es *imposible* arrojar las piezas al suelo, y caiga cada una en el lugar correspondiente, formando la imagen? No: es totalmente posible, pero eso sí, *improbable*.

Vemos que los estados ordenados son mucho más improbables que los desordenados, por el único motivo de que existen muchas más formas de distribuir algo de forma desorganizada, que organizada. Supongamos ahora, que tenemos todas las piezas ordenadas, dentro de una caja, y que comenzamos a agitarla. A medida que pasa el tiempo, obtendremos una distribución más desordenada, únicamente a causa de las *probabilidades*. Pero no son “simples probabilidades que, como tales, a menudo fallan”, como solemos pensar: estamos hablando de probabilidades increíblemente altas.

Traslademos el ejemplo de las fichas del rompecabezas, a las moléculas de un café caliente, y por otro lado, de crema (o nata) fría. Sabemos que lo que llamamos ‘temperatura’ en el mundo macroscópico, es en realidad el movimiento microscópico de las moléculas que forman una sustancia. Cuanto más rápido se mueven o agitan las moléculas, más caliente percibimos el cuerpo que forman.

Como las moléculas de café y crema están en constante movimiento y choque entre sí, resulta como si estuviéramos agitando la caja del rompecabezas. Al principio, café y crema tienen temperaturas distintas, por lo que decimos que la entropía del sistema café-crema es baja, y que está en un estado ordenado (como las piezas del rompecabezas formando la imagen). Pero a medida que pasa el tiempo, las moléculas se van transfiriendo su velocidad, y mezclando su posición entre sí, obteniendo un estado café-leche desordenado, por causa de que las probabilidades de que las moléculas estén desordenadas son mucho más altas de que se queden ordenadas a pesar de su agitación².

1. ¿Qué relación encuentras entre los textos anteriores?

2. ¿Qué entiendes por entropía de un sistema?

3. ¿A qué tipo de energía se refieren en los textos anteriores?

4. Mencione las diferencias y/o semejanzas entre los textos anteriores.

² Fuente especificada no válida.



Momento 2: Panorama energético en Colombia. (Portafolio, 2016)

Lee el siguiente artículo, y responde las preguntas planteadas a continuación.

Por su ubicación en la línea ecuatorial, sus climas y ecosistemas diversos, el país cuenta con un gran potencial para implementar y desarrollar energías limpias a partir del agua, el viento, el sol y de los residuos de biomasa como los de la caña de azúcar, aceite de palma, arroz y plátano.

Los recursos disponibles, como una irradiación solar promedio de 194 W/m² para el territorio nacional, vientos de velocidades medias en el orden de los 9 metros por segundo (a 80 metros de altura) en La Guajira, y potenciales energéticos del orden de 450.000 TJ (Tera Joules) por año en residuos de biomasa representan un atractivo importante comparados con los de países ubicados en otras latitudes del planeta, destaca un informe de la Unidad de Planeación Minero Energética (Upme). Hoy, el 70 por ciento de la energía generada proviene de las hidroeléctricas (producida en los embalses). Sin embargo, este porcentaje se ve afectado por los fenómenos climáticos que terminan ocasionando largos periodos de sequía y por los efectos negativos por el represamiento de grandes ríos, por lo que depender de esta fuente se ha convertido en un riesgo nacional.

Precisamente a principios de este año el país estuvo ad portas de un apagón por cuenta del fenómeno del niño. Por eso, a juicio de Alejandro Lucio, director Ejecutivo de la Asociación de Energías Renovables (Ser Colombia), resulta necesario complementar la generación de energía con alternativas independientes –eólica, solar, geotérmica, mareomotriz y de biomasa– para cubrir la demanda. Según Daniel Fernández, presidente de Siemens para Suramérica, considera que el país cuenta con potencial en casi todos los recursos energéticos, pero se requiere actualizar la política energética del Gobierno para que defina de forma clara cuánto debe ser la participación de cada una de ellas en la matriz energética y aprovechar la complementariedad de las mismas.

Por su parte, el Ministerio de Minas y Energías anunció a principios de este año la construcción de una planta generadora de energía eólica con una inversión de 700 millones de dólares, la cual permitirá garantizar el abastecimiento eléctrico y aumentar su capacidad instalada en los próximos 15 años. En el 2004 entró en funcionamiento entre el Cabo de la Vela y Puerto Bolívar (La Guajira) el Parque Eólico Jepírachi, el primero en el país de este tipo de energía. El proyecto de EPM tiene una capacidad instalada de 19,5 megavatios de potencia nominal, con 15 aerogeneradores de 1,3 megavatios cada uno³.

5. ¿Qué es lo que más te sorprende de texto?

³ (Portafolio, 2016)



6. ¿Cómo explicas eso que te sorprende?

7. Menciona y define los tipos de energías limpias a que hace alusión el texto anterior.

Momento 3: Reflexión sobre la energía.

8. Escribe un texto donde menciones el potencial de nuestro país para desarrollar energías limpias y en que regiones del mismo se pueden aplicar.

“La energía nos une, hacemos parte de ella”



Anexo 8. Caracterización Respuesta Docente



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA PRÁCTICA PROFESIONAL DOCENTE LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Caracterización de los Docentes

Institución Educativa:

U de A

Fecha:

29/08/2016

Objetivo: Recopilar información para caracterizar a los docentes de matemáticas y física, de las instituciones cooperadoras de la práctica pedagógica de la Licenciatura de matemáticas y física de U de A.

La información que usted nos proporcionará será de gran ayuda; por lo tanto, le solicitamos sea claro y sincero en sus respuestas.

- Sexo: m f 2 Años de experiencia como docente: 12
- Último título obtenido: Normalista Licenciado Tecnólogo Profesional no docente Especialista Maestría Doctorado en educación de sec
- ¿Qué lo motivó a ser maestro (a) en el área de matemáticas y física?
La posibilidad de ayudar a otros y también la posibilidad de desarrollo profesional
- ¿Pertenece a algún grupo académico o de investigación? Si No ¿A cuál? FECEM
- ¿Lidera algún proyecto en la institución? Si No Nombre del proyecto: _____
- ¿Sus clases están orientadas a partir de: Un texto guía Guías de otros Guías propias La web Otro ¿Cuál? Archivos de investigación
- ¿Su plan de clases está orientado en lo establecido en el plan de área? Si No Justifique su respuesta: _____
- ¿Su plan de clases está focalizado en lo establecido en el modelo pedagógico de la institución? Si No Justifique su respuesta: _____
- En su práctica como docente, ¿cómo se refleja el desarrollo de las competencias específicas de las matemáticas y/o física? Mediante la inferencia con material de investigación
- ¿Cree usted que las herramientas y recursos con que cuenta la institución son suficientes para lograr mejores resultados de sus estudiantes en el área de matemáticas y física? Si No Justifique: Se disponen por grupo los bases de datos
- ¿Considera usted que la biblioteca de su institución cuenta con los libros suficientes para lograr mejores resultados de sus estudiantes en el área de matemáticas y física? Si No Justifique: Es una biblioteca universitaria en la que existe una variedad de recursos
- ¿Qué porcentaje de estudiantes pierde la asignatura que usted orienta, en cada período (aproximadamente)? entre el 5% y 15% entre el 16% y 25% entre el 26% y 35% entre el 36% y 45% entre el 46% y 55% 60 % o más
Ninguno pierde



Anexo 9. Caracterización Respuestas Estudiantes

10



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
PRÁCTICA PROFESIONAL DOCENTE
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
PRÁCTICA PEDAGÓGICA

ENCUESTA SOBRE LECTURAS MATEMÁTICAS

Institución Educativa: Universidad de Antioquia Fecha: 29 08-2016

Objetivo: Recopilar información que posibilite conocer los gustos y tipos de lectura que frecuentan los estudiantes con el fin de analizar la posibilidad de implementar un proyecto que busca motivar los estudiantes hacia la literatura científica.

Estimado(a) estudiante:

Como parte del trabajo de nuestro proyecto de investigación "Lecturas Matemáticas", estamos interesados en conocer tu opinión con respecto a la enseñanza de las matemáticas a las lecturas que frecuentas. Te pedimos, con mucho respeto, que completes la información del presente cuestionario con el mayor detalle posible. La información será utilizada sólo con fines pedagógicos.

Marca con una X la respuesta con la cual te sientas identificado (a) y expresa libremente tu opinión en aquellas preguntas que lo requieran.

1. Sexo: M 2. Edad: 20 3. Nivel: 6 4. Estrato socio-económico: 3

4. La valoración en matemáticas con la cual terminaste el semestre anterior fue:
Superior: ___ Alto: X Básico: ___ Bajo: ___

5. ¿Con quiénes vives?: Padres X hermanos X abuelos ___ tíos ___ otros ___ ¿Cuáles? _____

6. Nivel educativo de las personas con las que vive:

Familiar	Ninguno	Primaria	Secundaria	Técnico	Universidad
Padre			X		
Madre			X		
Hermanos					X
Abuelos					
Tíos					
Otro:					

7. La valoración en física con la cual terminaste el semestre anterior fue:
Superior: ___ Alto: ___ Básico: X Bajo: ___



8. Consideras que tu nivel de comprensión lectora es:
Superior: ___ Alto: ___ Básico: Bajo: ___

9. Crees que tu nivel de comprensión frente a la matemática y a la física es
Superior: ___ Alto: Básico: ___ Bajo: ___

10. ¿Cuál es la actividad que más prefieres realizar en tu tiempo libre?
TV, leer, dormir

11. ¿Te gusta leer? Sí: No: ___

12. Cuando lees, la razón que te impulsa a leer es:
Aprender más: No es importante leer: ___ Me obligan: ___
Me divierte leer: ___ Por cumplir con las tareas: Aprendo a expresarme mejor: ___
Me ayuda a imaginar cosas y situaciones nuevas:
Otra: ___ ¿Cuál? ___

13. Escribe el título del último libro que leíste: Tan Solo una ilusión - Ilya Prigogine

14. Describe brevemente un aprendizaje que hayas derivado de ese último libro leído: la concepción del tiempo, la importancia de la historia en la física.

15. ¿Cuántos libros de literatura leíste el año anterior? 7

16. ¿Qué tipo de libros te llaman la atención?
Misterio: ___ Románticos: ___ Deportes: ___ Aventuras: ___ Terror: ___ Poesía: Historia:
Humor: ___ Clásicos: Matemáticas: Biografías: Ciencia Ficción:

17. La frecuencia con la cual lees es:
Diario: Semanal: ___ Quincenal: ___ Mensual: ___ Semestral: ___ Anual: ___ No lees: ___

18. ¿Conoces algún libro de cuento, novela o poesía que tenga que ver con la matemática y/o la física?
Sí: No: ___ ¿Cuál?
tan solo una ilusión, ordenando el caos, el hombre que calculaba

19. ¿Cuál es la asignatura en la cual más te motivan a leer literatura? Física

20. El profesor (a) de matemáticas y de física te motiva a leer: Sí: No: ___



21. ¿Crees que dominar la lengua materna posibilita más aprender matemáticas? Sí: No:

Explica: Mayor herramientas para la comprensión, aceptación y conceptualización de las ideas

22. Define las palabras "Matemáticas" y "Física":

Matemáticas: lenguaje universal

Física: ciencia que explica los fenómenos que experimentamos a diario y que nuestros ojos y mente pasan por alto

23. ¿Por qué te decidiste a estudiar la Licenciatura Matemáticas y Física?

Porque me gusta y soy bueno para estas dos asignaturas

"Dime qué lees y te diré: quién eres, cómo eres, para qué sirves y cuál es tu futuro"

Eurípides



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
PRÁCTICA PROFESIONAL DOCENTE
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
PRÁCTICA PEDAGÓGICA

ENCUESTA SOBRE LECTURAS MATEMATICAS

Institución Educativa: Univ de Antioquia Fecha: _____

Objetivo: Recopilar información que posibilite conocer los gustos y tipos de lectura que frecuentan los estudiantes con el fin de analizar la posibilidad de implementar un proyecto que busca motivar los estudiantes hacia la literatura científica.

Estimado(a) estudiante:

Como parte del trabajo de nuestro proyecto de investigación "Lecturas Matemáticas", estamos interesados en conocer tu opinión con respecto a la enseñanza de las matemáticas a las lecturas que frecuentas. Te pedimos, con mucho respeto, que completes la información del presente cuestionario con el mayor detalle posible. La información será utilizada sólo con fines pedagógicos.

Marca con una X la respuesta con la cual te sientas identificado (a) y expresa libremente tu opinión en aquellas preguntas que lo requieran.

1. Sexo: M 2. Edad: 23 3. Nivel: 6 4. Estrato socio-económico: 3

4. La valoración en matemáticas con la cual terminaste el semestre anterior fue:
Superior: _____ Alto: _____ Básico: Bajo: _____

5. ¿Con quiénes vives?: Padres _____ hermanos abuelos _____ tíos _____ otros _____ ¿Cuáles? _____

6. Nivel educativo de las personas con las que vive:

Familiar	Ninguno	Primaria	Secundaria	Técnico	Universidad
Padre					
Madre					
Hermanos					
Abuelos					<input checked="" type="checkbox"/>
Tíos					
Otro:					

7. La valoración en física con la cual terminaste el semestre anterior fue:
Superior: _____ Alto: _____ Básico: _____ Bajo:



8. Consideras que tu nivel de comprensión lectora es:
Superior: Alto: Básico: Bajo:
9. Crees que tu nivel de comprensión frente a la matemática y a la física es
Superior: Alto: Básico: Bajo:
10. ¿Cuál es la actividad que más prefieres realizar en tu tiempo libre?
leer literatura narrativa de ciencia ficción
jugar criminal case
11. ¿Te gusta leer? Sí: No:
12. Cuando lees, la razón que te impulsa a leer es:
Aprender más: No es importante leer: Me obligan:
Me divierte leer: Por cumplir con las tareas: Aprendo a expresarme mejor:
Me ayuda a imaginar cosas y situaciones nuevas:
Otra: ¿Cuál?
13. Escribe el título del último libro que leíste: El símbolo perdido - Dan Brown
14. Describe brevemente un aprendizaje que hayas derivado de ese último libro leído: Me llama mucho la atención los aportes matemáticos que se hacen desde el campo de la criptoaritmética.
15. ¿Cuántos libros de literatura leíste el año anterior? 15
16. ¿Qué tipo de libros te llaman la atención?
Misterio: Románticos: Deportes: Aventuras: Terror: Poesía: Historia:
Humor: Clásicos: Matemáticas: Biografías: Ciencia Ficción:
17. La frecuencia con la cual lees es:
Diario: Semanal: Quincenal: Mensual: Semestral: Anual: No lees:
18. ¿Conoces algún libro de cuento, novela o poesía que tenga que ver con la matemática y/o la física?
Sí: No: ¿Cuál?
el hombre que calculaba, Malditas matemáticas, el diablo de los números, el teorema del loro
19. ¿Cuál es la asignatura en la cual más te motivan a leer literatura? Ninguna
20. El profesor (a) de matemáticas y de física te motiva a leer: Sí: No:



21. ¿Crees que dominar la lengua materna posibilita más aprender matemáticas? Sí: No:

Explica: las matemáticas son un lenguaje universal
y se puede entender sin el obstáculo o la barrera
del idioma, aunque no le veo con un profesor
explicando matemáticas en inglés.

22. Define las palabras "Matemáticas" y "Física":

matemáticas es la ciencia de los números
física es el estudio de los fenómenos
naturales que acontecen y que a través de la matemá-
tica se le da una generalización

23. ¿Por qué te decidiste a estudiar la Licenciatura Matemáticas y Física?

Siempre me ha gustado
la matemática y ante todo pensaba que aprender
matemática o el gusto por la misma radica en
una buena enseñanza

"Dime qué lees y te diré: quién eres, cómo eres, para qué sirves y cuál es tu futuro"

Eurípides



Anexo 10. Respuesta estudiantes Prueba Diagnostica

PRÁCTICA PROFESIONAL DOCENTE
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

PRUEBA DIAGNÓSTICA

Fecha: 03-10-2016 Nivel: Sexto Sexo: Masculino Edad: 20

Como parte del trabajo de un proyecto de investigación que indaga el papel de la literatura científica en la enseñanza de La física, le pedimos el favor que conteste esta prueba con la mayor objetividad posible. Los resultados sólo serán utilizados con fines investigativos y pedagógicos.

1. Defina los siguientes conceptos:

Energía Capacidad para realizar un trabajo, es decir la capacidad almacenada por un cuerpo para cambiar de posición o realizar otro cambio.

Trabajo Es el desplazamiento realizado por un cuerpo o sistema.

Calor Transferencia de energía cubica de un cuerpo a otro.

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

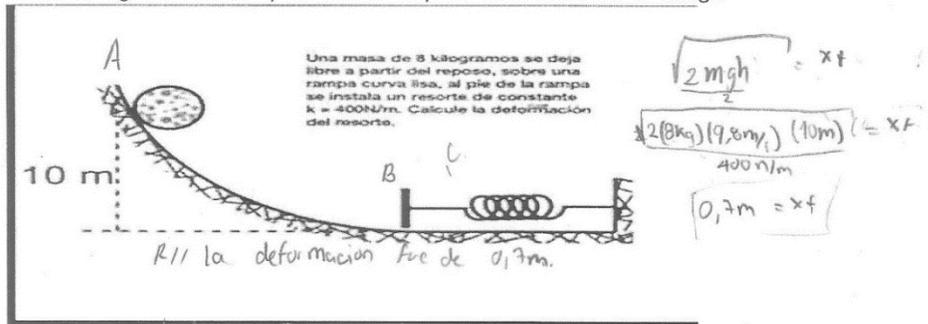
2. Realice el análisis dimensional de las unidades de energía y trabajo

$$T = Fd \cos \theta$$

$$[E_c] = \frac{1}{2} [kg \cdot \frac{m^2}{s^2}] \rightarrow [E_c] = \frac{1}{2} [kg \cdot \frac{m \cdot m}{s^2}] \rightarrow [E_c] = \frac{1}{2} [Nm] \rightarrow [E_c] = \frac{1}{2} [J]$$

[T] = [Nm] $\cos \theta \rightarrow [T] = [J] \cos \theta$
Donde $\cos \theta$ y $\frac{1}{2}$ representa unidades adimensionales, es decir, son escalares. Vemos que trabajo y energía poseen la misma unidad dimensional

3. Analiza el siguiente sistema y describe la " ley de conservación de la energía"



En A
 $E_p = mgh$; $E_c = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow E_c = 0$; $W_r = \frac{1}{2} k (x_f^2 - x_i) \rightarrow W_r = 0$

En B
 $E_p = mgh_0$; $E_p = 0$; $E_c = \frac{1}{2} m v^2$;

En C
 $E_p = 0$; $E_p = 0$; $E_c = 0$; $W = \frac{1}{2} k (x_f^2 - x_i)$



"la energía no se crea ni se destruye, se transforma"

$$A = C$$

$$mgh = \frac{1}{2} k (X_f - X_i)$$

$$2mgh = k X_f - k X_i \rightarrow \text{despejamos } X_f$$

$$2mgh + k X_i = k X_f \rightarrow X_i = 0 \text{ entonces } \sqrt{2mgh/k} = X_f$$

4. ¿Si usted empuja un muro, ejerciendo sobre ella una fuerza perpendicular cree que estaría realizando trabajo? Realice un modelo para tal situación.
- $T = F \cdot d \cdot \cos \theta$ pero $\cos 90 = 0$; por tanto $T = 0$.
- no esta haciendo trabajo segun la ecuacion

Comprensión textual:

"Imaginemos a un niño, quizá «Daniel el Travieso», que tiene unos bloques que son absolutamente indestructibles y no pueden dividirse en piezas. Cada uno de ellos es igual que los otros. Supongamos que tiene 28 bloques. Su madre le ha dejado por la mañana con sus 28 bloques en una habitación. Al caer la tarde, sintiendo curiosidad, ella cuenta los bloques con mucho cuidado y descubre una ley fenoménica: haga él lo que haga con los bloques, ¡siempre sigue habiendo 28! Esto continúa durante varios días, hasta que un día sólo hay 27 bloques; pero tras una pequeña búsqueda la madre encuentra que hay uno bajo la alfombra; ella debe mirar en todas partes para estar segura de que el número de bloques no ha variado. Un día, sin embargo, el número parece haber cambiado: hay sólo 26 bloques. Una investigación cuidadosa pone de manifiesto que la ventana estaba abierta, y al buscar fuera aparecen los otros dos bloques. Otro día, un recuento cuidadoso indica que ¡hay 30 bloques! Esto provoca una consternación considerable, hasta que la madre cae en la cuenta de que Bruce vino de visita trayendo sus propios bloques, y dejó algunos en casa de Daniel. Una vez que ella se ha deshecho de los bloques extra, cierra la ventana, no deja que entre Bruce, y entonces todo sigue correcto... hasta que en cierto momento cuenta y encuentra sólo 25 bloques. Sin embargo, hay una caja en la habitación, una caja de juguetes; la madre va a abrir la caja de juguetes, pero el niño dice: «No, no abras mi caja de juguetes», y chillaba. La madre tiene prohibido abrir la caja de juguetes. Como es extraordinariamente curiosa y algo ingeniosa, ¡ella inventa una treta! Sabe que cada bloque pesa 100 gramos, así que pesa la caja en un instante en que ella ve 28 bloques y el peso de la caja es de 600 gramos. Cada nueva ocasión en que quiere hacer la comprobación, pesa de nuevo la caja, resta 600 gramos y lo divide por 100. Descubre lo siguiente:

$$\text{Número de bloques vistos} + (\text{peso de la caja} - 600 \text{ g}) / 100 \text{ g} = \text{constante}$$

(4.1)

En otras ocasiones parece que hay algunas nuevas desviaciones, pero un cuidadoso estudio indica que el nivel del agua sucia de la bañera está cambiando. El niño está arrojando bloques al agua y la madre no puede verlos porque el agua está muy sucia, pero puede descubrir cuántos bloques hay en el agua añadiendo otro término a su fórmula. Puesto que la altura original del agua era de 15 centímetros y cada bloque eleva el agua medio centímetro, esta nueva fórmula sería:

$$\text{Número de bloques vistos} + (\text{peso de la caja} - 600 \text{ g}) / 100 \text{ g} + (\text{altura del agua} - 15 \text{ cm}) / 0,5 \text{ cm} = \text{constante}$$

(4.2)



A medida que aumenta la complejidad de su mundo, la madre encuentra toda una serie de términos que representan formas de calcular cuántos bloques hay en los lugares donde ella no puede mirar. Como resultado, encuentra una fórmula compleja, una magnitud que *debe ser calculada*, que siempre tiene el mismo valor." *

7. ¿Qué analogía hay entre esta historia y la conservación de la energía?

Los bloques no desaparecen, solo cambian de lugar.
al igual que la energía, solo se transforma.

8. ¿Cuántos sistemas identificas en la anterior lectura? Describe los

Primer sistema → bloques perdidos
segundo sistema → peso caen con los bloques en su interior.
Tercer sistema → los bloques y su interacción con el agua

9. Si quitamos el primer término de las ecuaciones (4.1) y (4.2). ¿Qué consideras que estaríamos calculando?

constantes, número de bloques

10. ¿Cuáles formas de energía conoces? Incluye fórmulas y gráfico de ser posible para tu explicación.

"Si lo que quieres es encontrar los secretos del universo, piensa en términos de energía frecuencia y vibración" Nikola Tesla

*Richard Feynman, Seis piezas fáciles



Anexo 11. Respuestas Estudiantes a Plan De Clase 1

¡ Six level !

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA : Educación
Facultad de Educación | Ciencias y las Artes

Ser Maestro
Transformación

Plan de clase No. 1: Interactuando con la Energía

Responsables:
Luis Edgar Hernández Arias
Luz Dary Ortega Sánchez
John Freddy Zapata López

Objetivo: Identificar el efecto que tiene la energía en los procesos de transformación.

Momento 1. La energía en nuestro entorno.

Por favor se organizan en equipos de tres estudiantes y responden las siguientes preguntas.

- ¿Qué debe ocurrir para que un cuerpo adquiera movimiento? Que le apliquen una fuerza
- ¿Los objetos inanimados tienen energía? Sí No Explique su respuesta. porque la energía no solo se presenta cuando hay movimiento
- ¿Qué pasa si sueltas un objeto desde la azotea de un edificio de 20 pisos? cae con una velocidad dependiendo de la masa, cambia su energía potencial
- ¿Qué ocurre cuando un futbolista patea el balón? su energía cinética cambia y la potencial también
- ¿Cuáles tipos de energía utilizaste en las últimas tres horas? Cinética, solar, eléctrica, térmica

Momento 2. La energía mecánica.

Escribe tus conocimientos sobre cada uno de los conceptos que se ponen a continuación.

6. Energía cinética: cuando un cuerpo cambia su posición

7. Energía potencial gravitacional: cuando un cuerpo se ve afectado por la fuerza de gravedad



8. Energía potencial elástica: cuando un cuerpo (resortes, entre otros) se ve alterado en su forma

9. Conservación de la energía mecánica: la energía no se crea ni se destruye, se transforma. No varía con el tiempo

Momento 3. Observa el video de la URL <https://www.youtube.com/watch?v=A3VtQ2QL01U>

Despreciando los efectos de dispersión de calor, y teniendo en cuenta la ley de la conservación de la energía, realizar:

10. El cálculo de la energía del sistema. la pelota grande le transfiere energía a la pelota pequeña

11. ¿Qué le ocurre a la pelota pequeña después de soltar el sistema? consigue una altura mayor
¿Por qué? la inicial ya que la pelota mayor le transmite su energía

12. Encuentra la altura que alcanza la pelota pequeña a partir de la ley de la conservación de la energía mecánica: la altura es mayor a la inicial

Momento 4: Lee detenidamente el siguiente texto¹ y responde las preguntas con base en tu comprensión

Imaginemos a un niño, quizá «Daniel el Travieso», que tiene unos bloques que son absolutamente indestructibles y no pueden dividirse en piezas. Cada uno de ellos es igual que los otros. Supongamos que tiene 28 bloques. Su madre le ha dejado por la mañana con sus 28 bloques en una habitación. Al caer la tarde, sintiendo curiosidad, ella cuenta los bloques con mucho cuidado y descubre una ley fenoménica: haga él lo que haga con los bloques, ¡siempre sigue habiendo 28! Esto continúa durante varios días, hasta que un día sólo hay 27 bloques; pero tras una pequeña búsqueda la madre encuentra que hay uno bajo la alfombra; ella debe mirar en todas partes para estar segura de que el número de bloques no ha variado. Un día, sin embargo, el número parece haber cambiado: hay sólo 26 bloques. Una investigación cuidadosa pone de manifiesto que la ventana estaba abierta, y al buscar fuera aparecen los otros dos bloques. Otro día, un recuento cuidadoso indica que ¡hay 30 bloques! Esto provoca una consternación considerable, hasta que la madre cae en la cuenta de que Bruce vino de visita trayendo sus propios bloques, y dejó algunos en casa de Daniel. Una vez que ella se ha deshecho de los bloques extra, cierra la ventana, no deja que entre Bruce, y entonces todo sigue correcto... hasta que en cierto momento cuenta y encuentra sólo 25 bloques. Sin embargo, hay una caja en la habitación, una caja de juguetes; la madre va a abrir la caja de juguetes, pero el niño dice: «No, no abras mi caja de juguetes», y chilló. La madre tiene prohibido abrir la caja de juguetes. Como es extraordinariamente curiosa y algo ingeniosa, ¡ella inventa una treta! Sabe que cada bloque pesa 100 gramos, así que pesa la caja en un instante en que ella ve 28 bloques y el peso de la caja es de 600 gramos. Cada nueva ocasión en que quiere hacer la comprobación, pesa de nuevo la caja, resta 600 gramos y lo divide por 100. Descubre lo siguiente:

¹ Tomado de: Feynman, R. (2012). *Seis piezas fáciles*, p. 101-104.



$$\text{Número de bloques vistos} + (\text{peso de la caja} - 600 \text{ g}) / 100 \text{ g} = \text{constante (4.1)}$$

En otras ocasiones parece que hay algunas nuevas desviaciones, pero un cuidadoso estudio indica que el nivel del agua sucia de la bañera está cambiando. El niño está arrojando bloques al agua y la madre no puede verlos porque el agua está muy sucia, pero puede descubrir cuántos bloques hay en el agua añadiendo otro término a su fórmula. Puesto que la altura original del agua era de 15 centímetros y cada bloque eleva el agua medio centímetro, esta nueva fórmula sería:

$$\text{Número de bloques vistos} + (\text{peso de la caja} - 600 \text{ g}) / 100 \text{ g} + (\text{altura del agua} - 15 \text{ cm}) / 0,5 \text{ cm} = \text{constante (4.2)}$$

A medida que aumenta la complejidad de su mundo, la madre encuentra toda una serie de términos que representan formas de calcular cuántos bloques hay en los lugares donde ella no puede mirar. Como resultado, encuentra una fórmula compleja, una magnitud que debe ser calculada, que siempre tiene el mismo valor.

13. ¿Qué se estaría calculando si quitáramos los primeros términos de las ecuaciones del texto? _____
4.1 peso de los bloques
4.2 peso de los bloques + altura que se eleva al echar los bloques
14. ¿Cuántos sistemas identificas en el texto anterior?, descríbelos. _____
caja de juguetes
Bañera con el agua y bloques
15. ¿Cuáles analogías encuentras entre el texto y la ley de la conservación de la energía? _____
Que la energía no se crea ni se destruye, se transforma
16. ¿Qué es lo que más te sorprende del texto de Feynman? _____
Que la mamá se interesa por los cambios que ve en los bloques y que se preocupe por resolver este problema.
17. ¿Cómo explicas eso que te sorprende? _____
No es costumbre que una madre se preocupe por este tipo de situaciones.
18. Enuncia una hipótesis que relacione los puntos 16 y 17, y que se derive del texto de Feynman _____
Si es extraño que una madre se preocupe por los juguetes por que la madre de Daniel se interesa por esto
19. ¿Utilizarías este tipo de textos literarios para la enseñanza de la física? Si No. Explica: _____
Es una forma práctica de enseñar la física, ya que en muchas ocasiones se cae en el error de ser muy teóricos.
20. Regálanos un comentario evaluativo de este tipo de trabajo didáctico: _____
Es una estrategia interesante ya que se comparte conocimiento, se interactúa con actividades experimentales.

Es innegable la existencia de la energía, nos transforma, está presente en todos los momentos de nuestra vida.



Plan de clase No. 1: Interactuando con la Energía

Responsables:
Luis Edgar Hernández Arias
Luz Dary Ortega Sánchez
John Freddy Zapata López

Objetivo: Identificar el efecto que tiene la energía en los procesos de transformación.

Momento 1. La energía en nuestro entorno.

Por favor se organizan en equipos de tres estudiantes y responden las siguientes preguntas.

1. ¿Qué debe ocurrir para que un cuerpo adquiera movimiento? Que se aplique una fuerza sobre el cuerpo
2. ¿Los objetos inanimados tienen energía? Si No Explique su respuesta. por ejemplo dependiendo de la posición puede tener energía potencial
3. ¿Qué pasa si sueltas un objeto desde la azotea de un edificio de 20 pisos? pierde energía potencial y gana energía cinética
4. ¿Qué ocurre cuando un futbolista patea el balón? se transmite energía cinética del futbolista al balón, lo cual produce movimiento al balón
5. ¿Cuáles tipos de energía utilizaste en las últimas tres horas? - Energía Calórica
- Energía mecánica

Momento 2. La energía mecánica.

Escribe tus conocimientos sobre cada uno de los conceptos que se ponen a continuación.

6. Energía cinética: la energía que permite el movimiento
7. Energía potencial gravitacional: la energía que se da por la fuerza gravitacional



8. Energía potencial elástica: _____

9. Conservación de la energía mecánica: La energía inicial de un sistema mecánico es igual a la energía final de ese mismo sistema.

Momento 3. Observa el video de la URL <https://www.youtube.com/watch?v=A3V1Q2QL01U>

Despreciando los efectos de dispersión de calor, y teniendo en cuenta la ley de la conservación de la energía, realizar:

10. El cálculo de la energía del sistema. Al inicio de la experiencia la energía del sistema es la suma de las energías potenciales de las 2 pelotas, al caer la energía potencial se va convirtiendo en cinética y en el choque con el piso toda la energía elástica pasa a la pelota pequeña a través de la pelota grande dándole más energía cinética.

11. ¿Qué le ocurre a la pelota pequeña después de soltar el sistema?
¿Por qué? En la respuesta anterior está el porque.

12. Encuentra la altura que alcanza la pelota pequeña a partir de la ley de la conservación de la energía mecánica: Se va la suma de las alturas a las que rebota en cada pelota individualmente.

Momento 4: Lee detenidamente el siguiente texto¹ y responde las preguntas con base en tu comprensión

Imaginemos a un niño, quizá «Daniel el Travieso», que tiene unos bloques que son absolutamente indestructibles y no pueden dividirse en piezas. Cada uno de ellos es igual que los otros. Supongamos que tiene 28 bloques. Su madre le ha dejado por la mañana con sus 28 bloques en una habitación. Al caer la tarde, sintiendo curiosidad, ella cuenta los bloques con mucho cuidado y descubre una ley fenoménica: haga él lo que haga con los bloques, ¡siempre sigue habiendo 28! Esto continúa durante varios días, hasta que un día sólo hay 27 bloques; pero tras una pequeña búsqueda la madre encuentra que hay uno bajo la alfombra; ella debe mirar en todas partes para estar segura de que el número de bloques no ha variado. Un día, sin embargo, el número parece haber cambiado: hay sólo 26 bloques. Una investigación cuidadosa pone de manifiesto que la ventana estaba abierta, y al buscar fuera aparecen los otros dos bloques. Otro día, un recuento cuidadoso indica que ¡hay 30 bloques! Esto provoca una consternación considerable, hasta que la madre cae en la cuenta de que Bruce vino de visita trayendo sus propios bloques, y dejó algunos en casa de Daniel. Una vez que ella se ha deshecho de los bloques extra, cierra la ventana, no deja que entre Bruce, y entonces todo sigue correcto... hasta que en cierto momento cuenta y encuentra sólo 25 bloques. Sin embargo, hay una caja en la habitación, una caja de juguetes; la madre va a abrir la caja de juguetes, pero el niño dice: «No, no abras mi caja de juguetes», y chillaba. La madre tiene prohibido abrir la caja de juguetes. Como es extraordinariamente curiosa y algo ingeniosa, ¡ella inventa una treta! Sabe que cada bloque pesa 100 gramos, así que pesa la caja en un instante en que ella ve 28 bloques y el peso de la caja es de 600 gramos. Cada nueva ocasión en que quiere hacer la comprobación, pesa de nuevo la caja, resta 600 gramos y lo divide por 100. Descubre lo siguiente:

¹ Tomado de: Feynman, R. (2012). *Seis piezas fáciles*, p. 101-104.



$$\text{Número de bloques vistos} + (\text{peso de la caja} - 600 \text{ g}) / 100 \text{ g} = \text{constante (4.1)}$$

En otras ocasiones parece que hay algunas nuevas desviaciones, pero un cuidadoso estudio indica que el nivel del agua sucia de la bañera está cambiando. El niño está arrojando bloques al agua y la madre no puede verlos porque el agua está muy sucia, pero puede descubrir cuántos bloques hay en el agua añadiendo otro término a su fórmula. Puesto que la altura original del agua era de 15 centímetros y cada bloque eleva el agua medio centímetro, esta nueva fórmula sería:

$$\text{Número de bloques vistos} + (\text{peso de la caja} - 600 \text{ g}) / 100 \text{ g} + (\text{altura del agua} - 15 \text{ cm}) / 0,5 \text{ cm} = \text{constante (4.2)}$$

A medida que aumenta la complejidad de su mundo, la madre encuentra toda una serie de términos que representan formas de calcular cuántos bloques hay en los lugares donde ella no puede mirar. Como resultado, encuentra una fórmula compleja, una magnitud que debe ser calculada, que siempre tiene el mismo valor.

13. ¿Qué se estaría calculando si quitáramos los primeros términos de las ecuaciones del texto? _____

Número de Bloques que no se ve

14. ¿Cuántos sistemas identificas en el texto anterior?, descríbelos. La habitación la caja, la bañera, los bloques, el jardín y las combinaciones entre ellos.

15. ¿Cuáles analogías encuentras entre el texto y la ley de la conservación de la energía? La cantidad de bloques mientras la habitación este cerrada siempre son tres, los mismos bloques, al igual que la energía en un sistema cerrado.

16. ¿Qué es lo que más te sorprende del texto de Feynman? La capacidad deductiva que tiene la madre.

17. ¿Cómo explicas eso que te sorprende? _____

18. Enuncia una hipótesis que relacione los puntos 16 y 17, y que se derive del texto de Feynman

19. ¿Utilizarías este tipo de textos literarios para la enseñanza de la física? Si No. Explica: porque apartir de ellos se puede relacionar con el mundo cotidiano y eso ayuda a una mejor comprensión del tema

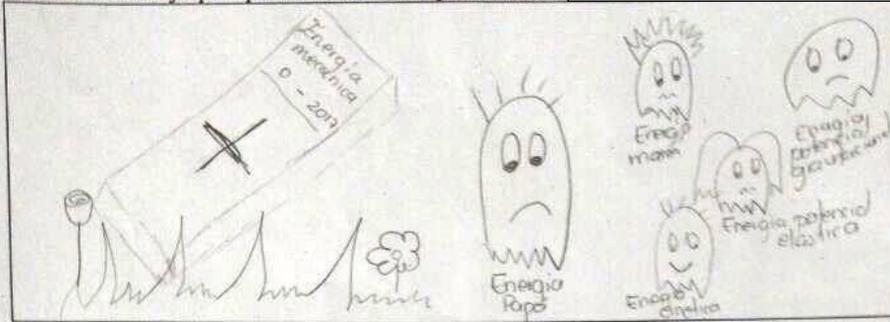
20. Regálanos un comentario evaluativo de este tipo de trabajo didáctico: son muy interesantes por que nos da la posibilidad de observar la física desde otras perspectivas.

Es innegable la existencia de la energía, nos transforma, está presente en todos los momentos de nuestra vida.



Anexo 12. Respuestas Estudiantes al Plan De Clase 2

3. Realice un dibujo que represente el escrito del punto anterior.



4. Comparta con sus compañeros el relato y el dibujo que representa el relato. ¿Cuál fue el relato que más le llamó la atención? _____

¿Por qué? _____

5. ¿Cuáles personajes del relato, se acercan más a los conceptos tratados? _____

6. ¿Crees que esta metodología nos acerca más al concepto de energía? Sí No ¿Por qué? _____

EL OLIMPO DE LAS ENERGÍAS

En un comienzo las energías reposaban en un punto comprimido en el vasto universo, contenidas en un gran núcleo de materia. Todo era calma, rodeada de una obscuridad absoluta y total tranquilidad, pero todo está a punto de cambiar, se acaba de producir la gran explosión: "El big bang", se ha liberado toda la energía, la temperatura es muy alta y el espacio se expande a una velocidad vertiginosa. Despiertan de ese profundo letargo Gravitrón, que con su extremada fuerza de atracción gravitacional, es la responsable de atraer partículas de diferentes tamaños y formar cuerpos celestes; Cinetrón, titán encargado de la expansión de las partículas, del movimiento de las mismas; Nucleotrón, debido a su gran fuerza mantiene estables los núcleos de los átomos, pues si se rompe esta estabilidad se generan potentes emisiones de energía que el hombre las transforma para bien o para mal; Electromagnetrón, energía de carácter eléctrico y magnético la cual da plena explicación de la transmisión de la luz, ya que está presente en ella y electritrón encargada de dar bienestar a la humanidad y facilitar todas las actividades diarias del hombre.

El Olimpo universal de las energías se establece a partir de reacciones termonucleares en las estrellas y de las contracciones de las masas, convirtiéndose Gravitrón en Cinetrón (partículas en movimiento) y en electromagnetrón (luz visible, rayos X, rayos Gamma...).

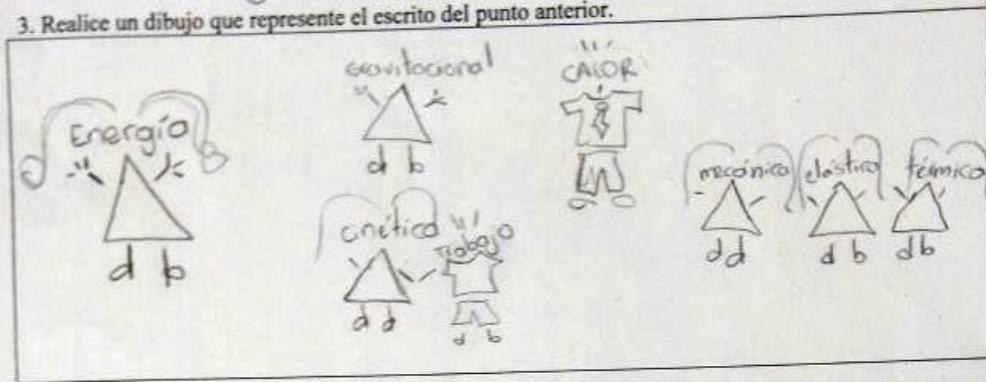
Gravitrón es el rey del Olimpo, ya que es la energía superior de menor desorden y esta es la razón por qué una central hidroeléctrica puede tener rendimientos próximos al 100%, superior al de cualquier otra central, al haber una mínima transformación a energía calórica. El rey del Olimpo reposa en un gran trono, rigiendo los destinos de la humanidad.

7. ¿Qué concepto te merece el relato anterior? _____

El conocimiento está dentro de nosotros, plasmarlo es nuestro compromiso.



3. Realice un dibujo que represente el escrito del punto anterior.



4. Comparta con sus compañeros el relato y el dibujo que representa el relato. ¿Cuál fue el relato que más le llamó la atención?

¿Por qué?

5. ¿Cuáles personajes del relato, se acercan más a los conceptos tratados?

6. ¿Crees que esta metodología nos acerca más al concepto de energía? Sí No ¿Por qué? Nos lleva a una apropiación del concepto más allá de la definición con una simple fórmula.

EL OLIMPO DE LAS ENERGÍAS

En un comienzo las energías reposaban en un punto comprimido en el vasto universo, contenidas en un gran núcleo de materia. Todo era calma, rodeada de una obscuridad absoluta y total tranquilidad, pero todo está a punto de cambiar, se acaba de producir la gran explosión: "El big bang", se ha liberado toda la energía, la temperatura es muy alta y el espacio se expande a una velocidad vertiginosa. Despiertan de ese profundo letargo Gravitrón, que con su extremada fuerza de atracción gravitacional, es la responsable de atraer partículas de diferentes tamaños y formar cuerpos celestes; Cinetrón, titán encargado de la expansión de las partículas, del movimiento de las mismas; Nucleotrón, debido a su gran fuerza mantiene estables los núcleos de los átomos, pues si se rompe esta estabilidad se generan potentes emisiones de energía que el hombre las transforma para bien o para mal; Electromagnetrón, energía de carácter eléctrico y magnético la cual da plena explicación de la transmisión de la luz, ya que está presente en ella y electritrón encargada de dar bienestar a la humanidad y facilitar todas las actividades diarias del hombre.

El Olimpo universal de las energías se establece a partir de reacciones termonucleares en las estrellas y de las contracciones de las masas, convirtiéndose Gravitrón en Cinetrón (partículas en movimiento) y en electromagnetrón (luz visible, rayos X, rayos Gamma...).

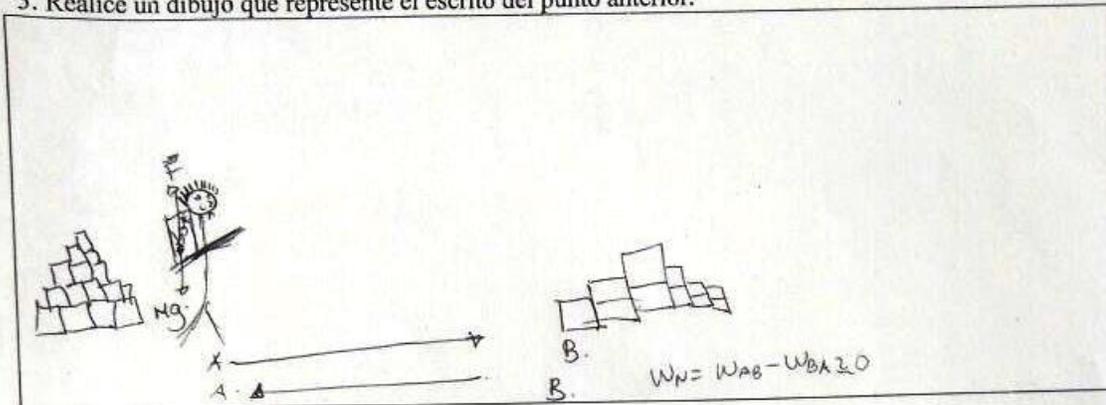
Gravitrón es el rey del Olimpo, ya que es la energía superior de menor desorden y esta es la razón por qué una central hidroeléctrica puede tener rendimientos próximos al 100%, superior al de cualquier otra central, al haber una mínima transformación a energía calórica. El rey del Olimpo reposa en un gran trono, rigiendo los destinos de la humanidad.

7. ¿Qué concepto te merece el relato anterior?

El conocimiento está dentro de nosotros, plasmarlo es nuestro compromiso.



3. Realice un dibujo que represente el escrito del punto anterior.



4. Comparta con sus compañeros el relato y el dibujo que representa el relato. ¿Cuál fue el relato que más le llamó la atención? La revolución

¿Por qué? Diferentes explicaciones y propiedades de la energía

5. ¿Cuáles personajes del relato, se acercan más a los conceptos tratados?

6. ¿Crees que esta metodología nos acerca más al concepto de energía? Sí No ¿Por qué? porque son formas de presentar los conceptos ocultos con analogías en la vida cotidiana además, por ser socializado se complementa sobre los conceptos (trabajo en equipo)

EL OLIMPO DE LAS ENERGÍAS

En un comienzo las energías reposaban en un punto comprimido en el vasto universo, contenidas en un gran núcleo de materia. Todo era calma, rodeada de una obscuridad absoluta y total tranquilidad, pero todo está a punto de cambiar, se acaba de producir la gran explosión: "El big bang", se ha liberado toda la energía, la temperatura es muy alta y el espacio se expande a una velocidad vertiginosa. Despiertan de ese profundo letargo Gravitrón, que con su extremada fuerza de atracción gravitacional, es la responsable de atraer partículas de diferentes tamaños y formar cuerpos celestes; Cinetrón, titán encargado de la expansión de las partículas, del movimiento de las mismas; Nucleotrón, debido a su gran fuerza mantiene estables los núcleos de los átomos, pues si se rompe esta estabilidad se generan potentes emisiones de energía que el hombre las transforma para bien o para mal; Electromagnetrón, energía de carácter eléctrico y magnético la cual da plena explicación de la transmisión de la luz, ya que está presente en ella y electritrón encargada de dar bienestar a la humanidad y facilitar todas las actividades diarias del hombre.

El Olimpo universal de las energías se establece a partir de reacciones termonucleares en las estrellas y de las contracciones de las masas, convirtiéndose Gravitrón en Cinetrón (partículas en movimiento) y en electromagnetrón (luz visible, rayos X, rayos Gamma...).

Gravitrón es el rey del Olimpo, ya que es la energía superior de menor desorden y esta es la razón por qué una central hidroeléctrica puede tener rendimientos próximos al 100%, superior al de cualquier otra central, al haber una mínima transformación a energía calórica. El rey del Olimpo reposa en un gran trono, rigiendo los destinos de la humanidad.

7. ¿Qué concepto te merece el relato anterior?

El conocimiento está dentro de nosotros, plasmarlo es nuestro compromiso.



Anexo 13. Respuestas estudiantes al Plan De Clases 3



Facultad de Educación

Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes
Plan de clase No. 3: Energías sostenibles

Ser Maestro
Nuestra esencia

Responsables: Luis Edgar Hernández Arias,
Luz Dary Ortega Sánchez y John Freddy Zapata López

Objetivo: Asumir una postura responsable sobre el uso de las energías limpias en pro del cuidado de nuestro planeta.

Momento 1: Orden o desorden.

Leer los siguientes textos:

Texto uno. (Maxwell, 1872).

Pero si concebimos un ser cuyas facultades son tan finas que puede seguir el curso de cada molécula, dicho ser, cuyos atributos siguen siendo en esencia finitos como los nuestros, podría estar capacitado para hacer algo que en el presente es imposible para nosotros (...) Ahora supongamos que dicho recipiente está dividido en dos partes, A y B, por una división en la que hay un pequeño agujero, y que un ser, que puede observar las moléculas individualmente, abre y cierra el agujero, permitiendo el paso únicamente de las moléculas más rápidas de A a B, y el paso de las lentas de B a a.A.. Este ente haría, sin la entrada de trabajo, que la temperatura de B aumentara y la de A disminuyera, en contradicción con la segunda ley de la termodinámica,

La propuesta de Maxwell derroca las limitaciones impuestas por la segunda ley, o por lo menos parece hacerlo. Para contextualizar un poco, la segunda ley de la termodinámica expresa que no es posible generar diferencias de presión o temperatura en un sistema en equilibrio sin la adición de trabajo, en otras palabras, la entropía del universo siempre aumenta tras un proceso. Con aquel ente concebido por Maxwell sería posible generar gradientes de temperatura sin adicionar trabajo y, además, al poner los sentidos del ser muy finos pero finitos, no se cae en planteamientos sobrenaturales, lo que hace más crítico el panorama para la segunda ley.

Texto dos. (Hawking, S, 1988, p. 131)

Imaginemos que tenemos un rompecabezas ordenado, formando una imagen. Si quisiéramos, podríamos armarlo de muchas otras formas, pero claro, la imagen resultante no sería la buscada. Si nos preguntamos *¿cuántas formas existen de ordenar el rompecabezas de modo que obtengamos la imagen correcta?*, vemos que sólo existe una forma. Y *¿cuántas disposiciones de las piezas existen, de modo que estén desordenadas?*, es obvio que muchísimas.

Si tenemos todas las piezas en una bolsa, y las arrojamos precipitadamente al suelo, es mucho más probable que caigan de forma desordenada, a que lo hagan de forma ordenada. ¿Quiere decir que es *imposible* arrojar las piezas al suelo, y caiga cada una en el lugar correspondiente, formando la imagen? No: es totalmente posible, pero eso sí, *improbable*.

Vemos que los estados ordenados son mucho más improbables que los desordenados, por el único motivo de que existen muchas más formas de distribuir algo de forma desorganizada, que organizada. Supongamos ahora, que tenemos todas las piezas ordenadas, dentro de una caja, y que comenzamos a agitarla. A medida que pasa el tiempo, obtendremos una distribución más desordenada, únicamente a causa de las *probabilidades*. Pero no son “simples probabilidades que, como tales, a menudo fallan”, como solemos pensar: estamos hablando de probabilidades increíblemente altas.



Traslademos el ejemplo de las fichas del rompecabezas, a las moléculas de un café caliente, y por otro lado, de crema (o nata) fría. Sabemos que lo que llamamos 'temperatura' en el mundo macroscópico, es en realidad el movimiento microscópico de las moléculas que forman una sustancia. Cuanto más rápido se mueven o agitan las moléculas, más caliente percibimos el cuerpo que forman.

Como las moléculas de café y crema están en constante movimiento y choque entre sí, resulta como si estuviéramos agitando la caja del rompecabezas. Al principio, café y crema tienen temperaturas distintas, por lo que decimos que la entropía del sistema café-crema es baja, y que está en un estado ordenado (como las piezas del rompecabezas formando la imagen). Pero a medida que pasa el tiempo, las moléculas se van transfiriendo su velocidad, y mezclando su posición entre sí, obteniendo un estado café-leche desordenado, por causa de que las probabilidades de que las moléculas estén desordenadas son mucho más altas de que se queden ordenadas a pesar de su agitación¹.

1. ¿Qué relación encuentras entre los textos anteriores?

Los dos textos hablan de propiedades que se cumplen cuando se mezclan dos sustancias o dos elementos.

2. ¿Qué entiendes por entropía de un sistema?

Es el cambio o pérdida de energía que posee un cuerpo.

3. ¿A qué tipo de energía se refieren en los textos anteriores?

Energía térmica.

4. Mencione las diferencias y/o semejanzas entre los textos anteriores.

Semejanza: Se tienen dos sustancias o un recipiente dividido en dos partes, en ambos se explica cómo se puede generar un cambio, dependiendo de la temperatura.

Momento 2: Panorama energético en Colombia. (Portafolio, 2016)

Lee el siguiente artículo, y responde las preguntas planteadas a continuación.

Por su ubicación en la línea ecuatorial, sus climas y ecosistemas diversos, el país cuenta con un gran potencial para implementar y desarrollar energías limpias a partir del agua, el viento, el sol y de los residuos de biomasa como los de la caña de azúcar, aceite de palma, arroz y plátano.

Los recursos disponibles, como una irradiación solar promedio de 194 W/m² para el territorio nacional, vientos de velocidades medias en el orden de los 9 metros por segundo (a 80 metros de altura) en La Guajira, y potenciales energéticos del orden de 450.000 TJ (Tera joules) por año en residuos de biomasa

¹(cedazo, 2009)



representan un atractivo importante comparados con los de países ubicados en otras latitudes del planeta, destaca un informe de la Unidad de Planeación Minero Energética (Upme). Hoy, el 70 por ciento de la energía generada proviene de las hidroeléctricas (producida en los embalses). Sin embargo, este porcentaje se ve afectado por los fenómenos climáticos que terminan ocasionando largos periodos de sequía y por los efectos negativos por el represamiento de grandes ríos, por lo que depender de esta fuente se ha convertido en un riesgo nacional.

Precisamente a principios de este año el país estuvo ad portas de un apagón por cuenta del fenómeno del niño. Por eso, a juicio de Alejandro Lucio, director Ejecutivo de la Asociación de Energías Renovables (Ser Colombia), resulta necesario complementar la generación de energía con alternativas independientes –eólica, solar, geotérmica, mareomotriz y de biomasa– para cubrir la demanda. Según Daniel Fernández, presidente de Siemens para Suramérica, considera que el país cuenta con potencial en casi todos los recursos energéticos, pero se requiere actualizar la política energética del Gobierno para que defina de forma clara cuánto debe ser la participación de cada una de ellas en la matriz energética y aprovechar la complementariedad de las mismas.

Por su parte, el Ministerio de Minas y Energías anunció a principios de este año la construcción de una planta generadora de energía eólica con una inversión de 700 millones de dólares, la cual permitirá garantizar el abastecimiento eléctrico y aumentar su capacidad instalada en los próximos 15 años. En el 2004 entró en funcionamiento entre el Cabo de la Vela y Puerto Bolívar (La Guajira) el Parque Eólico Jeparachi, el primero en el país de este tipo de energía. El proyecto de EPM tiene una capacidad instalada de 19,5 megavatios de potencia nominal, con 15 aerogeneradores de 1,3 megavatios cada uno².

5. ¿Qué es lo que más te sorprende de texto? Me sorprende conocer que en el Cabo de la Vela y Puerto Bolívar hay un parque eólico.

6. ¿Cómo explicas eso que te sorprende? Me sorprende debido a que no sabía que esto existía en ese lugar.

7. Menciona y define los tipos de energías limpias a que hace alusión el texto anterior. Energía eólica, energía solar, energía geotérmica, energía mareomotriz.

Momento 3: Reflexión sobre la energía.

8. Escribe un texto donde menciones el potencial de nuestro país para desarrollar energías limpias y en que regiones del mismo se pueden aplicar.

Considero importante y oportuno que se implemente más lugares en los que se cree conciencia del parque se debe utilizar más los paneles solares, así mismo sería mejor que estos paneles solares fueran más económicos, ya que así es más fácil de tener, y por ende se puede ayudar más al cuidado del planeta.

“La energía nos une, hacemos parte de ella”

² (Portafolio, 2016)



Responsables: Luis Edgar Hernández Arias,
Luz Dary Ortega Sánchez y John Freddy Zapata López

Objetivo: Asumir una postura responsable sobre el uso de las energías limpias en pro del cuidado de nuestro planeta.

Momento 1: Orden o desorden.

Leer los siguientes textos:

Texto uno. (Maxwell, 1872).

Pero si concebimos un ser cuyas facultades son tan finas que puede seguir el curso de cada molécula, dicho ser, cuyos atributos siguen siendo en esencia finitos como los nuestros, podría estar capacitado para hacer algo que en el presente es imposible para nosotros (...) Ahora supongamos que dicho recipiente está dividido en dos partes, A y B, por una división en la que hay un pequeño agujero, y que un ser, que puede observar las moléculas individualmente, abre y cierra el agujero, permitiendo el paso únicamente de las moléculas más rápidas de A a B, y el paso de las lentas de B a A.. Este ente haría, sin la entrada de trabajo, que la temperatura de B aumentara y la de A disminuyera, en contradicción con la segunda ley de la termodinámica.

La propuesta de Maxwell derroca las limitaciones impuestas por la segunda ley, o por lo menos parece hacerlo. Para contextualizar un poco, la segunda ley de la termodinámica expresa que no es posible generar diferencias de presión o temperatura en un sistema en equilibrio sin la adición de trabajo, en otras palabras, la entropía del universo siempre aumenta tras un proceso. Con aquel ente concebido por Maxwell sería posible generar gradientes de temperatura sin adicionar trabajo y, además, al poner los sentidos del ser muy finos pero finitos, no se cae en planteamientos sobrenaturales, lo que hace más crítico el panorama para la segunda ley.

Texto dos. (Hawking, S, 1988, p. 131)

Imaginemos que tenemos un rompecabezas ordenado, formando una imagen. Si quisiéramos, podríamos armarlo de muchas otras formas, pero claro, la imagen resultante no sería la buscada. Si nos preguntamos *¿cuántas formas existen de ordenar el rompecabezas de modo que obtengamos la imagen correcta?*, vemos que sólo existe una forma. Y *¿cuántas disposiciones de las piezas existen, de modo que estén desordenadas?*, es obvio que muchísimas.

Si tenemos todas las piezas en una bolsa, y las arrojamos precipitadamente al suelo, es mucho más probable que caigan de forma desordenada, a que lo hagan de forma ordenada. ¿Quiere decir que es *imposible* arrojar las piezas al suelo, y caiga cada una en el lugar correspondiente, formando la imagen? No: es totalmente posible, pero eso sí, *improbable*.

Vemos que los estados ordenados son mucho más improbables que los desordenados, por el único motivo de que existen muchas más formas de distribuir algo de forma desorganizada, que organizada. Supongamos ahora, que tenemos todas las piezas ordenadas, dentro de una caja, y que comenzamos a agitarla. A medida que pasa el tiempo, obtendremos una distribución más desordenada, únicamente a causa de las *probabilidades*. Pero no son “simples probabilidades que, como tales, a menudo fallan”, como solemos pensar: estamos hablando de probabilidades increíblemente altas.



Traslademos el ejemplo de las fichas del rompecabezas, a las moléculas de un café caliente, y por otro lado, de crema (o nata) fría. Sabemos que lo que llamamos 'temperatura' en el mundo macroscópico, es en realidad el movimiento microscópico de las moléculas que forman una sustancia. Cuanto más rápido se mueven o agitan las moléculas, más caliente percibimos el cuerpo que forman.

Como las moléculas de café y crema están en constante movimiento y choque entre sí, resulta como si estuviéramos agitando la caja del rompecabezas. Al principio, café y crema tienen temperaturas distintas, por lo que decimos que la entropía del sistema café-crema es baja, y que está en un estado ordenado (como las piezas del rompecabezas formando la imagen). Pero a medida que pasa el tiempo, las moléculas se van transfiriendo su velocidad, y mezclando su posición entre sí, obteniendo un estado café-leche desordenado, por causa de que las probabilidades de que las moléculas estén desordenadas son mucho más altas de que se queden ordenadas a pesar de su agitación¹.

1. ¿Qué relación encuentras entre los textos anteriores?

La entropía de cierto modo es el nivel de desorden que hay en el universo, que va aumentando con el tiempo.

2. ¿Qué entiendes por entropía de un sistema?

Nivel de desorden que hay en un sistema, que se da por la adición de un trabajo.

3. ¿A qué tipo de energía se refieren en los textos anteriores?

Energía térmica.

4. Mencione las diferencias y/o semejanzas entre los textos anteriores.

El demonio de Maxwell estaba organizando el sistema, mientras que en el segundo todo tendía a desordenarse y que los dos intentan explicar el mismo fenómeno pero por diferente vía, uno a nivel macro (universo) y el otro micro (taza de café).

Momento 2: Panorama energético en Colombia. (Portafolio, 2016)

Lee el siguiente artículo, y responde las preguntas planteadas a continuación.

Por su ubicación en la línea ecuatorial, sus climas y ecosistemas diversos, el país cuenta con un gran potencial para implementar y desarrollar energías limpias a partir del agua, el viento, el sol y de los residuos de biomasa como los de la caña de azúcar, aceite de palma, arroz y plátano.

Los recursos disponibles, como una irradiación solar promedio de 194 W/m² para el territorio nacional, vientos de velocidades medias en el orden de los 9 metros por segundo (a 80 metros de altura) en La Guajira, y potenciales energéticos del orden de 450.000 TJ (Tera joules) por año en residuos de biomasa

¹ (cedazo, 2009)



representan un atractivo importante comparados con los de países ubicados en otras latitudes del planeta, destaca un informe de la Unidad de Planeación Minero Energética (Upme). Hoy, el 70 por ciento de la energía generada proviene de las hidroeléctricas (producida en los embalses). Sin embargo, este porcentaje se ve afectado por los fenómenos climáticos que terminan ocasionando largos periodos de sequía y por los efectos negativos por el represamiento de grandes ríos, por lo que depender de esta fuente se ha convertido en un riesgo nacional.

Precisamente a principios de este año el país estuvo ad portas de un apagón por cuenta del fenómeno del niño. Por eso, a juicio de Alejandro Lucio, director Ejecutivo de la Asociación de Energías Renovables (Ser Colombia), resulta necesario complementar la generación de energía con alternativas independientes —eólica, solar, geotérmica, mareomotriz y de biomasa— para cubrir la demanda. Según Daniel Fernández, presidente de Siemens para Suramérica, considera que el país cuenta con potencial en casi todos los recursos energéticos, pero se requiere actualizar la política energética del Gobierno para que defina de forma clara cuánto debe ser la participación de cada una de ellas en la matriz energética y aprovechar la complementariedad de las mismas.

Por su parte, el Ministerio de Minas y Energías anunció a principios de este año la construcción de una planta generadora de energía eólica con una inversión de 700 millones de dólares, la cual permitirá garantizar el abastecimiento eléctrico y aumentar su capacidad instalada en los próximos 15 años. En el 2004 entró en funcionamiento entre el Cabo de la Vela y Puerto Bolívar (La Guajira) el Parque Eólico Jepírachi, el primero en el país de este tipo de energía. El proyecto de EPM tiene una capacidad instalada de 19,5 megavatios de potencia nominal, con 15 aerogeneradores de 1,3 megavatios cada uno².

5. ¿Qué es lo que más te sorprende de texto? No sabía que los residuos de bio masa podían producir energía y que Colombia tuviera tanta posibilidad y material para implementarlas

6. ¿Cómo explicas eso que te sorprende? Me sorprende porque no sabía que existía y supongo que por la descomposición de esos materiales se produce algún gas que ayuda a producir energía

7. Menciona y define los tipos de energías limpias a que hace alusión el texto anterior.

Física: Turbinas que giran con el viento, Química: Materiales orgánicos que por descomposición producen energía, Solar: los rayos solares impactan en placas que por medio de éstas produce energía, Mecánica: el agua hace mover turbinas para generar energía eléctrica.

Momento 3: Reflexión sobre la energía.

8. Escribe un texto donde menciones el potencial de nuestro país para desarrollar energías limpias y en que regiones del mismo se pueden aplicar.

Nuestro país tiene mucho potencial para producir energías limpias, en Antioquia con sus ríos y montañas que permiten crear embalses, la costa con su sol y sus vientos, al igual que la geotermia y la biomasa en cualquier región ya que residuos se producen en todas partes. Lo importante es saber que como dice Eduardo Galeano "muchas personas en lugares pequeños haciendo cosas pequeñas pueden cambiar el mundo" el cambio empieza en uno...

“La energía nos une, hacemos parte de ella”

² (Portafolio, 2016)



Anexo 14. Respuesta de Estudiantes a Coevaluación

Autoevaluación

Considero que mi participación con los trabajos propuestos fue buena en cuanto a que desarrolle a cabalidad los mismos y que me cuestione, recuerde y analice las temáticas dadas. Además puse adecuada atención a las actividades compartidas por los compañeros, en especial la a actividad de los cuentos. Por otro lado aprendí mucho más de la energía ya que realmente había olvidado muchos aspectos con relación a esta, y fue muy grato poder relacionar las explicaciones dadas con nuestro trabajo de la energía en el mismo curso de didáctica. Aprendí que tenía diversas concepciones alternativas acerca de la energía y las pude transformar. Por lo tanto creo que mi autoevaluación es buena.

• Autoevaluación: Considero que las actividades planteadas durante el curso produjeron una reflexión sobre los conceptos que consideraba hasta el momento "bien claros" y en este sentido, he tomado la labor de hacerme más a ella. Es por ello también, que las actividades propuestas las considero como efectivas y proporcionaron un ambiente agradable y propicio para el trabajo grupal y a su vez dieron pie para autoevaluar a los compañeros por medio de los aportes con los que participaron en cada uno de los trabajos.

La nota por la autoevaluación y la evaluación del trabajo realizado por ustedes es: **5.0**

Autoevaluación.
partiendo de la disposición que tuve y de la participación podría decir fue buena.
Nota: 4,0.

Evaluación del trabajo de la practicante.

Me parece que las actividades estuvieron muy bien planeadas y organizadas. Además son actividades que buscaban que la creatividad fuera un papel fundamental en el momento de solucionar.
Nota: 5,0

Autoevaluación

Considero que tuve la mejor disposición para realizar las actividades planteadas por ustedes, aunque había olvidado muchas cosas sobre el tema hice mi mayor esfuerzo en recordarlas y hacer las actividades de la mejor manera. Aprendí mucho con ustedes y creo que eso es lo más importante.

Evaluación

Me parece que todas y cada una de las actividades planteadas por ustedes estuvieron muy buenas y pertinentes aprendí mucho.

La disposición de ustedes hacia nosotros fue muy buena, estaban atentos y dispuestos a ayudarnos con los dudas sobre el tema.

La motivación con la comedia resaltó fue muy buena y por eso les agradeceré mucho.

Aprendí me reí y me gaje sus actividades.

¡Gracias!



Anexo 15 Consentimiento informado: Diligenciado

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Educación

CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN DE LA PERSONA COMO SUJETO ENTREVISTADO.

Yo, Maria Alejandra Polquera Naranjo, con cédula N° 102617093, de Togo, quien firma abajo, en pleno uso de mis facultades mentales y legales, una vez informado, manifiesto que estoy de acuerdo en participar de la investigación: **El Concepto de Energía como una analogía con la Literatura Científica -LC-**, comprometiéndome a colaborar en todo lo anteriormente expuesto.

Reconozco que fui debidamente informado(a) y esclarecido(a) por los investigadores: *Luis Edgar Hernández Arias, Luz Dary Ortega Sánchez y John Freddy Zapata López*, sobre el estudio, los procedimientos en él involucrados, así como los posibles riesgos y beneficios decurrentes de mi participación. Me fue garantizado que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento, sin que esto lleve a alguna penalidad.

Se firma en Medellín, Antioquia, el 23 de 07 de 2013

Firma del participante Maria Alejandra Polquera N.

Firma del investigador (a) Luz Dary Ortega Sánchez

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Educación

CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN DE LA PERSONA COMO SUJETO ENTREVISTADO.

Yo, Daban Anibal Bordon, con cédula N° 112462522, de Medellin, quien firma abajo, en pleno uso de mis facultades mentales y legales, una vez informado, manifiesto que estoy de acuerdo en participar de la investigación: **El Concepto de Energía como una analogía con la Literatura Científica -LC-**, comprometiéndome a colaborar en todo lo anteriormente expuesto.

Reconozco que fui debidamente informado(a) y esclarecido(a) por los investigadores: *Luis Edgar Hernández Arias, Luz Dary Ortega Sánchez y John Freddy Zapata López*, sobre el estudio, los procedimientos en él involucrados, así como los posibles riesgos y beneficios decurrentes de mi participación. Me fue garantizado que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento, sin que esto lleve a alguna penalidad.

Se firma en Medellín, Antioquia, el 27 de 02 de 2013

Firma del participante Daban Anibal Bordon

Firma del investigador (a) Luz Dary Ortega Sánchez

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Educación

CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN DE LA PERSONA COMO SUJETO ENTREVISTADO.

Yo, Laura Melissa Betancur Ramirez, con cédula N° 108668643, de Togo, quien firma abajo, en pleno uso de mis facultades mentales y legales, una vez informado, manifiesto que estoy de acuerdo en participar de la investigación: **El Concepto de Energía como una analogía con la Literatura Científica -LC-**, comprometiéndome a colaborar en todo lo anteriormente expuesto.

Reconozco que fui debidamente informado(a) y esclarecido(a) por los investigadores: *Luis Edgar Hernández Arias, Luz Dary Ortega Sánchez y John Freddy Zapata López*, sobre el estudio, los procedimientos en él involucrados, así como los posibles riesgos y beneficios decurrentes de mi participación. Me fue garantizado que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento, sin que esto lleve a alguna penalidad.

Se firma en Medellín, Antioquia, el 23 de 02 de 2017

Firma del participante Laura Melissa Betancur Ramirez

Firma del investigador (a) Luz Dary Ortega Sánchez

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Educación

CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN DE LA PERSONA COMO SUJETO ENTREVISTADO.

Yo, Angela Maria Cabal Hernandez, con cédula N° 115024213, de Osga, quien firma abajo, en pleno uso de mis facultades mentales y legales, una vez informado, manifiesto que estoy de acuerdo en participar de la investigación: **El Concepto de Energía como una analogía con la Literatura Científica -LC-**, comprometiéndome a colaborar en todo lo anteriormente expuesto.

Reconozco que fui debidamente informado(a) y esclarecido(a) por los investigadores: *Luis Edgar Hernández Arias, Luz Dary Ortega Sánchez y John Freddy Zapata López*, sobre el estudio, los procedimientos en él involucrados, así como los posibles riesgos y beneficios decurrentes de mi participación. Me fue garantizado que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento, sin que esto lleve a alguna penalidad.

Se firma en Medellín, Antioquia, el _____ de _____ de 2017

Firma del participante Angela Maria Cabal

Firma del investigador (a) Luz Dary Ortega Sánchez



Facultad de Educación

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Educación

CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN DE LA PERSONA COMO SUJETO ENTREVISTADO.

Yo, Alexo Vela Orisco, con cédula N° 1073334493, de Armenia, quien firma abajo, en pleno uso de mis facultades mentales y legales, una vez informado, manifiesto que estoy de acuerdo en participar de la investigación: **El Concepto de Energía como una analogía con la Literatura Científica -LC-**, comprometiéndome a colaborar en todo lo anteriormente expuesto.

Reconozco que fui debidamente informado(a) y esclarecido(a) por los investigadores: Luis Edgar Hernández Arias, Luz Dary Ortega Sánchez y John Freddy Zapata López, sobre el estudio, los procedimientos en él involucrados, así como los posibles riesgos y beneficios decurrentes de mi participación. Me fue garantizado que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento, sin que esto lleve a alguna penalidad.

Se firma en Medellín, Antioquia, el _____ de _____ de _____

Firma del participante Alexo Vela Orisco

Firma del investigador (a) Luz Dary Ortega Sánchez

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Educación

CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN DE LA PERSONA COMO SUJETO ENTREVISTADO.

Yo, Juan Humberto David Ariza, con cédula N° 1037390699, de Subamano - Antioquia, quien firma abajo, en pleno uso de mis facultades mentales y legales, una vez informado, manifiesto que estoy de acuerdo en participar de la investigación: **El Concepto de Energía como una analogía con la Literatura Científica -LC-**, comprometiéndome a colaborar en todo lo anteriormente expuesto.

Reconozco que fui debidamente informado(a) y esclarecido(a) por los investigadores: Luis Edgar Hernández Arias, Luz Dary Ortega Sánchez y John Freddy Zapata López, sobre el estudio, los procedimientos en él involucrados, así como los posibles riesgos y beneficios decurrentes de mi participación. Me fue garantizado que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento, sin que esto lleve a alguna penalidad.

Se firma en Medellín, Antioquia, el _____ de _____ de 2016

Firma del participante Juan Humberto David Ariza

Firma del investigador (a) Luz Dary Ortega Sánchez

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Educación

CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN DE LA PERSONA COMO SUJETO ENTREVISTADO.

Yo, Pinela Lalla Lindero, con cédula N° 637624335, de Esmeraldas, quien firma abajo, en pleno uso de mis facultades mentales y legales, una vez informado, manifiesto que estoy de acuerdo en participar de la investigación: **El Concepto de Energía como una analogía con la Literatura Científica -LC-**, comprometiéndome a colaborar en todo lo anteriormente expuesto.

Reconozco que fui debidamente informado(a) y esclarecido(a) por los investigadores: Luis Edgar Hernández Arias, Luz Dary Ortega Sánchez y John Freddy Zapata López, sobre el estudio, los procedimientos en él involucrados, así como los posibles riesgos y beneficios decurrentes de mi participación. Me fue garantizado que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento, sin que esto lleve a alguna penalidad.

Se firma en Medellín, Antioquia, el _____ de _____ de 2016

Firma del participante Pinela Lalla Lindero

Firma del investigador (a) Luz Dary Ortega Sánchez

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Educación

CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN DE LA PERSONA COMO SUJETO ENTREVISTADO.

Yo, Leidy Galvis, con cédula N° 1020468329, de Bello, quien firma abajo, en pleno uso de mis facultades mentales y legales, una vez informado, manifiesto que estoy de acuerdo en participar de la investigación: **El Concepto de Energía como una analogía con la Literatura Científica -LC-**, comprometiéndome a colaborar en todo lo anteriormente expuesto.

Reconozco que fui debidamente informado(a) y esclarecido(a) por los investigadores: Luis Edgar Hernández Arias, Luz Dary Ortega Sánchez y John Freddy Zapata López, sobre el estudio, los procedimientos en él involucrados, así como los posibles riesgos y beneficios decurrentes de mi participación. Me fue garantizado que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento, sin que esto lleve a alguna penalidad.

Se firma en Medellín, Antioquia, el _____ de _____ de _____

Firma del participante Leidy Galvis

Firma del investigador (a) Luz Dary Ortega Sánchez