



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

Facultad de Educación

**Experimentos mentales con literatura científica para la comprensión del
concepto de campo: una unidad didáctica**

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

**ESNEIDER ALBERTO BARRERA JARAMILLO
JUAN SEBASTIÁN BUILES PELÁEZ**

**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Asesor(a)

RUBEN DARIO HENAO CIRO

Contenido

| | |
|---|----|
| Introducción..... | 3 |
| 1. Lectura de contexto..... | 4 |
| 2. Diseño teórico..... | 8 |
| 2.1 Objetivos..... | 8 |
| 2.1.1. Objetivos específicos:..... | 8 |
| 2.2 Planteamiento del Problema..... | 9 |
| 2.3 Justificación..... | 10 |
| 2.4 Antecedentes..... | 11 |
| 3. Marco referencial..... | 14 |
| 3.1 Marco contextual..... | 14 |
| 3.2 Marco legal..... | 15 |
| 3.3 Marco teórico..... | 16 |
| 3.3.1. Didáctica de las Ciencias..... | 16 |
| 3.3.2. Concepto de campo..... | 23 |
| 3.3.3. Experimentación Mental..... | 25 |
| 3.3.4. Literatura científica..... | 30 |
| 3.3.5. Modelos mentales..... | 32 |
| 3.4 Componente metodológico..... | 34 |
| 4. Diseño metodológico..... | 36 |
| 4.1. Para la Fase de Deconstrucción..... | 37 |
| 4.2.2 Para la Fase de Reconstrucción..... | 39 |
| 4.2.3. Para la Fase de Evaluación..... | 40 |
| 5. Resultados y Análisis de resultados..... | 41 |
| 6. Conclusiones y recomendaciones..... | 49 |
| Referencias Bibliográficas..... | 51 |
| Anexos..... | 56 |

Introducción

El siguiente trabajo se hace en el núcleo del comité de permanencia de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia en búsqueda de mejorar las relaciones del conocimiento científico con las ciencias humanas tanto en la Licenciatura en Matemáticas y Física como en las otras licenciaturas pertenecientes a la facultad de educación. En esa medida se pretende proporcionar un soporte teórico y práctico sobre la enseñanza-aprendizaje del concepto de campo que dé cuenta de aquellas relaciones, para esto abordamos los antecedentes metodológicos que se han trabajado entorno a dicho concepto, los cuales dan cuenta de la necesidad de buscar nuevas estrategias didácticas para mejorar su comprensión.

Si bien es cierto que estas estrategias deben mejorar la comprensión del concepto de campo también deben de representar adecuadamente la naturaleza de la ciencia, por tanto, nos enfocamos en la perspectiva histórica de Kuhn donde encontramos elementos importantes tales como: los experimentos mentales. Dicho elemento se ha convertido en un factor importante a la hora de enseñar la ciencia y en torno a este se tienen diferentes concepciones que aportan a la comprensión de la naturaleza de la ciencia, ahora bien, en la línea de investigación nos preguntamos ¿cómo ayuda la literatura científica a la comprensión de la ciencia? Para esto nos enfocamos en la metodología de investigación acción educativa en el curso Física de los Campos, obteniendo que los experimentos mentales con literatura científica hacen que el estudiante se entrelace en un contexto narrativo de un problema, produciendo en él modelos mentales que permiten que se exprese y argumente las situaciones planteadas y en consecuencia, la literatura científica es una alternativa válida para la enseñanza de las matemáticas y las ciencias, ya que puede favorecer ciertos aspectos en el

aprendizaje. La literatura científica nos da esta sensación de poder bajar estos

aprendizajes que algunas veces los profesores subimos sin necesidad y la literatura los lleva a un nivel más humano, además, esta estrategia podía ser considerada inclusiva porque le da espacio a los estudiantes que disfrutaban más de la lectura o puede inducirlos a que disfrutaran de ella.

1. Lectura de contexto

La lectura de contexto es una experiencia investigativa que permite aproximarnos a la realidad educativa, interpretarla y comprenderla a través de un análisis de los elementos a fortalecer, transformar y modificar. (MEN, 2008) En esta medida se pretende observar y analizar el curso de física de los campos de la Licenciatura en Matemáticas y Física, de la Facultad de Educación, en la Universidad de Antioquia. Esta lectura se realiza mediante la observación y aplicación de instrumentos pertinentes como lo son: las caracterizaciones de la institución, de los docentes, de los estudiantes, de los recursos; la revisión del plan de área para tener una visión inclusiva sobre el centro de práctica y la aplicación de una prueba diagnóstica que nos permita reconocer la problemática a investigar.

Comenzaremos describiendo brevemente la Universidad de Antioquia. Está ubicada en la calle 67 No. 53 – 108; es una institución estatal del orden departamental, que desarrolla el servicio público de la Educación Superior,

“creada por la Ley LXXI del 4 de diciembre de 1878 del Estado Soberano de Antioquia, organizada como un Ente Universitario Autónomo con régimen especial, vinculada al Ministerio de Educación Nacional en lo atinente a las políticas y a la planeación del sector educativo y al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.” (Estatuto General, UdeA)

Podemos decir que esta institución es un espacio en el cual convergen los conocimientos en los campos de las humanidades, la ciencia, las artes, la filosofía, la técnica y

la tecnología. Cuya misión es la formación integral del talento humano, con criterios de excelencia, la generación y difusión del conocimiento en los diversos campos del saber y la preservación y revitalización del patrimonio cultural. Visionada al año 2016 como la principal universidad de investigación del país y una de las mejores de América Latina, con pregrados y posgrados de excelencia académica internacional, líderes en el aporte a la transformación socioeconómica del país, y un auténtico escenario de la diversidad y el diálogo intercultural, en el marco del respeto por el pluralismo y el ambiente.

Ahora bien, la Universidad de Antioquia se divide en cuatro escuelas, cuatro institutos, tres corporaciones y 14 Facultades, en las que encontramos la Facultad de Educación, fundada el 9 de junio de 1953, ubicada en el bloque 9 de la ciudadela universitaria. Esta facultad está orientada a la producción de conocimiento en educación y pedagogía y a la formación de maestros para los distintos niveles y contextos educativos del país, incluida la formación pedagógica de profesores universitarios y la formación continuada de los maestros en ejercicio, mediante la investigación como eje articulador de la docencia y la extensión, y en consonancia con las problemáticas y necesidades de la sociedad contemporánea.

La facultad cuenta con cinco Departamentos: Pedagogía, Educación Avanzada, Educación Infantil, Enseñanza de las Ciencias y Artes y Extensión y Medios Didácticos, y un centro: Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas -CIEP-.

El departamento de Enseñanza de las Ciencias y Artes administra cinco programas de licenciatura, cada uno de ellos en las modalidades presencial, semipresencial y programas regionalizados. El Departamento cuenta con un coordinador por licenciatura, para un total de cinco, quienes, a su turno, tienen a su cargo los programas en distintas modalidades. El apoyo al trabajo del Departamento lo brindan dos secretarías y 10 auxiliares administrativos y 7 monitores.

Las licenciaturas que hacen parte del Departamento de la Enseñanza de las

Ciencias y las Artes son: Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Matemáticas, Licenciatura en Matemáticas y Física, Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Sociales y Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Humanidades y Lengua Castellana.

El programa que nos compete es la Licenciatura en Matemáticas y Física, que 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.” (Documento maestro del programa, 2011)

Y como visión hacia el año 2016:

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

Este programa recibió la actualización a su acreditación de calidad a finales del año 2014 y se encuentra en su segunda versión desde el año 2010 con un total de 181 créditos en todo el programa, correspondiendo a “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” (documento maestro del programa, 2011).

El programa se fundamenta en tres componentes que son: el disciplinar, pedagógico y didáctico. El componente disciplinar: Se divide en dos núcleos que son: el núcleo de matemáticas y el núcleo de física. El Núcleo de Física: tiene como propósito fundamental la formación integral de los futuros licenciados, a través de la articulación del campo disciplinar

y del pedagógico-didáctico, superando la dicotomía existente en estos dos campos. En este

sentido, se destaca que en el contexto de educación en física el saber pedagógico no puede verse como diferente al saber científico, máxime cuando se privilegia la actividad de producción de saberes y no la acumulación de los mismos.

Particularmente en el núcleo de física encontramos el curso “física de los campos” con una duración de 16 semanas y una intensidad de cuatro horas teóricas y dos horas experimentales. Este curso pretende desarrollar en el estudiante herramientas disciplinares y didácticas para la enseñanza de los fenómenos gravitacionales, eléctricos y magnéticos a través de tres ejes problémicos dedicados a cada uno de ellos.

En cuanto al docente del curso en física de los campos encontramos que es un Físico con 46 años de experiencia como docente universitario. Lo podemos cualificar como un maestro apasionado por lo que hace, que busca brindarles a sus estudiantes nuevas experiencias de aprendizaje. Considera necesario que el estudiante aborde lecturas de carácter científico y divulgativo, de manera que pueda ir más allá de lo estudiado en clase. Además, le resulta de vital importancia las prácticas experimentales, las cuales considera que son muy reducidas debido a la falta de instrumentos para su realización.

Los estudiantes del programa Licenciatura en Matemáticas y Física, entre los semestres 4 y 5 que cursan física de los campos consideran tener un nivel de lectura intermedio, con un promedio de tres libros leídos por año. La mayoría de ellos no tiene conocimiento de una literatura relacionada con las ciencias, o puede que ellos no conciben esta misma, pero si creen en que el manejo apropiado del lenguaje les posibilita un mejor aprendizaje de las ciencias. Ahora en cuanto a la prueba diagnóstica (Ver anexo 4) encontramos un poco de su concepción con respecto al concepto de campo, notamos que lo describen como las interacciones de las fuerzas naturales, además de que ciertos estudiantes

no comprendían la fuerza de campo como una fuerza de acción reacción, la

implementación de tics en aula de clase les parece de una gran importancia que deben ser integradas al aula de clase y algunos conocían un par de experimentos mentales. Aunque se debe tener en cuenta que es una muestra pequeña y puede no mostrar la realidad.

2. Diseño teórico

El lector encontrara en este capítulo los elementos que guían la investigación tales como los objetivos, pregunta orientadora y justificación.

2.1 Objetivos

Nuestro objetivo principal es diseñar una estrategia didáctica apoyada en la experimentación mental con literatura científica, que permita la comprensión del concepto de campo de los estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas y Física.

2.1.1. Objetivos específicos:

- Seleccionar literatura científica que aborde el concepto de campo,
- Establecer experimentos mentales con la literatura científica
- Generar narrativas con experimentación mental en función de la literatura científica.
- Analizar los procesos de creación de modelos mentales de los estudiantes por medio de la literatura con experimentos mentales
- Fortalecer el proceso enseñanza–aprendizaje de la física de campos, mediante la aplicación de los experimentos mentales como recurso didáctico.

2.2 Planteamiento del Problema

La experiencia en los cursos del componente específico de la Licenciatura en Matemáticas y Física nos permite decir que la mayoría de profesores no establecen una relación entre la literatura y el conocimiento científico, en ese sentido, se presenta una ausencia de conexiones entre los diferentes campos del conocimiento mostrando así que el campo disciplinar pareciera ser independiente y autónomo. Además hallamos en las otras licenciaturas la presencia de este mismo problema, es decir, de una visión deformada de las ciencias por la cual optan por esquivar en lo posible la ciencia puesto que para ellos el conocimiento científico es aislado y difícil.

Ahora bien, el Gobierno Nacional en la Ley 115 de 1994, Art. 5 requiere que se formen personas con “capacidad crítica, reflexiva y analítica que favorezcan el avance científico y tecnológico nacional; orientado con prelación al mejoramiento cultural y de la calidad de vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país”. Esto quiere decir que se debe apuntar a una búsqueda de la participación de todas las personas desde distintas perspectivas alrededor del conocimiento científico y por tanto, se hace necesario una metodología de trabajo para disminuir la brecha existente entre las ciencias naturales y las ciencias humanas de tal manera que se genere una comunidad y dialogo interdisciplinar entre estas.

Teniendo en cuenta lo anterior, al aplicar los instrumentos de deconstrucción encontramos que los maestros en formación de la Licenciatura en Matemáticas y Física del curso de física de los campos tienen dificultades para interpretar los fenómenos físicos con el concepto de campo. Ya que tienen una definición muy difusa de este concepto, puesto que se requiere de una rigurosidad matemática que invisibiliza de alguna manera su utilidad al momento de analizar los fenómenos físicos.

En el marco de nuestra línea de investigación buscamos una estrategia didáctica mediada por la literatura científica con la intención de mejorar la comprensión del concepto de campo. Haciendo surgir la siguiente pregunta:

¿Cómo lograr que los maestros en formación de la Licenciatura en Matemáticas y Física interpreten los fenómenos físicos con el concepto de campo utilizando para ello los experimentos mentales apoyados en la literatura científica?

2.3 Justificación

La facultad de educación en su búsqueda de una constante reflexión sobre las prácticas docentes y las interrelaciones con las ciencias, la cultura y la sociedad; requiere de la formación permanente de maestros universitarios dispuestos y capaces de conjugar el dominio riguroso y profundo de sus disciplinas y campos de saber, con una visión integral de su labor como educadores, en correspondencia con los intereses de los educandos, los objetivos misionales de la Institución, las necesidades de investigación y la exploración de nuevas narrativas en el contexto universitario. Y en ese sentido debemos evaluar permanentemente la formación de nuestros maestros, por tanto intervenir en un curso polémico como lo es física de los campos representa un aporte significativo a los propósitos de la facultad de educación. Decimos que es un curso polémico ya que dentro de la Licenciatura en Matemáticas y Física se escuchan varias frases como son: “Física de campos no se gana, se sobrevive” y “Si pasa física de campos, entonces ya se gradúa” mostrando una problemática respecto a ese curso, puesto que este contiene un alto contenido matemático que provoca como lo dijo el profesor Pineda, “convertir la clase de física en una mala clase de matemática” (Amaya, 2015).

Ahora bien, la información encontrada relacionada a la enseñanza del concepto de campo da cuenta de las dificultades que se tienen a la hora de comprenderlo. Además de esto

las investigaciones nos muestran que la enseñanza del concepto de campo ha sido trabajada desde distintas perspectivas, que en su mayoría han obtenido buenos resultados, sin embargo, siguen persistiendo dificultades que hacen necesario generar nuevas estrategias didácticas, de manera que el concepto de campo no quede solamente en resultados matemáticos poco apropiados para la comprensión del mismo.

Así pues Llancaqueo, Caballero y Moreira. (2003a):

“Observa la necesidad de explorar un referencial teórico que permita abordar los vínculos entre la estructura formal del conocimiento del concepto de campo construido por la Física como un concepto fundamental y clave para una comprensión del mundo físico y naturaleza y la estructura conceptual que poseen los estudiantes respecto de este concepto, o sea, un referencial que permita acercar las características disciplinarias de la ciencia y las cognitivas de los estudiantes.” (p, 235)

De tal manera, pensamos que dicho referencial teórico puede ser la experimentación mental, puesto que posibilita una gran gama de diferentes escenarios con múltiples variables para el trabajo con los estudiantes, además de una conexión entre la imaginación y la razón que acerca a los estudiantes a la realidad del que-hacer científico. Y de esta manera abordar el concepto de campo, que es transversal para la explicación de las interacciones físicas motivo consideramos relevante elaborar una estrategia didáctica, para fortalecer así el proceso de formación que se lleva a cabo en la Licenciatura en Matemáticas y Física.

2.4 Antecedentes

Son pocos los antecedentes encontrados sobre la enseñanza del concepto de campo apoyada en la literatura científica. No obstante, referiremos lo poco que se encuentra.

Dentro de la literatura investigativa encontramos que en la enseñanza del concepto de campo se han identificado dificultades para su comprensión a nivel conceptual, epistemológico y metodológico. Según Furió & Guisasola (2001) citando (Viennot & Rainson, 1992; Rainsson et al., 1994; Orlandi, 1991), la enseñanza del concepto de campo es mediada

por una visión reduccionista de la naturaleza de la ciencia, en la cual el docente se preocupa más por transmitir los resultados que han sido obtenidos a través de la investigación científica, olvidando así los problemas, métodos y barreras epistemológicas por los que atravesó la construcción del concepto de campo y por tanto no desarrolla en sus estudiantes el razonamiento haciendo que estos se enfoquen solamente en la aplicación de fórmulas concretas a una situación problema.

Por tales razones estos autores, Furió & Guisasola (2001), proponen que el aprendizaje del concepto de campo debe dar cuenta de los problemas y dificultades epistemológicas ligadas a su aparición, y por tanto proponen el uso del modelo de investigación orientada. Obteniendo como resultado una mejora en la forma de plantear y razonar las situaciones problemáticas en base al marco teórico aprendido.

También Llancaqueo et al (2003a) encuentran antecedentes de la enseñanza del concepto de campo en cuatro categorías: Estrategias de enseñanza, dificultades de aprendizaje, representaciones mentales, concepciones y razonamiento. Mostrando que la enseñanza del concepto de campo queda relegada a lo matemático, produciendo así representaciones mentales, y proposiciones aisladas que dificultan a los estudiantes explicar y predecir situaciones físicas. En esa medida Llancaqueo, Caballero y Moreira (2003b) proponen enseñar el concepto de campo desde la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud; obteniendo que “un bajo nivel de conceptualización se caracteriza por bajos niveles de explicitación de invariantes y sus representaciones, con predominio de aspectos procedimentales de las operaciones sobre el uso de predicados de mayor riqueza conceptual.” (p. 411)

De otra manera, en cuanto a tesis académicas relacionadas con la educación encontramos dos referentes al concepto de campo. La primera corresponde a una tesis de



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

pregrado elaborada en la Universidad de Antioquia en el curso de física de los campos con el objeto de “Analizar las modificaciones que presentan los modelos explicativos en los estudiantes en torno a la evolución del concepto de campo mediante una perspectiva histórico- epistemológica” Escobar, González y Gutiérrez (2009). Dicho análisis se enmarca en la perspectiva evolucionista de las ciencias Toulmin (1977) y la teoría de la evolución de Tamayo (2001), con la metodología de estudio de casos. Encontrando que los estudiantes del curso de física adquirieron modificaciones en sus modelos explicativos newtonianos al modelo de Faraday, sin embargo presentan dificultades para acoger el modelo de maxwell.

La segunda corresponde a una tesis de doctorado Fracaro & Perales (2013) de la Universidad de Granada con el objeto de determinar en qué grado la aplicación de una estrategia didáctica, basada en el uso de las analogías, facilita el aprendizaje de las interacciones a distancia y del campo eléctrico, magnético y gravitatorio vistos como un único concepto de campo, con sus similitudes y diferencias. Mostrando un progreso relevante en los grupos experimentales respecto a sus concepciones previas sobre las interacciones, fuerza, gravedad, velocidad, energía e inercia, junto con extensión del campo. Logrando que reconozcan las interacciones entre cuerpos en contacto y cuerpos a distancia, además de las fuentes de fuerzas y sobre qué actúan.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



3. Marco referencial

Este marco referencial está pensado desde tres marcos necesarios para referenciar nuestro trabajo de investigación: un breve marco que resuma el contexto, un marco legal que mencione las leyes que permiten realizar nuestro trabajo, y el marco teórico de la investigación pensado desde los componentes: disciplinar, didáctico y metodológico.

3.1 Marco contextual.

La investigación se realiza en la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, con los estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas y Física entre el cuarto y quinto nivel que cursan Física de los Campos con el objeto de trabajar una estrategia didáctica basada en los experimentos mentales con literatura científica, a través de la metodología de Investigación Acción Educativa. Vale la pena aclarar que también tuvimos la participación como desarrolladores del taller “matemáticas y literatura científica un cuento para quedarse” con la colaboración del comité de permanencia de la Facultad de Educación, dictando a los estudiantes admitidos al semestre 2015/2 y a los cursos de las Licenciaturas en Pedagogía Infantil, Educación Especial, Lengua Castellana y el núcleo común de pedagogía en el 2016/1; con el fin de presentar una propuesta metodológica mediante la cual es posible hacer un trabajo interdisciplinario en pro de la cultura científica, con una intención de remover las barreras puestas en las relaciones de las diferentes licenciaturas.

En concordancia con los ideales de la facultad de educación en su búsqueda de reflexión permanente sobre la enseñanza y el aprendizaje, encontramos apropiada la realización del trabajo en este espacio para conocer el estado de los estudiantes y aportar una estrategia didáctica para mejorar la comprensión del concepto de campo, ya que como dice Llancaqueo (2006) es una condición necesaria para la formación científica de los

estudiantes, su comprensión de los fenómenos físicos y el conocimiento de principios que sustentan diversas aplicaciones tecnológicas.

3.2 Marco legal.

Dentro de las leyes que rigen la educación en Colombia mencionaremos algunas que sustentan nuestra investigación:

El Artículo 67 de la Constitución Política de Colombia para el cual la educación es “un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica y a los demás bienes y valores de la cultura”. Este se constituye en el derecho que toda persona tiene de educarse y que es la base de toda proyección humana.

Así mismo, la Ley 30 de 1992 reconoce la Autonomía Universitaria y en particular el derecho a arbitrar y a aplicar sus recursos para el cumplimiento de su misión social y de su función institucional.

El artículo 109 de la Ley 115 de 1994 establece la formación de un educador de la más alta calidad científica y ética, el desarrollo de la teoría y de la práctica pedagógica como parte fundamental del saber del educador, y el fortalecimiento de la investigación en el campo pedagógico y en el saber específico, para los programas de pregrado y de posgrado en los diferentes niveles y formas de prestación del servicio educativo. Esto nos da pie para contribuir al elevamiento del nivel de nuestros compañeros los maestros en formación en el área de la matemática y la física.

El Plan Decenal de Educación 2006-2016, pacto social por la educación, traza objetivos, metas y acciones para la formación, el desarrollo profesional y la dignificación de

los docentes, para lo cual la pedagogía, la ciencia, el arte, la tecnología, la ética, la investigación y los derechos humanos, constituyen los principales ejes.

También el artículo 12 del Acuerdo Superior 124 de 1997, Estatuto Básico de Extensión de la Universidad, inscribe las prácticas académicas como la materialización del compromiso de la Universidad con la sociedad, para la aplicación de los conocimientos teóricos, la validación de saberes y el desarrollo de habilidades profesionales; y el acuerdo 284 del 18 de septiembre de 2012 establece que la práctica pedagógica constituye un eje fundamental y transversal en la formación de los maestros de todos los programas de pregrado de la Facultad que, en su carácter teórico y práctico, se apoya en la pedagogía como saber fundante y en las didácticas específicas para contribuir a la producción de conocimiento.

3.3 Marco teórico

Se propone dar sustento teórico a nuestras intenciones de ubicar la ciencia en una perspectiva epistemológica de la que se desprende la construcción del conocimiento científico, invitándonos a pensar acerca del quehacer científico. Estas cuestiones nos llevan a la didáctica específica, donde se analizará la pertinencia de proponer la experimentación mental y la literatura científica como elementos para la enseñanza de la física.

3.3.1. Didáctica de las Ciencias

En este apartado trabajaremos la parte de los conceptos constitutivos de la didáctica; dando cuenta del surgimiento de la didáctica de las ciencias, para así ocuparnos de la didáctica de la física y por último examinaremos lo que es una estrategia didáctica.

La didáctica de las ciencias surge como dice Gil (1999) citando a Lynn (1987)

después de una época de amnesia en la cual no hubo progreso en las prácticas de enseñanza, sólo había técnicas fallidas de reproducción del conocimiento en las cuales caímos mostrando su ineffectividad, debido a una falta de tradición científica en este campo por ciertas concepciones sobre la enseñanza de las ciencias para las cuales sólo se requiere el conocimiento del área a instruir. Trayendo como consecuencia una sociedad contradictoria en el sentido de que esta se define como científica y tecnológica, pero sus integrantes cuentan con pocos conocimientos científicos y por tanto una sociedad donde los conocimientos científicos son pocos también lo será la producción y participación científica de los ciudadanos en la toma de decisiones científicas y es allí donde juega un papel muy importante tanto la educación como la opinión del ciudadano promedio acerca de la ciencia, dando cuenta de una exigencia urgente de alfabetización científica.

Los primeros rastros de un intento de llegar a lo que conocemos como didáctica de las ciencias aparece en psicología educativa Gil (1999). Coll (1988) citado por Gil (1999) dice que esto sólo era aplicación de la psicopedagogía. Y estos planteamientos que aparecen en estas disciplinas no eran la solución a los problemas encontrados en la enseñanza aprendizaje Gil (1999). Y las repercusiones de que no se hubiera constituido una disciplina era la inexistencia de revistas para comunicar o impulsar, el rechazo o las indiferencias por los centros formativos Gil (1999).

El hecho de que este campo apareciera en los textos educativos de algunos países mostrando tendencias relacionadas a la didáctica de las ciencias, y la aparición de esta en programas de la formación del profesorado, es la muestra clave que refuerza la idea que una nueva disciplina científica había nacido Gil (1999). Como lo dijo Hodson (1992): Hoy ya es

posible construir un cuerpo de conocimientos en el que se integren coherentemente los distintos aspectos relativos a la enseñanza de las ciencias.

Como Quintero & Pinto (2008) han expresado, la didáctica de las ciencias corresponde a un campo de conocimientos de carácter científico que tiene relevancia para la construcción de una educación en el ámbito científico. Cabe resaltar que la didáctica de las ciencias posee relaciones privilegiadas, no sólo con la psicología educativa, sino también con la historia y filosofía de las ciencias, de lo contrario perderíamos nuestro campo de investigación convirtiéndolo en una simple aplicación de la psicopedagogía Gil (1999). Perder nuestro campo de investigación nos lleva a una interpretación meramente lúdica de la didáctica en el proceso de enseñanza aprendizaje, es por esto que debe ser entendida como “una línea de investigación encaminada al desarrollo del pensamiento científico y de la actitud científica en todos los niveles de educación formal.” (Quintero y Pinto, 2008, p 2).

Por último, para Porto (2010) la didáctica de la ciencia tiene como objetivo fundamental mejorar la comprensión de la naturaleza de las ciencias y para esto el maestro debe seleccionar medios que se lo permitan, estos medios deben desarrollar en el alumno las habilidades y conocimientos necesarios, dando sentido a estos y posibilitar que el alumno se construya así mismo, es decir aprenda a aprender y reflexione sobre los conocimientos que obtiene.

3.3.1.1. Naturaleza de la ciencia.

Dentro de las investigaciones realizadas en didáctica de las ciencias encontramos un elemento que es fundamental a la hora de enseñarlas: la naturaleza de la ciencia (Ndc). Por tanto, nos dedicaremos a exponer algunos de los factores más relevantes que se tienen sobre la naturaleza de las ciencias.

La naturaleza de las ciencias es “un metaconocimiento sobre la ciencia que surge de las reflexiones interdisciplinarias realizadas por los especialistas en las disciplinas indicadas, así como por algunos científicos y expertos en didáctica de las ciencias”. (Acevedo, 2008, p. 135) citando a (Acevedo et al. 2007a; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004). Ahora bien, Acevedo(2008) nos cuenta que los currículos académicos de diferentes países han venido cambiando en función de las reflexiones interdisciplinarias de la ciencia, es decir, se plantea la educación científica incluyendo la naturaleza de la ciencia como un aspecto relevante a la hora de formar ciudadanos con conocimientos científicos. En los documentos que reglamentan la educación científica de estos países según Acevedo (2008)

“Especifican claramente que el profesorado de ciencias no sólo debe enseñar de manera consistente con los actuales puntos de vista sobre la ciencia y la actividad científica, sino que debe tener el propósito de enseñar a los estudiantes determinados aspectos de la NdC.” (p. 133).

Esto tiene sentido ya que como lo dice Acevedo (2008) la naturaleza de la ciencia aporta a los estudiantes una utilidad, democracia, cultura y axiología lo cual no es otra cosa que dar una visión de los objetos, materiales, métodos sobre la ciencia de los cuales se desprende la capacidad de tomar decisiones y de darle un lugar a la ciencia dentro de la cultura, además de proporcionar un punto de apoyo para el aprendizaje de los conocimientos científicos.

Ahora bien, las investigaciones realizadas sobre la NdC muestran que este campo es un campo abierto en construcción y debate, para la crítica y la enseñanza en ciencias; sin embargo, los estudiantes y profesores tienen pocas e insuficientes concepciones acerca de la NdC, los docentes no valoran la NdC como una herramienta necesaria para la enseñanza, y por último la NdC se debe hacer explícita en el aula de clase, de esta manera se hace posible sea aprendida en mejores términos (Acevedo, 2008). Por tanto, se debe considerar, según Lederman (2002) citado por Acevedo (2008), como elementos mínimos de la NdC que deben



ser llevados al aula, los siguientes: creatividad, no linealidad, construcción, y procesos científicos.

De acuerdo con lo anterior nos interesa mostrar la ciencia como perteneciente a la sociedad que debe de ser pensada y acogida por la misma, ubicándonos como dice Rojas (2001)

“Una forma de la filosofía de la ciencia que trata de mirar la ciencia en sus relaciones externas. No sólo la ciencia en sí misma, sus principios, sus métodos, sus conceptos, sino más bien sus relaciones con la sociedad, con la política, con otras formas del saber según éste se articula en cada época de la historia humana.” (p.9).

Para este fin nos centraremos en la teoría histórica de la ciencia de Kuhn que introduce un cambio de paradigma en el cual la ciencia pasa de ser un saber acumulativo a uno revolucionario que como dice Rojas (2001)

“Interrumpe discontinuamente el desarrollo de una determinada línea de pensamiento científico y se inaugura otra nueva. Y que las nuevas concepciones no siempre ni en la mayoría de los casos conservan los principios, métodos y conceptos de la época anterior.” (p.10).

Estas revoluciones se dan a lo largo de la historia cambiando los paradigmas estructurados, convirtiendo la verdad absoluta en verdad relativa a las épocas en que estas se desarrollan. En esta manera de ver la ciencia encontramos que si bien es cierto que la ciencia es racional y objetiva, no está separada de los sujetos, sus maneras de pensar y su contexto; lo cual quiere decir que la ciencia se construye por sujetos sociales o mejor aún es una construcción social.

La teoría histórica de la ciencia reconoce que existen dos tipos de ciencia: la ciencia normal y la ciencia revolucionaria. El enfoque en la ciencia normal, consiste en establecer mediciones cada vez más precisas de los fenómenos físicos y por tanto refinar la teoría y la tecnología en función del paradigma establecido, ahora bien, cuando se encuentra una inconsistencia entre las mediciones y la teoría es posible que el paradigma instaurado deba ser modificado o reemplazado, y es aquí donde entra la ciencia revolucionaria, puesto que en

esta se proponen nuevas formas de abordar, investigar, pensar y explicar aquellos problemas que surgen. Para ello el científico debe ser creativo y pensar más allá de lo establecido, no estamos diciendo que en la ciencia normal no es necesario tales habilidades, solo que podríamos decir que en esta se recae en la técnica y la perfección de la técnica, mientras que la ciencia revolucionaria nos exige salir de nuestros esquemas y generar unos nuevos.

En ese sentido debemos reconocer que para formar científicos es necesario dejar de prestarle tanta atención en la reproducción y memorización del conocimiento, y enfocarnos en usar el razonamiento y la imaginación (García & Matkovic, 2012). De igual modo para Lakoff & Johnson (1991) citado por Zamorano R, Moro L, Gibbs H. (2011), la abstracción de conceptos se realiza a través del pensamiento metafórico en el cual existe una relación entre la razón y la imaginación ya que la primera ordena, clasifica e infiere y la segunda nos crea puentes conceptuales de un dominio a otro.

Ahora bien, nos compete pensar los elementos que hacen parte de la didáctica de la física como la matematización, las imágenes, la abstracción y la asociación de magnitudes físicas (Quintero & Pinto, 2008). La matematización corresponde a brindarle orden y sentido a una situación física, de manera que esta es expresada en un lenguaje claro y ordenado que nos ubica en una postura fenomenológica de la matemática en la que está “organiza los objetos del mundo real y físico.” (Heno, 2015, p. 3). Luego la matematización trae consigo la presencia de imágenes asociadas que representan dicha actividad, como dicen Quintero & Pinto (2008, p. 4) “estas imágenes ilustran el nivel de organización que se tiene de las ideas.” que en términos de Puig (1997) citado por Heno (2015) pueden dar cuenta del objeto mental en relación al concepto físico, con el cual surge un campo semántico del alumno. Por tanto es conveniente



propiciar el desarrollo y análisis de los objetos mentales en los estudiantes, para dar cuenta de las construcciones que ellos realizan y que tan lejos se está de lo que se quiere enseñar. Por último, Quintero & Pinto (2008) dicen que “La abstracción y la asociación entre magnitudes físicas conllevan a reforzar y mejorar el nivel de aprendizaje por medio de la interacción. Así, este puede ser un primer paso a la formación de pensamiento científico.” (p. 4)

Ahora bien, este ir y venir por la filosofía de la ciencia pensando en los criterios básicos y necesarios para una mejor enseñanza de la física, requiere sin lugar a dudas de la puesta en escena de una estrategia didáctica cuya implementación permita cumplir con los objetivos propuestos.

En consecuencia, trabajaremos en lo que es una estrategia didáctica y en las distintas relaciones necesarias para que se avance en la construcción teórica. “El concepto de estrategias didácticas se involucra con la selección de actividades y prácticas pedagógicas en diferentes momentos formativos, métodos y recursos en los procesos de Enseñanza _ Aprendizaje.” Velazco y Mosquera, s.f., p. 1). Vemos entonces que las estrategias didácticas incluyen toda la acción educativa y en ese sentido deben responder a las metas de formación que el docente se plantee. Vale la pena aclarar que estos autores clasifican las estrategias didácticas en dos tipos: de participación o alcance. Para las estrategias por participación se tiene en cuenta el número de participantes junto con su meta de aprendizaje, es decir autoaprendizaje, aprendizaje interactivo y aprendizaje colaborativo. Por otro lado, las estrategias por alcance hacen referencia al tiempo del proceso didáctico.

Con lo anterior podemos entender la estrategia didáctica como el camino que el docente traza para enseñar un concepto, que posibilite directa e indirectamente el aprendizaje de las habilidades y conocimientos que considera necesarios desarrollar en sus alumnos. En ese orden de ideas estamos de acuerdo en que los conceptos científicos deben ser enseñados de manera que se propicie una reflexión y apropiación clara a través de análisis que integren de alguna manera los aspectos socioculturales y tecnológicos que permitan ver la ciencia como un carácter integrador en la sociedad. Es decir, esclarecer que la ciencia no es una construcción lineal, acumulativa, ahistórica y descontextualizada sino que más bien todo lo contrario una actividad humana, social y cambiante, que por tanto depende de su contexto y los problemas a resolver dentro de este. Llevando a la cuestión de cómo presentar la ciencia de una manera diferente, en ese sentido encontramos que Gil et al., 1991 citando Duschl, 1997) Consideran que

“No se deben presentar directamente los conocimientos en su estado de elaboración actual como algo acabado, sino que se ha de facilitar que los estudiantes rehagan, en alguna medida, su construcción, destacando el carácter tentativo y abierto de este proceso” (p. 291).

Estas consideraciones expuestas van de la mano de los planteamientos de Kuhn debido a que permiten ver la ciencia como una construcción histórica que depende de las relaciones externas que se producen en determinadas épocas dando cuenta así de que la ciencia no es un dogma ni tampoco algo inalcanzable.

3.3.2. Concepto de campo

La naturaleza de las ciencias nos lleva a pensar en conceptos científicos más específicamente en el campo de física donde queremos dar una mirada histórica de cómo surge el concepto de campo.

Como lo dice Llancaqueo et al (2003b) el concepto de campo aparece con Faraday en el siglo XIX, tratando de entender los fenómenos electromagnéticos, como producto de una acción

física que se trasmite continuamente por el tiempo y espacio; lo cual establece un cambio de paradigma respecto al principio de acción a distancia de Newton, sin embargo como sabemos estos cambios de paradigmas no se dan de manera inmediata y esto se evidencia mediante los trabajos de Faraday que no fueron bien recibidos por los científicos de la época pues carecían de rigor matemático debido a que no había completado sus estudios. Maxwell reconoció en esta nueva concepción una herramienta para explicar los fenómenos electromagnéticos, abordando “la investigación en Física basado en el uso conjunto de tres métodos, la analogía entre dominios de la Física, el método hipotético deductivo y el analítico” (p. 400) dotando así la teoría de Faraday con un cuerpo matemático reducido en cuatro ecuaciones.

Profundizando en el concepto de campo, tenemos que esta teoría se funda en ciertas afirmaciones, las cuales Llancaqueo et al (2003b) habla sobre ellas y son que un campo sin importar su tipo este se extiende hasta el infinito y que el movimiento de un campo eléctrico induce un campo magnético y viceversa, y estos campos son cantidades vectoriales.

Llancaqueo et al (2003b) refiriéndose al campo dicen:

“Esta teoría se funda en la afirmación que una carga eléctrica está rodeada por un campo eléctrico que se extiende hasta el infinito, y que el movimiento de una carga eléctrica da origen a un campo magnético que también tiene un alcance infinito. Ambos campos son magnitudes vectoriales definidas en cada punto del espacio y del tiempo.” (p.400).

La teoría de Maxwell fue construida sobre las ideas de espacio y tiempo de la mecánica clásica que describe la interacción entre partículas materiales mediante el concepto de fuerza o de una energía potencial de interacción que aparece como una función de las coordenadas espaciales de las partículas que interactúan y supone una propagación instantánea de las mismas. Las fuerzas entre partículas dependen sólo de las posiciones de las partículas en un instante de tiempo, de modo que un cambio en la posición de cualquier partícula en

interacción afecta inmediatamente a las otras partículas. Sin embargo, el propio Maxwell

encuentra que en el caso de las interacciones electromagnéticas existe una velocidad límite para su propagación, la velocidad de la luz.

Llacanqueo et al (2003b) citando a Pauli (1996) da una definición puntual de lo que es un campo y es la siguiente:

“Un campo representa una cantidad medible y variable que depende de dónde y cuándo se haya hecho la medida. En Física clásica, el concepto de campo es fundamental para describir y explicar fenómenos como los electromagnéticos, gravitacionales, de fluidos y de transporte. (...) o sea un campo son ciertas cualidades físicas de los puntos del espacio y el tiempo.” (p. 400)

Hasta aquí hemos abordado en concepto de campo, necesario para tener una mirada focalizada de lo que se quiere experimentar dentro de la física, por eso nos entraremos más en detalle en eso de la experimentación mental.

3.3.3. Experimentación Mental

Los maestros, en un afán de abordar una mayor cantidad de temas, hemos caído en la reproducción y transmisión de fórmulas matemáticas aplicadas a los fenómenos físicos, produciendo así que los estudiantes no visualicen y comprendan aquellos conceptos propios de la física. Es por esto que nos preocupamos de cómo abordar dichos conceptos de manera que no se confundan con lo matemático, en ese sentido encontramos que aparecen diferentes estrategias didácticas para hacer esto. Nos parece interesante la implementación de los experimentos mentales en el aula. Sin embargo, hay una ausencia vital de textos en español que al menos sirvan de referencia para encontrar más información sobre los experimentos mentales, un concepto clave en la evolución de las ciencias, porque desde Galileo conocemos experimentos mentales que ayudaron a cambiar y construir perspectivas. Moue, Masavetas & Karayianni (2006) señalan que hay experimentos mentales que marcaron sus respectivos

campos, como el demonio de Maxwell, el tren de Einstein y el gato Schrödinger, sus

experimentos revolucionaron las teorías de termodinámica, relatividad y mecánica cuántica.

Tratando de que nuestros estudiantes aprendan física de una manera más significativa para ellos, creemos que la experimentación mental es un apoyo clave para este fin, ya que pone a prueba los modelos mentales de nuestros alumnos y dan paso a una adaptación o a un aumento en la comprensión de este, además de involucrar el aspecto imaginativo fundamental en el estudio de las ciencias.

Ahora, adentrándonos al concepto de experimento mental existen una gran variedad de definiciones desde diferentes autores, cronológicamente hablando encontramos que Mach (1972) fue el primero en hablar teóricamente sobre los experimentos mentales, dándole el nombre de “Gendaken experiments”, dice que estos son naturales a los hombres y pueden ser encontrados en cualquier que hacer, cuya finalidad es generar cambios en nuestra forma de pensar.

A pesar de que el fundamento teórico de los experimentos mentales es relativamente nuevo, estos han hecho parte de la historia de las ciencias (aunque hay experimentos mentales en otros campos, nos referiremos estrictamente a la física).

Brown (1991) encontró que es difícil definir el término experimento mental, pero reconoció que hay características propias de ellos, en sus palabras:

“Los experimentos mentales son realizados en el laboratorio de la mente. Más allá de esa cantidad de metáforas es difícil decir simplemente que es. Nosotros las reconocemos cuando las vemos: son visualizables; ellas involucran manipulación mental; ellas no son mera consecuencias de un cálculo basado en teoría; ellas son algunas veces (no siempre) imposibles de implementar como un experimento real” (p. 8).

Moue et al (2006) hablan de que después que Mach escribiera sobre los experimentos mentales, el concepto tuvo mucha desacreditación por los empiristas lógicos, y enunciaban que existían contextos de justificación y contextos de

descubrimientos, y los experimentos pertenecían a los contextos de justificación que no son tan fundamentales en la naturaleza de las ciencias. Estas posturas empezaron a cambiar después de Popper y Kuhn trabajaran en el concepto.

Georgiou (2005) da una definición simple sobre lo que son los experimentos mentales. Los interpreta como un análogo mental al descubrimiento inductivo a través de un experimento físico, pero esta definición no es la que nos interesa sino las condiciones necesarias que este autor nos da para la experimentación mental. Y estas son las siguientes tres:

- La descripción de un escenario imaginario.
- La evaluación del escenario imaginario es tomada para revelar algo más allá del escenario.
- Una narrativa es construida para describir la configuración y secuencia para comunicar la experiencia a otros.

Una definición más general de experimentos mentales de Stephens y Clement (2009) la cual consideramos apropiada a tener en cuenta es la siguiente:

“Realizar un experimento mental es el acto de considerar un sistema concreto no probado e intentar predecir aspectos de su comportamiento. Estos aspectos deben ser nuevos y no probados, en el sentido de que el sujeto no los ha observado antes o no ha sido informado sobre ellos.” (pp. 690)

Stephens & Clement (2009) citando a Helm, Gilbert & Watts (1985), a Gilbert & Reiner (2004), a Oviedo, Clement & Ramírez (2008) y a Stephens & Clement (2006)) muestra cómo ellos encontraron resultados positivos al utilizar la experimentación mental como estrategia para la enseñanza en el aula de clase. Los estudiantes después de la experimentación mental realizan predicciones, confirman o rechazan ideas mostrando lo constructivo o destructivo de los experimentos, otros realizaban dibujos relacionados y algunos expresan hasta escenarios de novela. Incluso en nuestro propio contexto de la



universidad de Antioquia encontramos el trabajo de Macías (2014) en cual tuvo éxito enseñando los conceptos de relatividad con experimentos mentales. Aguilar & Romero (2011) piensan en las repercusiones de la experimentación mental en aula de clase, y concluyen que estas bien trabajadas pueden dejar efectos muy positivos en los estudiantes de ciencias.

Algunas personas podrían argumentar que los experimentos mentales son diferentes de experimentos reales. Sorensen (1992) declara que alguno de los problemas que utilizan los detractores de la experimentación mental, es que la mente y su imaginación pueden estar muy alejadas de la realidad, así como un amigo imaginario no es real. Hopp (2014) alega que los experimentos mentales no son diferentes de los reales, debido a que ambos son intentos controlados para determinar la relación entre variables, sobre la base del cumplimiento epistémico, y su diferencia se basa en que los experimentos físicos son directos en estados reales, mientras que los experimentos mentales son directos en estados ideales. Con lo que nos da Hopp podemos hablar que las diferencias no son muchas; es más, podemos aplicar los experimentos mentales que vayan más allá de nuestros límites físicos, lo cual es muy aportante en teorías actuales como la relatividad general, en la cual los experimentos en su mayoría no hay forma de realizarlos en un espacio real.

Continuando con los problemas que pueden aparecer a la hora de defender los experimentos mentales, es sí son verdaderamente validos como argumentos. Norton (2004) reclama que los experimentos mentales son argumentación ordinaria, solo que más pintoresca y vivida o con una forma más narrativa, pero ahora, otra pregunta que se plantea el autor es cómo reconocemos de donde viene esta argumentación. Él aclara que esta argumentación viene de las premisas introducidas



explícitamente o tácitamente en los experimentos mentales que es basado en nuestras concepciones. Ahora podemos decir que es aceptable defender o argumentar una teoría científica solo con experimentos mentales, porque es algo común en nuestra época, común en el sentido de que muchas teorías son trabajadas casi al 100% en experimentos realizados en nuestra mente, incluso en el discurso de un maestro es de vital importancia el uso de los experimentos que nos permiten confirmar o dar un contra ejemplo a una situación para dar un aporte al entendimiento del estudiante. Bishop (1999) cuenta que Einstein y Borh discutían sobre el resultado del experimento mental del reloj en la caja y que cada uno tenía un resultado diferente en el experimento, y por esta razón es que los experimentos no serían argumentos porque se ven sesgados por las individualidades, pero por el contrario pensamos que este es el camino de la ciencia, que nos guía hacia debates de los cuales se pueden llegar a un consenso para un mayor desarrollo científico.

La experimentación mental en el aula de clase puede llegar a ser la herramienta más ideal para un maestro de física, que busca que sus estudiantes vayan más allá en las teorías científicas y ellos mismos pongan a prueba sus conocimientos.

En consecuencia, y a partir de los presupuestos teóricos anteriores, en este trabajo de investigación entenderemos el experimento mental como una situación imaginaria puesta a prueba por la mente, en la cual se tiene total control de las variables, de tal manera que se puedan realizar predicciones.

Este tipo de predicciones pueden hacerse desde distintas mediaciones: la realidad, el laboratorio, la observación de fenómenos científicos o la literatura, entre otras. Nosotros consideramos que todas son válidas como potenciadoras del pensamiento científico, no obstante, la estrategia nuestra gira en torno a la literatura científica.

3.3.4. Literatura científica

Llegados a este punto se habrá notado que los experimentos mentales tienen un componente narrativo, y en ese sentido nos preguntamos sobre la relación existente entre ellos y los escenarios que se plantean en las obras literarias, valiéndonos para ello del concepto de Literatura científica.

Ahora bien, vale la pena aclarar que entendemos por literatura científica, ya que en las bases de datos los resultados encontrados se refieren principalmente a esto como “el producto de comunicación de las estructuras de conocimiento a través de obras en lenguaje sofisticado o críptico de la actividad científica” (Guitérrez, 2002, p. 205). Resaltando que en la actualidad la producción de este tipo de obras, aumenta considerablemente en cada año, por lo cual resulta evidente que este es un concepto muy amplio. Sin embargo, es conveniente introducir la definición de Purroy (2014):

“Si 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, desde el artículo científico en una revista indexada hasta las memorias de los grandes científicos.” (p.1).

Es cierto que resulta problemática la definición expuesta puesto que da una idea simplista acerca de la literatura. Por tal motivo aunque no sea el tema de nuestra discusión conviene abordar un poco sobre lo que entendemos por literatura, y es que esta es y Caro (2013) citando a Calvino nos dice:

“Un sistema estructurado complejo, en el sentido de que su lenguaje nunca es transparente, no es un instrumento puro para significar su contenido, la realidad, el pensamiento o una verdad; no significa algo distinto de sí mismo (...) el razonamiento literario construye un sistema de valores, en el que toda palabra, todo signo constituye un valor por el hecho de haber sido elegido y fijado en el papel”. (p. 8).

Queremos definir la literatura científica de la siguiente manera: como sabemos el arte y la literatura hacen parte de la cultura, y al mirar la ciencia desde la perspectiva histórica de Kuhn resulta que la ciencia también hace parte de la cultura. Entonces la literatura científica

es un mediador que nos permite visualizar aquellas construcciones sociales en las que convergen la ciencia y el arte.

Como dicen Cuví & Georgii (2013) citando a Massarani, Moreira & Almeida (2006):

“Las artes no tienen como función principal explicar o “ayudar” a las ciencias, ni éstas tienen como vocación elucidar a las primeras. El arte puede ser instrumental para la ciencia, pero no como muleta pedagógica: puede dejar claro su contenido humano y contribuir para la construcción de su dimensión crítica. Por otro lado, la ciencia, cada vez más decisiva para la sobrevivencia de la humanidad, si es utilizada adecuadamente, puede contribuir significativamente para la renovación de los elementos del quehacer artístico e inclusive como fuente inspiradora de sus creaciones” (p, 259).

Lo que nos deja claro que efectivamente el diálogo entre la ciencia y el arte puede aparecer por todas partes, de manera tal que “puede ser expandido al uso de la literatura, el teatro, el cine, u otras expresiones artísticas, para enseñar ciencias en espacios formales” (Cuví & Georgii, 2013, p. 259). Particularmente encontramos en la Ciencia en ficción y la divulgación científica, ejemplares de literatura científica que pueden ser incluidos al aula de clase. En esta dinámica encontramos investigaciones en las que se incluyen este tipo de materiales tales como (Cuví & Georgii 2013; Palacios 2007; Zamorano, Moro & Gibbs, 2011)) que dan como resultado un mediador con un elemento motivador en el que se produce un diálogo interdisciplinar entre la ciencia y la sociedad.

Continuando con la discusión planteada sobre las conexiones entre razón e imaginación encontramos que Bachelard (1993) nos dice que entre estas dos no existe ninguna contradicción puesto que la imaginación aparece tanto en el literato como en el investigador científico. Además, Zamorano, Moro & Gibbs (2011) advierten que:

“la creación de modelos teóricos de la ciencia, constantemente rectificadas por nuevas hipótesis, tienen su correlato en la creatividad de imágenes del literato. La razón y la imaginación permiten una penetración metafísica de la realidad. Se advierte un carácter ontológico tanto en la labor científica como en la conciencia imaginativa, tratando de fusionarse con el objeto, y si bien esto no otorga posesión de la verdad, se adquiere una certidumbre objetiva que puede ser comunicada a los demás. Los procesos cognitivos de la imaginación literaria y de la racionalidad científica son los mismos.” (p, 404)

En suma, la literatura es un soporte invaluable para el desarrollo de la imaginación

científica y el posterior aprendizaje de la ciencia, aunque no todo sirve, puesto que pensamos en la literatura científica como el conjunto de obras literarias con contenido científico que puedan ser llevadas al aula como mediación estética para posibilitar una lectura investigativa y abductiva en tanto de ellas puede detonarse la búsqueda teórica que explique aquello que pasa en el texto literario.

3.3.5. Modelos mentales.

Si bien es cierto que la literatura científica y los experimentos mentales están relacionados, nos conviene pensar en qué aspectos de la comprensión abordan estos elementos teóricos, o mejor aún cómo se comprende a través de estos materiales. Lo que hace surgir otro elemento teórico como lo es el modelo mental.

En nuestra búsqueda de la comprensión en la enseñanza y en concordancia con los paradigmas pedagógicos sobre cómo se aprende y cómo se conoce. Nosotros entenderemos la comprensión por parte de los modelos mentales y como dicen Rendón, Parra, Holguín, Cano & Arana (2005) la psicología cognitiva es un elemento fundamental en los modelos debido a que “esta rama parte del supuesto de que el ser humano no es pasivo receptor de información, sino que el construye y transforma en su mente las maneras en que interpreta el mundo”. (p. 62)

Rastreando el concepto de modelo mental, McNeil (2014) habla que el primero en utilizar el concepto es Kennet Craik, él lo definió como un proceso de la mente que provee una representación de una entidad o sistema; el razonamiento de Craik es basado en la habilidad humana para explorar situaciones reales o imaginarias mentalmente. De esto podemos decir que los modelos se desarrollan para representar conocimiento con intención de dar sentido a

las experiencias del mundo físico. Con esto dicho podemos entender que nuestros modelos vienen del mundo o la imaginación, lo cual es problemático porque esto hace que nuestros modelos puedan ser inexactos, aunque también los convierte en únicos dado que todos vivimos una propia realidad.

Greca & Moreira (2001) definen un modelo mental como una representación interna la cual actúa como un análogo estructural de una situación o proceso y la utilización de ellos vienen cuando tratamos de entender el mundo explicarlo o predecirlo. Como consecuencia de esto podemos decir que los modelos nos ayudan a comprender el mundo tal cual es. Greca & Moreira (2001) hablando sobre Johnson-Laird dice que hay tres tipos de modelos: las proposiciones, los modelos mentales y las imágenes. Para Rendón et al (2005) las proposiciones se entienden como no propiamente palabras son un contenido abstracto, ideativo de él que la expresa en su lenguaje, las imágenes son representaciones evocadas de olores, objetos o texturas y los modelos mentales es el proceso que nos permite una manipulación de la realidad.

En consecuencia, se requiere la examinación de los modelos mentales para esto McNeil (2014) hablando sobre Gilbert & Boulter quienes concluyen que para los investigadores no hay forma de llegar a los modelos mentales de los estudiantes y nos debemos conformar con un modelo escrito de nuestros estudiantes. Sin embargo, McNeil (2014) citando Jonassen & Cho (2008) encuentran que hay cinco maneras de medir modelos mentales: 1. Resolución de problemas 2. Reportes verbales como entrevistas 3. Dibujos 4. Instancias de categorización que identifiquen diferencias entre novatos y expertos 5. Patrón conceptual de representación como un mapa mental.

Hasta aquí hemos trazado los lineamientos teóricos desde lo didáctico y lo

disciplinar relacionado con la enseñanza de la física, veamos ahora qué teóricos fundamentan nuestra investigación.

3.4 Componente metodológico

El enfoque y tipo de estudio de esta investigación es de carácter cualitativo desde la metodología de investigación-acción educativa. Tal y como lo plantea Restrepo (2004) a través de este tipo de metodología el docente se asume en su práctica como un sujeto de saber pedagógico que está constantemente en formación, esta caracterización de “sujeto de saber pedagógico” nos permite reconocer las apuestas y discusiones que se dan a lo largo de la licenciatura, las posiciones sobre el saber del maestro, resultan ser el saber pedagógico como saber fundante, es decir, es el saber que nos diferencia de otros profesionales, y es por esto que debemos tener una participación activa en la construcción y evaluación de dicho saber. Ahora bien, podemos afirmar sin pérdida de generalidad que la investigación-acción educativa además de permitir sistematizar el saber pedagógico (participar activamente) nos es de vital importancia para nuestra práctica inicial, ya que en esta generalmente como dice Restrepo (2004) se suele encontrar dificultad para generar consenso entre la teoría y la realidad, junto con problemas de administración en el aula. De aquí que para concluir digamos que la investigación-acción educativa es una búsqueda de un saber hacer más acorde con la realidad de las instituciones educativas y de sus estudiantes.

En La investigación acción educativa se identifican tres fases: deconstrucción, reconstrucción y validación de las cuales haremos una revisión para dejar claro como es nuestro componente metodológico.

La primera fase de deconstrucción requiere que el docente reflexione sobre su práctica estableciendo diálogo entre las teorías o discursos pedagógicos y las condiciones sociales y culturales de las comunidades que requieren el servicio. Restrepo (2004). Dicho dialogo requiere contextualizar la práctica, es decir, identificar aquellas necesidades sociales y culturales junto con un apoyo en colegas de experiencia; para así elaborar una crítica a su propia práctica en la cual dé cuenta del que hacer pedagógico, las teorías o discursos en los que se ubica, y la situación de sus estudiantes. Indagando por explicaciones a las problemáticas que encuentra en su labor. En esta fase encontramos la sistematización del saber pedagógico actual en el cual se muestran las fortalezas y debilidades del paradigma de su enseñanza.

La segunda fase consiste en tomar postura propositiva para resolver o modificar la práctica deconstruida. De manera que se genere una propuesta de práctica alternativa que recoge las ideas y teorías pedagógicas con las que se cree que se puede lograr la modificación del proceso pedagógico. Por tanto, se necesita realizar una búsqueda y lectura académica sobre el problema a tratar; para luego adaptar esos saberes a la práctica propia.

Y como última fase aparece la validación en la cual se verifica la efectividad de la propuesta alternativa, con relación a los propósitos de la educación y los factores de rendimiento, perdida, comprensión, participación e indagación de los estudiantes. Un instrumento para esta validación es el diario de campo puesto que en este se monitorea la propuesta, incluyendo en este los aspectos personales frente a las modificaciones de la práctica junto con los comportamientos de los estudiantes respecto a la propuesta alternativa. Este diario de campo, al ser releído e interpretado con intencionalidad hermenéutica da cuenta de la efectividad e indicadores de logro objetivos y subjetivos para tener en cuenta en la validación de la propuesta.

4. Diseño metodológico

Este apartado tiene como objetivo mostrar cómo se realizó el trabajo mediante la investigación acción educativa recordando que esta se divide en tres fases: deconstrucción, reconstrucción y validación.

La investigación se realiza en la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, con los estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas y Física entre el cuarto y quinto nivel que cursan Física de los Campos.

Entre los instrumentos utilizados tenemos: la caracterización docente (Ver anexo 1) la caracterización de los estudiantes (Ver anexo 2), encuesta sobre lecturas científicas (Ver anexo 3) la prueba diagnóstica (Ver anexo 4) y el plan de clase (Ver anexos 6, 8, 10, 11).

La caracterización docente estaba compuesta por preguntas que indagaban sobre la metodología de clase, los materiales utilizados, la correspondencia de sus clases con el plan maestro y la pérdida de la asignatura; con el fin de que el docente reflexionará sobre su propia práctica.

La caracterización a estudiantes daba cuenta parcialmente de las percepciones, experiencias y dificultades de los estudiantes en cuanto a las clases recibidas en el área de física, así como su gusto por la lectura y el conocimiento de otros materiales posibles para enseñar la física.

Ahora bien, en esta misma línea la prueba diagnóstica fue tipo cuestionario, realizado a los estudiantes con la intención de evidenciar en ellos su conocimiento en la asignatura de física de campos, además de los problemas que ellos encuentran en la enseñanza de la física y

el entendimiento sobre los experimentos mentales. Obteniendo soporte para realizar nuestro plan de clase.

4.1. Para la Fase de Deconstrucción

Recordando que el objetivo de esta fase es reflexionar sobre la práctica, utilizamos los siguientes instrumentos: la caracterización docente, la caracterización de los estudiantes, la observación de clase y prueba diagnóstica.

La caracterización docente estaba compuesta por preguntas que indagaban sobre la metodología de clase, los materiales utilizados, la correspondencia de sus clases con el plan maestro y la pérdida de la asignatura.

La caracterización a estudiantes daba cuenta parcialmente de las percepciones, experiencias y dificultades de los estudiantes en cuanto a las clases recibidas en el área de física, así como su gusto por la lectura y el conocimiento de otros materiales posibles para enseñar la física.

4.1.1 Observación de clase

Las observaciones de clase (Ver Anexo 5) se hicieron en cursos, como lo son didáctica V, física de campos y electromagnetismo. Las cuales aportaron ciertas ideas de cómo se enseñan la teoría de los campos y donde vimos la oportunidad de mostrar nuestra alternativa, ya que en ninguno de los cursos consideraban la literatura científica como una alternativa metodológica para la enseñanza de la ciencia.

4.2.1.2 Prueba diagnóstica (Ver anexo 4)

La prueba diagnóstica fue tipo cuestionario, realizada a los estudiantes con la intención de evidenciar en ellos su conocimiento en la asignatura de física de campos, además de los problemas que ellos encuentran en la enseñanza de la física y el entendimiento sobre los experimentos mentales. Obteniendo soporte para realizar nuestro plan de clase.

En la línea de la enseñanza de la física planteamos dos preguntas: “¿Cuál crees que son los desafíos docentes para la enseñanza de la física?” y “¿Considera que la enseñanza de la física se debe hacer de otra manera? Justifique.” porque al ellos ser maestros en formación pensamos que es importante que reflexionen sobre la enseñanza de la física a través de su propia experiencia, lo que para nosotros implica un paso importante para construir nuevas formas de enseñanza.

Las dos siguientes preguntas con relación a lo que nosotros consideramos la alternativa para la enseñanza de la física: la experimentación mental. Por lo cual indagamos el conocimiento sobre esto, las nociones básicas y algunos ejemplos. Esto lo hacemos con el fin de saber que tan claro o difuso está este concepto para tenerlo en cuenta en la implementación.

Ahora nos adentramos al concepto de campo preguntando por una definición aproximada de lo que significa para ellos dicho concepto, luego abordamos tres preguntas sobre las interacciones entre cuerpos con campos gravitacionales, eléctricos y magnéticos. Para establecer un paralelo entre lo que ellos piensan que es el concepto y la explicación que dan a las interacciones entre los cuerpos buscando que ellos encuentren la tercera ley de newton en estas relaciones, la intensidad de las fuerzas y la naturaleza de estas.

Esta indagación se hizo con preguntas como “7. Dos cuerpos de masa M y $2M$ respectivamente (la segunda el doble que la primera) se hallan solos en el espacio, a una distancia d determinada. ¿Existen fuerzas entre ambos? ¿Cómo son? ¿Por qué?” y “8. Dos

pequeñas esferas de plástico tienen el mismo peso y están cargadas positivamente, una el doble que la otra. Escoge el diagrama que indica correctamente la situación de equilibrio de las esferas”

Además, estos planteamientos nos permitirán ver si ellos logran relacionar ambas concepciones, las de campo eléctrico y gravitacional, y ver si ambas concepciones son congruentes o no.

4.2.2 Para la Fase de Reconstrucción

En esta fase planteamos y ponemos a prueba nuestra propuesta de investigación en búsqueda de ayudar a solucionar la problemática planteada.

4.2.2.1 Plan de clase 1 (Ver Anexo 6)

El enfoque de nuestro primer plan de clase es al campo gravitacional, donde se pide hacer un análisis de un experimento mental de galileo, se revisa y se pregunta por las ecuaciones que cambiaron al mundo y las implicaciones de esta en la comprensión de la gravedad, además del trabajo basado en el libro De la tierra a la luna de Julio Verne y por último compartimos un poema nuestro con intenciones de convertir el análisis de ellos en un experimento mental.

4.2.2.2 Plan de clase 2 (Ver anexo 8)

El segundo plan de clase se enfoca en el campo eléctrico, y como este da explicación a las interacciones de cuerpos electrificados, pedimos al estudiante que analicen el electroscopio y de explicaciones a las situaciones planteadas, continuando, se indaga sobre cómo leen la ley de Columb, junto con las diferencias y semejanzas de esta con la ley de gravitación universal. A continuación mostramos el fragmento de la película The amazing Spiderman 2 donde analizamos a electro y sus propiedades; además de esto como profundización en el concepto de campo se lee el fragmento literario la máquina de tiempo de

Federic Brown y finalizando leemos nuestro poema pidiendo que lo analicen y a su vez

hagan un escrito propio referente al campo eléctrico.

4.2.2.3. Planes de clase 3 y 4

Los planes de 3 y 4 (Ver anexos 10 y 11) fueron aplicados en el taller “matemáticas y literatura científica: un cuento para quedarse” que fue mencionado en el marco contextual.

4.2.2.4. Diario de procesos (Ver anexo 13)

El diario de procesos lo utilizaremos como medio donde apuntaremos hechos importantes sucedidos en clase, de esta forma poder retomarlos de manera más sencilla y poder utilizar esto en nuestra realización del trabajo.

4.2.3. Para la Fase de Evaluación

Entendiendo la evaluación como un elemento articulador que media entre el docente y el aprendizaje del estudiante, se formuló para cada taller la siguiente rubrica de evaluación:

| No. | Criterios a Evaluar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|---|---|---|---|---|---|
| 1 | El taller aporta nuevas ideas para tu crecimiento personal y profesional | | | | | |
| 2 | El material didáctico en general, incluyendo los textos literarios seleccionados, es pertinente | | | | | |
| 3 | Se propician espacios para la participación y el diálogo entre todos los asistentes | | | | | |
| 4 | Se evidencia la relación entre el tema científico abordado y la literatura sugerida | | | | | |
| 5 | Ayuda la literatura científica a la comprensión del concepto o los conceptos trabajados. | | | | | |
| 6 | Consideras importante la relación entre ciencia y literatura en tu proceso de formación | | | | | |
| 7 | ¿Te sentiste bien durante el desarrollo del taller? | | | | | |
| 8 | En general, ¿cómo calificas el taller? | | | | | |
| 9 | ¿Qué resaltas como significativo o importante en la experiencia que acaba de conocer? _____ _____ _____ _____ | | | | | |

| | |
|----|--|
| 10 | Observaciones y sugerencias: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ |
|----|--|

Donde indagamos por las apreciaciones de los estudiantes respecto a la metodología empleada, la pertinencia del material y el sentir dentro del taller, junto con las críticas sobre lo que se debe mejorar, cambiar o eliminar, en el manejo del taller, es decir, nos proporciona un apoyo como docente para reevaluar la intervención en pro del aprendizaje de los estudiantes.

5. Resultados y Análisis de resultados

En este apartado se analizarán los resultados dados por los estudiantes con respecto a los planes de clase 1 y 2, en búsqueda de las siguientes categorías expuestas en el recuadro.

Tabla 1: Categorías de análisis

| Categoría | Descripción de categoría | Indicadores |
|-------------------------|--|--|
| Argumentación | Se refieren a las estrategias y esquemas que los individuos forman respecto a los conceptos científicos, esto es lo que nos dirá si hay una verdadera comprensión del asunto a tratar. | 1. Es capaz de expresar fenómenos con sus propias palabras 2. Puede diferenciar entre campo gravitacional, eléctrico y magnético. |
| Relación arte - ciencia | Se trata de que se perciba la ciencia y el arte, como un elemento importante a la hora de establecer una postura epistemológica de la ciencia en el sentido de que la ciencia y el arte pueden y se ayudan para realizar sus construcciones de conocimiento. | Comprende las relaciones que hay en ciencia y arte Le da sentido estas y le son útiles a la hora de la enseñanza |

| | | |
|--------------------------|--|---|
| Pertinencia metodológica | Como maestros en formación esperamos que nos puedan aportar ideas y correcciones para posibilitar la labor crítica del futuro maestro. | 1. Consideran que las actividades mejoran la comprensión 2. La estrategia aporta a la enseñanza- aprendizaje de los conceptos científicos. |
| Experimentación mental | Es una herramienta propia de las ciencias, encaminada a la investigación y generación de modelos explicativos acordes con la teoría. | 1. Reconoce experimentos mentales 2. Da soluciones a situaciones imaginarias planteadas |

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con las categorías anteriores, realizaremos nuestro análisis, empezando por el **Plan de clase #1**.

Tabla 2: respuestas y hallazgos en el plan 1

| | Preguntas | Respuestas |
|------------------------------|---|---|
| Momento 1: breve descripción | ¿Qué pasaría si fueran liberados juntos? | Desde el razonamiento de Aristóteles diríamos que la bala pesada caería más rápido ya que posee mayor peso. |
| | | Desde la perspectiva aristotélica caería primero la bala más rápido que la otra, pero al estar unidas una jalara de la otra caen al mismo tiempo. Caen al mismo tiempo. |
| | ¿Cómo sería la rapidez del sistema combinado respecto a la bola? | La rapidez es la misma. |
| | | Al unirse las dos balas se generaría un solo sistema y entonces las bolas caerían con la misma rapidez. |
| | Concluya con respecto a la caída de los cuerpos | 1. La velocidad en el momento en que caen separados es diferente al momento en que caen juntos. 2. Si estuvieran realmente pegados aumentaría la masa, así que aumentara su velocidad. |
| | | Que a mayor fuerza, y peso que tenga un objeto caerá con mayor velocidad. |
| Momento 2 | ¿Por qué en línea recta y no oblicua? | Por la resistencia que ofrece el medio al cuerpo y la forma de él. |
| | | Porque la gravedad los atrae hacia el centro de la tierra |
| | ¿O si se deja caer de mucho más arriba? | Mientras haya una magnitud de la fuerza gravitacional que provoque que la manzana caiga a la tierra esta caerá. Por supuesto en el trayecto se destruirá. |
| | | No, porque está afuera de la fuerza gravitacional de la tierra. |
| ¿La luna caería también? | La relación entre la masa de la tierra, la masa de la luna y la distancia entre ellas, permite que la luna no sea halada a la tierra. | |

| | | |
|-----------|---|--|
| | | Sí, la luna también siente el tirón de la tierra. |
| | ¿Siendo la tierra y la manzana más pequeñas aún, la manzana caería a la tierra? | Seguiría habiendo una relación de atracción mutua de masas. Por lo cual la tierra siendo más grande atrae a la manzana que es de masa menor |
| | | En el mundo molecular no aplica las leyes de newton. |
| Momento 3 | Hipótesis generadas del texto | En mi opinión, la primera hipótesis, está basada en la gravedad, es decir, sí la luna tiene su propia gravedad ¿Por qué el cohete no aterrizo en la luna, si no que quedo en órbita? Y la respuesta es que tanto el sol, como la tierra también tienen gravedad y esta hace que la velocidad del cohete disminuya y quede en órbita. |
| | | Una de las posibles hipótesis es que el proyectil quedo orbitando la luna porque no llevaba suficiente velocidad para aterrizar en ella, además de la atracción gravitacional de la tierra es mayor. |
| | | Como en el universo hay diferentes fuerzas el cohete se adhiere a estas fuerzas y pierde fuerza entonces no cumple su objetivo al no quedar en la luna si no a su alrededor como un satélite alrededor de ella. |
| | | El cohete queda orbitando alrededor de la luna porque la gravedad de la tierra y de la luna es diferente y se termina atrayendo con la luna. |

Fuente: Elaboración Propia

Tras la lectura de las respuestas de los estudiantes encontramos lo siguiente:

- Hablando sobre el experimento mental de Galileo (el momento 1), en cual buscábamos que problematizaran la teoría Aristotélica sobre la caída de los cuerpos, encontramos que los estudiantes partían desde las hipótesis planteadas pero su análisis no era propiamente desde la teoría Aristotélica sino una mezcla de esta teoría con la Teoría Galileana de la caída de los cuerpos. Por tanto se dificulta que los estudiantes den valor a la función deconstructiva del experimento mental.

- Continuando con el fragmento de las ecuaciones que cambiaron al mundo, encuentran que el modelo de campo al ser una fuerza tiene un efecto de acción reacción entendiendo que la luna genera un efecto gravitacional a la tierra y viceversa, aunque también

aparecen modelos en los que los estudiantes consideran los efectos del campo se limitan a cuerpos grandes y sus líneas son finitas.

- Sus formulaciones de hipótesis fueron buenas, con respecto al fragmento de texto De la tierra a la luna de Julio Verne, porque se comprometían a cuestionarse sobre los campos gravitacionales, además de que se preguntaban por la trayectoria que tomaban los proyectiles enviados a la luna y realizaban comparaciones entre los campos gravitacionales de la tierra y la luna.

- En cuanto al aspecto de pertinencia metodológica, muestra que al parecer los estudiantes disfrutaban de estas nuevas formas de enseñar las ciencias y no solo en el curso de física de los campos, porque la experiencia de la literatura científica fue realizada a través de las diferentes licenciaturas de la facultad de educación.

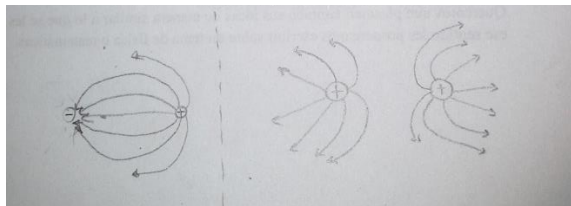
- Relación ciencia-arte, los estudiantes se sorprendieron al trabajar con la literatura científica demostrando interés por este tipo de materiales, sin embargo, presentan cierta resistencia a la lectura.

Plan de clase #2

El actual plan de clase es el que contiene mayor relación a la parte creativa e imaginativa, dado el contexto trabajado que es el de la Licenciatura en Matemáticas y Física encontramos cierto rechazo por parte de los estudiantes hacia el trabajo de las ciencias y el arte, dando en general poco resultados.

A continuación se analizarán algunas de los dibujos y escritos realizados por los estudiantes que se encuentran en el anexo 9.

Del momento 2 analizaremos 3 imágenes.



Ilustración

Encontramos en la primera imagen que se muestran las relaciones entre dos cargas, de igual y diferentes signos generando las relaciones apropiadas entre cada carga.

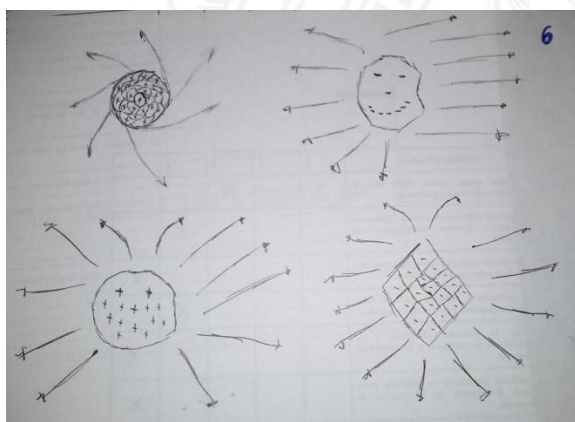


Ilustración 6

No genero interacciones entre las cargas, que era lo que estábamos preguntando, además que no se logra entender que estaba tratando de mostrar.

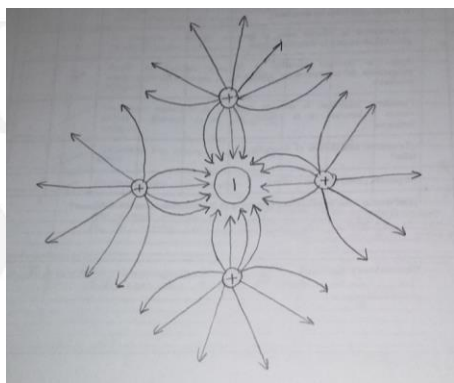


Ilustración 5

En este caso encontramos que el estudiante fue más allá de lo pedido que era un interacción entre dos cargas y la realiza entre 5, inclusive se realiza de una forma muy estética el dibujo sin dejar de un lado como es la interacción dependiendo de la carga.

Ahora pasamos al momento 5 correspondiente a la creación de los estudiantes, donde debían escribir un texto en forma literaria que pudieran relacionar a un tema de física (no necesariamente de física de los campos). Para su análisis colocamos el fragmento realizado por el estudiante seguido de un comentario hacia el fragmento.

1. CAMPO ELÉCTRICO: Números, letras y vectores. Origen y destino. Punto de entrada y punto de salida. El número como cantidad particular, la letra como cantidad general y el vector como la complejidad que ocurre obligada en un universo que se atraen las masas grandes y se atreve a repelerse en las masas pequeñas, porque en estas masas microscópicas las cargas atractivas o repulsivas definen este universo micro y los vectores me configuran la geometría de los campos porque describen la cantidad con dirección y sentido.

Este primer escrito en general es bueno, es muy atrayente el texto, y deja pequeños conceptos a la vez en su lectura, hay un pequeño problema en la parte que dice “y se atreve a repelerse en las masas” dado que la repulsión entre masas no se conoce, no está prohibido en la física pero aun así es extraño hablar de eso.

2. Un pequeño no comprendía porque sentía el rechazo o la repulsión de sus compañeros, hasta que un día él investigando se dio cuenta de que tenía la misma carga que sus compañeros. Entonces, no es que sus compañeros no lo aceptaran sino que al tener la misma carga no se atraían.

Es muy claro lo que el estudiante trata de plantear en su escrito, es sencillo corto y entendible, además de un poco divertido.

3. LOS CAMPOS: estos campos, tan similares que es posible comparar. Estos

campos que todos ignoran. Estos campos que los olvidan. Estos campos que pocos estudian. Pero estos campos son algo especial, unos nos mantienen de pie, nos permiten tener día y noche, nos permiten tener una hermosa luna. Nos protegen de los rayos solares y de los demás rayos cósmicos que fluyen en el universo. Que nacieron junto con el universo. Dichos campos que rigen todo tipo de interacción en el cosmos. Tu gravitación, tu electricidad, tu magnetismo gracias por permitir nuestra existencia.

Es un texto muy interesante, se disfruta su lectura y deja bastante que hablar, es un texto que incluso se permitiría para trabajar una clase entera de tanta información que encontramos en él.

Resultados de la fase de evaluación.

Ahora bien, la rúbrica de evaluación (anexo 12) de los talleres empleados dieron como resultado al promediar los datos obtenidos para cada plan de clase (tablas 3 y 4) que es una propuesta interesante para motivar a los estudiantes a aprender física de una manera diferente, encuentran una relación entre la ciencia y el arte, sin embargo, consideran que se debe emplear el uso de medios audiovisuales puesto que una metodología basada solo en la lectura puede tornarse aburridora. Esto último fue un común denominador en la Licenciatura en Matemáticas y Física, que nos reafirma una postura en la cual los estudiantes de las ciencias naturales manejan resistencia a la lectura, haciendo que se encuentre incómodos a la hora de trabajar con este tipo de metodología, en contraposición, los estudiantes de las otras licenciaturas se mostraron más receptivos a este tipo de trabajo ya que expresaban que su experiencia al momento de acercarse a la ciencia se realizó de manera rigurosa en la cual no visualizaban las conexiones de la ciencia con el mundo y más aun de la ciencia con el arte.

Tabla 3. Evaluación plan de clase 1.

| Criterios plan de clase 1. Asistentes 24 | Resultados |
|---|------------|
| El taller aporta nuevas ideas para tu crecimiento personal y profesional | 4.41 |
| El material didáctico en general, incluyendo los textos literarios seleccionados, es pertinente | 4.58 |
| Se propician espacios para la participación y el diálogo entre todos los asistentes | 4.45 |
| Se evidencia la relación entre el tema científico abordado y la literatura sugerida | 4.5 |
| Ayuda la literatura científica a la comprensión del concepto o los conceptos trabajados. | 4.41 |
| Consideras importante la relación entre ciencia y literatura en tu proceso de formación | 4.75 |
| ¿Te sentiste bien durante el desarrollo del taller? | 4.33 |
| En general, ¿cómo calificas el taller? | 4.62 |

Tabla 4. Evaluación Plan de clase 2.

| Criterios plan de clase 2. Asistentes 10 | Resultados |
|---|------------|
| El taller aporta nuevas ideas para tu crecimiento personal y profesional | 4 |
| El material didáctico en general, incluyendo los textos literarios seleccionados, es pertinente | 4.4 |
| Se propician espacios para la participación y el diálogo entre todos los asistentes | 4.2 |
| Se evidencia la relación entre el tema científico abordado y la literatura sugerida | 4.7 |
| Ayuda la literatura científica a la comprensión del concepto o los conceptos trabajados. | 4.6 |
| Consideras importante la relación entre ciencia y literatura en tu proceso de formación | 4.5 |
| ¿Te sentiste bien durante el desarrollo del taller? | 4.3 |
| En general, ¿cómo calificas el taller? | 4.1 |

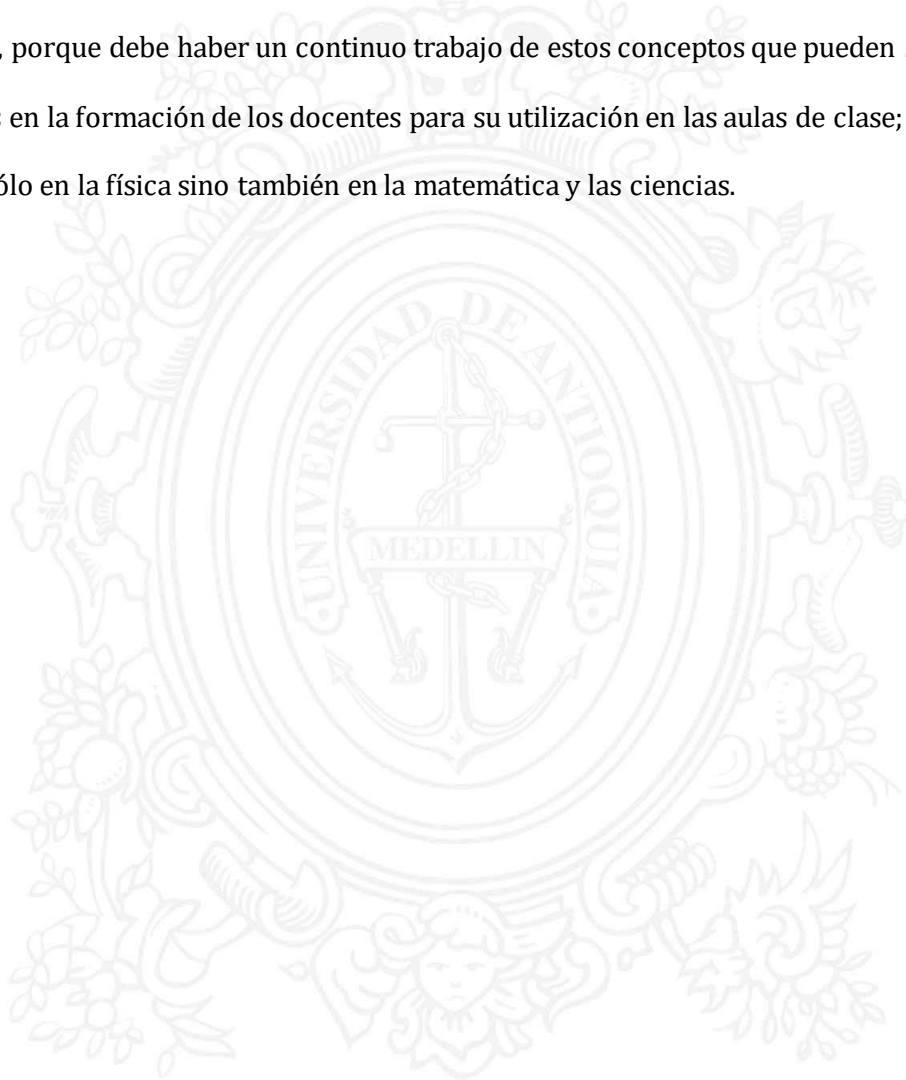
6. Conclusiones y recomendaciones

Los experimentos mentales con literatura científica hacen que el estudiante se entrelace en un contexto narrativo de un problema, produciendo en él modelos mentales que permiten que se exprese y argumente las situaciones planteadas y en consecuencia, la literatura científica es una alternativa válida para la enseñanza de las matemáticas y las ciencias, ya que puede favorecer ciertos aspectos en el aprendizaje. La literatura científica nos da esta sensación de poder bajar estos aprendizajes que algunas veces los profesores subimos sin necesidad y la literatura los lleva a un nivel más humano, además, esta estrategia podía ser considerada inclusiva porque le da espacio a los estudiantes que disfrutan más de la lectura o puede inducirlos a que disfruten de ella. En particular el trabajo realizado en “matemáticas y literatura científica: un cuento para quedarse” permitió establecer un dialogo con los compañeros de las otras licenciaturas que corresponde a un cambio de perspectivas de la ciencia y la labor del maestro de ciencia, con el cual animamos a formular y producir más trabajos interdisciplinarios y a reducir los prejuicios que se tienen en relación a los saberes como aislados unos de otros.

En consecuencia los experimentos mentales resultan ser de vital importancia, no solo en el ámbito científico sino también en el educativo, porque mediante estos se forman procesos de argumentación los cuales desarrollan en el estudiante la capacidad de defender y criticar desde el conocimiento científico las actuales tendencias y avances científicos y tecnológicos; por eso esperamos que el trabajo de este concepto no se quede solo en este trabajo y se pueda transmitir a las aulas en ciencia. Además de esto recalamos que el trabajo con a través de esta metodología debe abrirse a las poblaciones con necesidades especiales por lo cual queda un camino largo que recorrer.

Por último, dejamos abierto un espacio para el continuo trabajo de los experimentos

mentales para la enseñanza de la ciencia y la literatura científica como metodología de enseñanza, porque debe haber un continuo trabajo de estos conceptos que pueden ser muy aportantes en la formación de los docentes para su utilización en las aulas de clase; este puede darse no sólo en la física sino también en la matemática y las ciencias.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Referencias Bibliográficas

- Aguilar, Y. y Romero. A. (2011). *A propósito de los experimentos mentales: Una tentativa para las construcciones de explicaciones en ciencia*. Revista Científica. Volumen Extra.
- Amaya, J. (2015). *La Física, 'el Coco' en los primeros semestres de universidad*. Recuperado de <http://ayura.udea.edu.co/notieducacion/?q=node%2F712>
- Bishop, M. (1999). *Why thought experiments are not arguments*. Philosophy of Science, Vol 66, pp. 534 - 541.
- Brown, J. (1991). *The laboratory of the mind thought experiments in the natural science*
Recuperado de <http://course.sdu.edu.cn/G2S/eWebEditor/uploadfile/20121224165049418.pdf>
- Caro, N. (2013). *Diálogos de la literatura con la enseñanza de las ciencias en la educación media y superior: construcción de una estrategia didáctica basada en una experiencia estética con textos literarios (cuento y novela)*. (Tesis inédita de doctorado).
Universidad de Antioquia.
- Cuvi, N. & Georgii, C. (2013). *Literatura, ciencia y evolución: análisis de una experiencia educativa en Galápagos*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol 10, N°2, pp. 257-272.
- Doménech, J., Gil, D., Gras, A., Guisasola, J, & Valdés, P. (2003). *La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global*. Cad.Bras.Ens.Fís, Vol 20, N° 3, pp. 285-311.
- Escobar, L., González, Y. & Gutiérrez, C. (2009). *Evolución del concepto de campo en estudiantes de nivel universitario*. (Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia).

Fracaro, A y Perales, F. (2013). *La analogía como estrategia de enseñanza del campo e interacción*. Lat. Am. J. Phys. Educ, Vol. 7, N° 3, pp. 378 - 390.

Furió, C. & Guisasola, J. (2001). *La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada*. Enseñanza de las ciencias, Vol 19, N° 2, pp.319-334.

García, M. & Matkovic, L. (2012). *El poder de la imaginación y de la creatividad para hacer ciencia Química Viva*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86323612005>

Georgiou, A. (2005). *Thought experiments in physics problem-solving: on intuition and imagistic simulation*. (Tesis de maestría, University of Cambridge). Recuperado de <http://people.ds.cam.ac.uk/kst24/ResearchStudents/Georgiou%202005%20Thought%20Experiments.pdf>

Gil, D., Carrascosa, J. & Martínez, F. (1999). *El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos*. Revista educación y pedagogía, vol. xi no. 25,

Greca, I. y Moreira, M. (2001). *Mental, physical and mathematical models in the teaching and learning of Physics*. Science Education, Vol 86, N° 1, pp. 106-121. Doi 10.1002/sce.10013

Gutiérrez, M. (2002). El aprendizaje de la ciencia y de la información científica en la educación superior. Anales de documentación, Vol 5, N° 5, pp 197-212.

Henao, R. (2015). *Elementos para una Didáctica de la Matemática*. Documento de trabajo para la Asignatura “Integración Didáctica VIII” en la Universidad de Antioquia.

Hodson, D. (1992). *In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education*. International Journal of Science Education, Vol 14, N° 5. pp. 541-566.

Hopp, W. (2014). *Experiments in thought*. Perspectives on Science, Vol. 22, N° 2, pp.242 – 263.
doi: 10.1162/POSC_a_00129

Llancaqueo, J., Caballero, C. y Moreira, I. (2003a). *El concepto de campo en el aprendizaje de la Física y en la investigación en educación en ciencias*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol 2, N° 3, pp. 227-253.

Llancaqueo, J., Caballero, C. y Moreira, I. (2003b). *El Aprendizaje del Concepto de Campo en Física: una Investigación Exploratoria a Luz de la Teoría de Vergnaud*. Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol. 25, N° 4, pp 399- 417. Recuperado de http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_399.pdf

Llancaqueo, J. (2006). *El aprendizaje del concepto de campo en física: conceptualización, progresividad y dominio*. (Tesis de doctorado, Universidad de Birgos)

Mach, E. (1905/1976). *On Thought Experiment*. Recuperado de <http://www.tufts.edu/~skrimsky/PDF/On%20Thought%20Experiments.PDF>

Macías, C. (2014). *La experimentación mental en la formación de maestros en ciencias. Una alternativa para la enseñanza de la física moderna en la ciencia*. (Tesis de pregrado, Universidad de Antioquia). Recuperado de <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/661/1/JD0886.pdf>

- McNeil, S. (2014). *Visualizing mental models: understanding cognitive change to support teaching and learning of multimedia design and development*. Education Tech Research Dev. Vol 63, pp. 73–96. doi: 10.1007/s11423-014-9354-5
- Moue, A., Masavetas, K. y Karayianni, H. (2006). *Tracing the development of thought experiments in the philosophy of natural sciences*. Journal for General Philosophy of Science, Vol 37, pp. 61–75. doi: 10.1007/s10838-006-8906-8
- Norton, J. (2004). *On thought Experiments: Is there more to argument?* Philosophy of Science, Vol 71, pp. 1139–1151.
- Palacios, S. (2007). *El cine y la literatura de ciencia ficción como herramientas didácticas en la enseñanza de la física: una experiencia en el aula*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol 4, N° 1, pp. 106-122.
- Porto, A. (2010). *La Didáctica de las Ciencias y sus nuevos medios. Reflexiones*. Ciencias de la Información Vol. 41, N°3, pp. 65 – 70.
- Quintero, K. y Pinto, N. (2008). *Elementos de didáctica de las ciencias a favor de una formación en didáctica de la física*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Seminario didáctica de la física iii, 2008-3.
- Rendon, M., Parra, P., Holguin, A., Cano, C. y Arana, C. (2005). *Reflexión acerca de los modelos mentales y la formación cognitiva de los profesionales en educación*. Revista lasallaista de investigación, Vol 2, pp. 61-64.
- Restrepo, B. (2004). *La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico*. Educación y educadores, N°7, pp. 45-56. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83400706>
- Rojas, O. (2001). *Invitación a la filosofía de la ciencia*. Humacao.

Sorensen, R. (1992). *Thought Experiments*. Oxford University Press. Recuperado de

<http://course.sdu.edu.cn/G2S/eWebEditor/uploadfile/20121224164821178.pdf>

Stephens, A. y Clement, J. (2009). *The role of thought experiments in science and in science learning*. *Topics in Cognitive Science*, Vol 1, N°4, pp. 686 – 710.

Zamorano, R., Moro, L., y Gibbs, H. (2011). *Aproximación didáctica a la termodinámica con modelos y literatura de ciencia ficción*. *Ciência & Educação*, Vol 17, N° 2, pp. 401

Anexo 1. Caracterización docente



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
PRÁCTICA PROFESIONAL DOCENTE
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
PRÁCTICA PEDAGÓGICA
CARACTERIZACIÓN DE LOS DOCENTES**

Institución Educativa: _____ Fecha: _____

Buenos días. Nuestro objetivo es recopilar información que posibilite caracterizar a los docentes de física de las instituciones cooperadoras de la práctica pedagógica de la Licenciatura de 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.

1. Sexo **m** **f** Años de experiencia como docente universitario: ____
2. Título obtenido: Normalista Licenciado Tecnólogo Profesional no docente
Especialista Maestría Doctorado
3. ¿Pertenece a algún grupo académico o de investigación? Si No Cuál _____

4. ¿Lidera algún proyecto en la universidad de Antioquia? Si No Cuál _____

5. ¿Su plan de clases está focalizado en lo establecido en el documento maestro del programa? Si ___ No ___ Justifique:

6. ¿Aproximadamente qué porcentaje de estudiantes pierden su curso en cada semestre académico? 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 mas ___
7. ¿Conoce libros de literatura que puedan ser utilizados en la clase de física? Si ___ No ___
¿Cuáles? _____

8. ¿Ha utilizado como mediación algún tipo de literatura en la clase de física? Sí: ___ No: ___

9. Cree usted que los recursos físicos (como laboratorios y aulas-taller) de la Licenciatura en Matemáticas y Física son suficientes para lograr buenos resultados en la clase de física. Si: ___ No: ___ Justifique: _____

10. ¿Qué cree que hace falta para que haya un mejor aprendizaje de la física? _____

11. ¿Cree usted que es necesario abordar los temas de clase desde otras perspectivas? Si: ___

No: ___

Explique: _____

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

Eurípides

Anexo 2. Caracterización de los estudiantes



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
PRÁCTICA PROFESIONAL DOCENTE
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
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: _____ Nivel: _____ Edad: _____ Estrato socio-económico: _____



1. Actividad económica a la que se dedica: _____

2. ¿Cuándo termine la carrera pretende seguir sus estudios? Si: ___ No: ____
Explique qué estudio(s) le gustaría continuar _____

3. ¿Cuáles son los cursos de su mayor agrado? Justifique: _____

4. ¿Cuáles son los cursos de su menor agrado? Justifique: _____

5. Las posibles causas de dificultades con la física son:
Desinterés personal por la materia ___ La complejidad de las temáticas ___
La metodología del profesor ___ La poca preparación académica ___
Los recursos utilizados _____ Poco tiempo para profundizar ___
Poca claridad en las exposiciones _____ Poca capacidad del profesor para generar interés _____
Otras: _____

6. ¿Qué percepción tienes acerca de la física? _____

7. En la enseñanza de la física, que materiales y recursos utiliza el profesor:

8. Defina el concepto de campo

9. ¿Te gustaría estudiar física de una manera diferente? Si: ___ No: ____

Anexo 3. Encuesta sobre lecturas científicas



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
PRÁCTICA PROFESIONAL DOCENTE
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
PRÁCTICA PEDAGÓGICA
ENCUESTA SOBRE LECTURAS CIENTÍFICAS**

Institución Educativa: _____ 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 “Literatura científica”, estamos interesados en conocer tu opinión con respecto a la enseñanza de la física 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: 2. Edad: 22 3. Nivel:

2. Consideras que tu nivel de comprensión lectora es:

Superior: ____ Alto: ____ Básico: ____ Bajo: ____

3. ¿Cuál es la actividad que más prefieres realizar en tu tiempo libre? _____

4. 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? _____

5. Escribe el título del último libro que leíste: _____

6. Describe brevemente un aprendizaje que hayas derivado de ese último libro leído

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

8. ¿Qué tipo de libros te llaman la atención?

Misterio: __ Románticos: __ Deportes: __ Aventuras: __ Terror: __ Poesía: __

Historia: __ Humor: __ Clásicos: __ Matemáticas: __ Biografías: __ Ciencia Ficción: __

9. ¿Conoces algún libro de cuento, novela o poesía que tenga que ver con la física? Sí: __

No: __ ¿Cuál? _____

10. ¿El profesor (a) del curso te motiva a leer?: Sí: __ No: _____

11. ¿Crees que dominar la lengua materna posibilita más aprender física? Sí: __ No: __

Explica:

12. Si en la Licenciatura de Matemáticas y Física se impulsa un semillero sobre literatura científica ¿te gustaría asistir a él? Si: __ No: __



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

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

Eurípides

Anexo 4. Prueba diagnóstica



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

PRUEBA DIAGNÓSTICA

Responsables: Juan Sebastián Builes Peláez
Esneider Alberto Barrera Jaramillo

Nombre: _____ Fecha: _____

Objetivo: Recopilar información para dar cuenta de las reflexiones sobre la enseñanza-aprendizaje en el curso de física de los campos en los estudiantes 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: ____ Nivel: _____ Edad: _____

1. ¿Cuál crees que son los desafíos docentes para la enseñanza de la física?

2. ¿Considera que la enseñanza de la física se debe hacer de otra manera? Justifique.

3. ¿Conoce algún experimento mental? ¿Cuál?

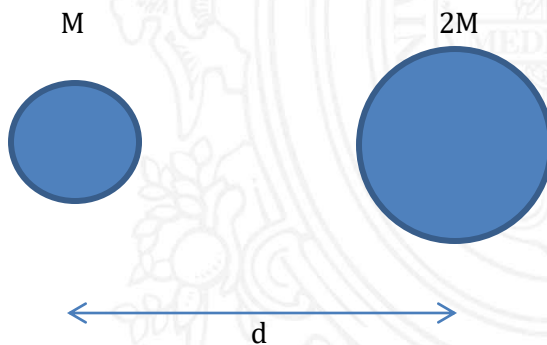
4. Se imagina algún experimento mental. Expréselo



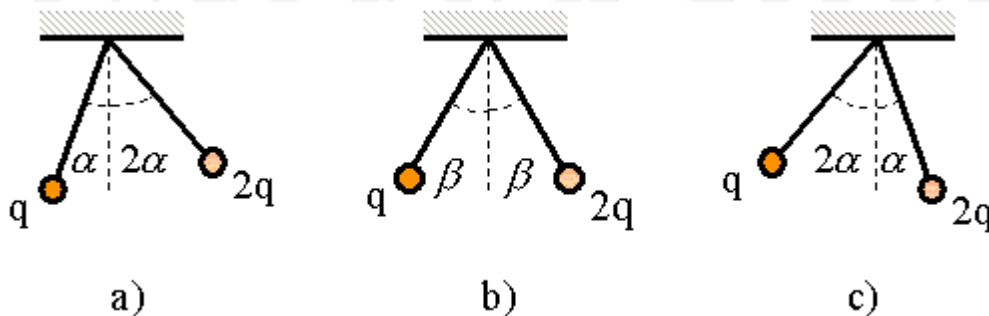
5. Comente su experiencia de aprendizaje en el curso de física de los campos.

6. Defina el concepto de campo.

7. Dos cuerpos de masa M y $2M$ respectivamente (la segunda el doble que la primera) se hallan solos en el espacio, a una distancia d determinada. ¿Existen fuerzas entre ambos? ¿Cómo son? ¿Por qué?



8. Dos pequeñas esferas de plástico tienen el mismo peso y están cargadas positivamente, una el doble que la otra. Escoge el diagrama que indica correctamente la situación de equilibrio de las esferas:



9. A. ¿Qué pasa si coloco cerca de un imán un cuerpo cargado eléctricamente y en reposo?
B. ¿Y si ese mismo cuerpo se mueve? Justifica tus respuestas

Anexo 5. Observación de clase.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

PRÁCTICA PROFESIONAL DOCENTE

LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

PRÁCTICA PEDAGÓGICA

OBSERVACIÓN DE CLASE

1. Identificación

Institución Educativa: _____ Fecha: _____ Grado: _____

Maestro Cooperador: _____ Número de estudiantes: _____



Integrantes del equipo de trabajo: _____

Temática de la Clase: _____

2. Desarrollo de la clase: Evalúe cada ítem según: **E:** Excelente **B:** Bien **R:** Regular **N:** No realizado

| Actividades desarrolladas | E | B | R | N | Descripción |
|--|----------|----------|----------|----------|--------------------|
| Actividades de diagnóstico | | | | | |
| Actividades de motivación | | | | | |
| Actividades de fortalecimiento | | | | | |
| Actividades con texto guía | | | | | |
| Actividades creativas | | | | | |
| Actividades de profundización | | | | | |
| Recursos y materiales utilizados | | | | | |
| Pertinencia de los materiales | | | | | |
| Pertinencia del tiempo de clase. | | | | | |
| De los estudiantes | | | | | |
| Disponibilidad y entusiasmo en el desarrollo de las actividades propuestas | | | | | |
| Uso de recursos (guías, materiales y talleres) para los fines indicados | | | | | |
| Nivel de participación de los estudiantes | | | | | |
| Estrategias utilizadas por los | | | | | |



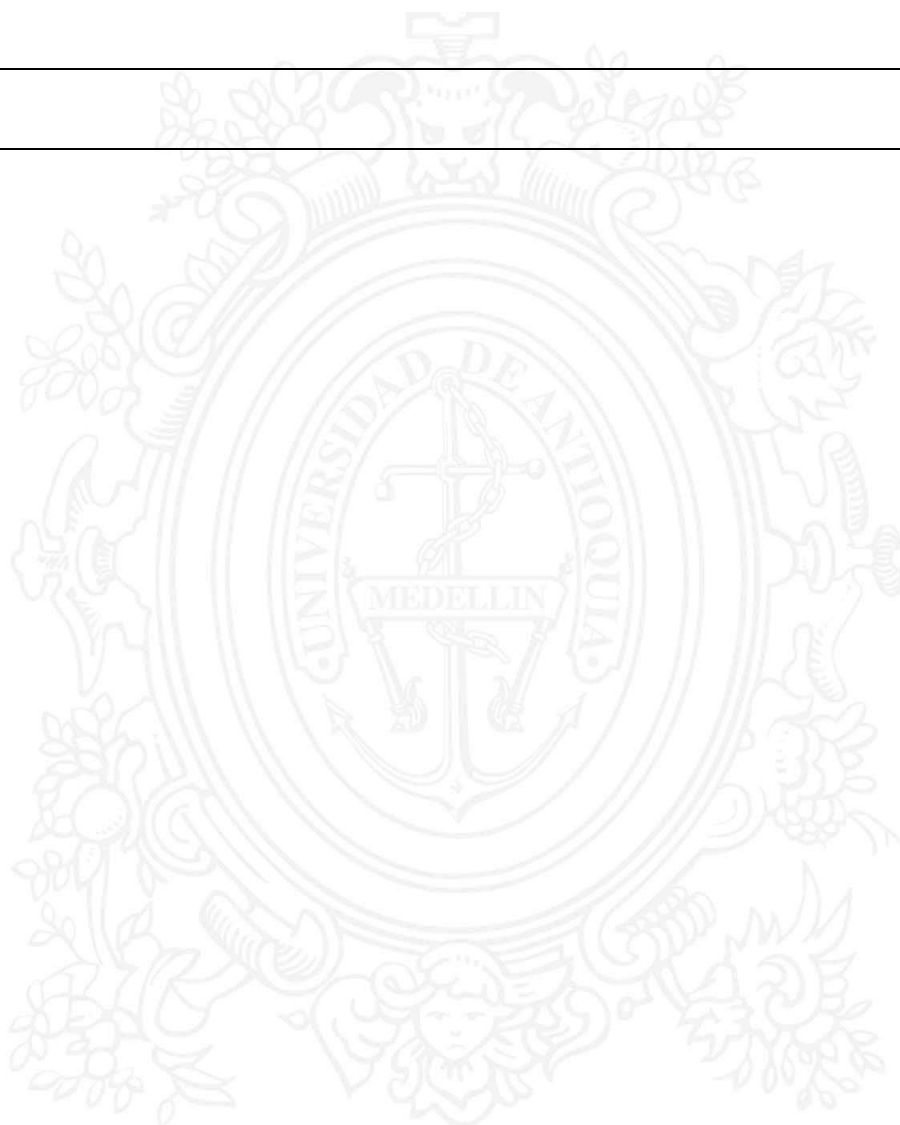
| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| estudiantes | | | | |
| Libertad para expresar dudas e ideas | | | | |
| Nivel de preguntas de los estudiantes | | | | |
| Aprovechamiento del tiempo en la clase | | | | |
| Del desempeño docente | | | | |
| Capacidad para despertar el interés en los estudiantes | | | | |
| Habilidad para el manejo y control del grupo | | | | |
| Receptividad para resolver inquietudes | | | | |
| Dominio y apropiación de los conceptos | | | | |
| Evaluación y valoración del nivel de logro en el proceso de clase | | | | |
| Aspectos que deberían ser mejorados para optimizar los resultados del proceso de la clase: | | | | |
| | | | | |
| Aspectos positivos que deben permanecer como soporte para futuras clases e implementaciones: | | | | |
| | | | | |
| Observaciones generales sobre el desarrollo de la clase | | | | |



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

| |
|--|
| |
| |



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Anexo 6 Plan de clase 1.

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES
LITERATURA CIENTÍFICA
Física de los campos – Semestre 2016-1

Ley de Gravitación de newton, una introducción a una ley universal.

Responsables: Esneider Barrera Jaramillo y

Juan Sebastián Builes Peláez



Objetivo:

Dar cuenta del razonamiento de los estudiantes con relación al concepto de campo además de encontrar conexiones entre la ciencia y el arte.

Momento 1: Experimento mental sobre la caída de los cuerpos, adaptado de THE LABORATORY OF THE MIND, Brown (1991)

Teniendo en cuenta que para Aristóteles los cuerpos pesados caen más rápido que los ligeros. Imaginemos que una bala de cañón pesado se une a una bala menos pesada, luego queremos determinar qué pasa al liberar este sistema combinado (bala pesada y bala ligera) junto con una bala pesada desde una misma altura.

¿Qué pasaría si fueran liberados juntos?

¿Cómo sería la rapidez del sistema combinado (bala pesada y bala ligera) respecto a la bala de cañón?

Razonando desde la perspectiva aristotélica que conclusiones puede sacar.

¿Qué conclusiones se obtienen sobre la caída de los cuerpos? Explique.



Momento 2: Tomado de cinco ecuaciones que cambiaron el mundo. Michael Guillen (1999)

1 8 0 3

La lectura se realizará respondiendo a las preguntas que van apareciendo a lo largo del texto desde su saber. Después de concluir la lectura escribe o dibuja lo que esta te suscita, un hecho sorprendente o la relación con algo de la vida cotidiana que explique lo que allí está planteado, etc.

La curiosidad insaciable del joven Newton comenzó a darle vueltas a la manzana y a la Luna. ¿Por qué caían en línea recta las manzanas hasta la superficie de la Tierra en lugar de caer oblicuamente? Si la manzana hubiera caído desde mucho más arriba, un kilómetro, cien, desde la Luna, ¿habría caído también a la Tierra?

Y por eso mismo ¿acaso la Luna no sentía el tirón de la gravedad de la Tierra?

Si la Luna podía sentir el tirón de la Tierra entonces ¿por qué no caía como una manzana?

Ahora, siendo mayor, prefería representarse la situación como la de una persona que girara al extremo de una cuerda: la fuerza centrífuga era la que mantenía tensa la cuerda tirando con una intensidad que dependía de solo tres cosas.

Primero, dependía de la masa: tiraría más de la cuerda una persona mayor que girara que un niño pequeño. Segundo, dependía de la longitud de la cuerda: una cuerda muy larga produciría un efecto mayor que una cuerda corta, porque ciertamente para la persona a la que se hiciera girar en un círculo mayor la experiencia sería más mareante. Finalmente, dependería de la velocidad: cuanto más deprisa se hiciera girar a la persona, más tiraría de la cuerda y tendría una mayor sensación de verse apartada del centro.

Fuerza gravitatoria de la tierra = Fuerza centrífuga de la luna = constante $\times m / d^2$

Newton había visto con toda claridad que las cosas caían en línea recta. Era como si el centro del objeto se viese atraído hacia el centro de la tierra, sin desviarse. Llegado a ese punto, Newton comenzó a preguntarse: ¿Qué ocurriría si a la Tierra se la redujera al tamaño de una partícula diminuta, del tamaño de su centro y, de modo semejante, la manzana quedara reducida a una partícula diminuta concentrada en su centro? ¿Caería la diminuta partícula-manzana hacia la diminuta partícula-tierra?

Todo el mundo estaba acostumbrado a pensar que era la manzana la que caía hacia la tierra, al ser la manzana mucho más pequeña.

Era más razonable, más equitativo, suponer que, las dos partículas caían la una hacia la otra. En otras palabras, lo que nosotros denominamos gravedad *de la Tierra* no pertenece exclusivamente a la Tierra; la gravedad era la fuerza de atracción mutua entre *todas* las partículas de materia.

La ecuación original estaba formulada según la idea de que la gravedad de la Tierra era una fuerza unilateral: FUERZA GRAVITATORIA DE LA TIERRA = constante $\times M \times m / d^2$

Momento 3: Fragmento tomado de: De la tierra a la Luna. Julio Verne. (Cap. XXVIII)

Aquella misma noche, la palpitante noticia esperada con tanta impaciencia, cayó como un rayo en los Estados de la Unión, y luego, atravesando el océano, circuló por todos los hilos telegráficos del globo. El proyectil había sido percibido gracias al gigantesco reflector de Long's Peak. He aquí la nota redactada por el director del observatorio de Cambridge, la cual contiene la conclusión científica del gran experimento del Gun-Club.

Long's Peak, 12 de diciembre

A los señores miembros del observatorio de Cambridge

El proyectil disparado por el columbiad de Stone's Hill ha sido percibido por los señores Belfast y J. T. Maston, el 12 de diciembre, a las 8 horas 47 minutos de la noche, habiendo entrado la Luna en su último cuarto.

El proyectil no ha llegado a su término. Ha pasado, sin embargo, bastante cerca de él para ser retenido por la atracción lunar.

Allí, su movimiento rectilíneo se ha convertido en un movimiento circular de una rapidez vertiginosa, y ha sido arrastrado siguiendo una órbita elíptica alrededor de la Luna, de la cual ha pasado a ser un verdadero satélite.

Los elementos de este nuevo astro no han podido aún determinarse. No se conoce su velocidad de traslación ni su velocidad de rotación. Puede calcularse en 2833 millas, aproximadamente, la distancia que lo separa de la superficie de la Luna.

En la actualidad se pueden establecer dos hipótesis, y según cuál sea la que corresponde al hecho, modificar de distinta manera el estado de cosas.

He aquí lo que las observaciones nos dirán un día u otro, pero, por ahora, el único resultado de la tentativa del Gun-Club ha sido dotar a nuestro sistema solar de un astro nuevo. J. BELFAST

Preguntas: ¿Cuáles son las dos hipótesis? explique.

¿Cómo crees que afectó esta ecuación al mundo? ¿Aún es importante?

Imagínese un proyectil de mayor masa que la luna ¿Cuál podría ser el resultado de este pasar cerca de luna? Explique.

Momento 4. Escrito N°1

Los movimientos planetarios tan hermosos como complejos, porque así como vemos girar la Luna alrededor de la Tierra, la Tierra junto a los demás planetas, sus lunas, planetas enanos y rocas, todos girando alrededor de nuestro pequeño sol, esto y más una cantidad infinita de planetas, estrellas y otras cosas, esta cantidad de objetos, todos girando alrededor de nuestra pequeña galaxia. Los anteriores fenómenos como el hermoso caer de una manzana, fenómenos que van más allá de una masa por aceleración. Una unión de todos con todo, una

insuportable necesidad de acercarnos, así estemos separados por millones de años luz te sentiré y sabré donde estas porque cada movimiento mío cada respiro estará afectado por el tuyo al igual que el tuyo me sentirá. Es extraño pensar que en el vasto e infinito universo no hay lugar donde no pueda sentir algunas de tus líneas, ellas tan extensas, ellas tan tuyas, salen de ti y jamás vuelven, al igual que tú, y tal vez no note tus líneas tan intensamente como antes pero sé que están ahí. Por esto cada noche me asomo al cielo y observo con calma buscando lo que eres, lo que soy y lo que fuimos, sin encontrar respuesta aparente simplemente descanso recostado en mi azotea porque el cielo me tranquiliza porque lo que viene con el son hermosos recuerdos. Y esto me da a entender la magia del universo, de las conexiones existentes de un todo y de una simple y creativa ecuación que es inversamente proporcional al cuadrado de las distancia, nos permite encontrarnos una y otra vez más, algunas veces son simples casualidades, algunas veces son más que simples ecuaciones. Es por esto que en las noches cuando no logro conciliar el sueño, solo está el deseo de poder manipular la ecuación y cambiarla a una simple proporcionalidad del cuadrado de la distancia así podría tenerte más cerca.

Preguntas

¿Qué título le pondrías?

¿Qué fue lo sorprendente del texto?

¿Cómo afecta el cambio de la proporcionalidad?

¿Realmente se pueden sentir el uno al otro?

¿Cómo se imagina las líneas mencionadas en el texto que salen de una partícula? Dibuje

¿A qué se refiere cuando dice que ya no la siente tan intensamente?

Referencias bibliográficas

Brown, J. (1991). *The laboratory of the mind thought experiments in the natural science*
London: Routledge. Recuperado el 16 de abril de 2015 de <http://uploadfile/20121224165049418.pdf>

Guillén, M. (1999). *Cinco ecuaciones que cambiaron el mundo*. (Trad. F. Páez de la Cadena)
Madrid: Debate.

Verne, J. (1865). *De la tierra a la luna*. Recuperado el 1 de mayo del 2015 del sitio web:
<http://www.biblioteca.org.ar/libros/656256.pdf>

Anexo 7. Respuestas del plan de clase 1.

Momento 1

1. Si fuesen liberados juntos

- Desde el razonamiento de Aristóteles diríamos que la bala pesada caería más rápido ya que posee mayor peso.

- Respecto a la bala ligera y pesada la bala del cañón sería más rápida ya que esto tendría una fuerza adicional.

- Que a mayor fuerza, y peso que tenga un objeto caerá con mayor velocidad.

2. Desde la perspectiva aristotélica caería primero la bala más rápido que la otra, pero al estar unidas una jalara de la otra caen al mismo tiempo. Caen al mismo tiempo.

3. - Chocan con la superficie al mismo tiempo. Al igual que la aceleración es la misma.

- La rapidez es la misma.

- la aceleración es la misma.

4. Al unirse las dos balas se generaría un solo sistema y entonces las bolas caerían con la misma rapidez.

Qué pasara con la caída de los cuerpos? Se niega la visión aristotélica de que la masa influye en la rapidez de la caída. Pero ya sabemos que no es la masa la que influye si no la forma del cuerpo y el medio en el que cae.

5. - Caen al mismo tiempo

- La más liviana para la más pesada.

- Que el objeto más pesado cae más ligero.

6. - Si fueran liberados juntos, según Aristóteles, caería la más pesada primero.

- Según Aristóteles, ya que el sistema resulta ser más pesado que la bala de cañón pesada; entonces el sistema cae más rápido.

7. ¿Qué pasaría si fueran liberados juntos? ¿Cómo sería la rapidez del sistema combinado? La bola grande caería primero, crea una inestabilidad a la bala pequeña y además, la bola pequeña contrarresta la velocidad de la bola grande.

Conclusiones:

- La velocidad en el momento en que caen separados es diferente al momento en que caen juntos.
- Si estuvieran realmente pegados aumentaría la masa, así que aumentara su velocidad.

Momento 2

1. - ¿Por qué en línea recta y no oblicua?

Por la resistencia que ofrece el medio al cuerpo y la forma de él.



- ¿o si se deja caer de mucho más arriba?

Mientras haya una magnitud de la fuerza gravitacional que provoque que la manzana caiga a la tierra esta caerá. Por supuesto en el trayecto se destruirá.

- ¿La luna caería también?

La relación entre la masa de la tierra, la masa de la luna y la distancia entre ellas, permite que la luna no sea halada a la tierra.

- ¿Siendo la tierra y la manzana más pequeñas aún, la manzana caería a la tierra.

Seguiría habiendo una relación de atracción mutua de masas. Por lo cual la tierra siendo más grande atrae a la manzana que es de masa menor

2. Porque la gravedad los atrae hacia el centro de la tierra

No, porque está afuera de la fuerza gravitacional de la tierra.

Sí, pero es la misma gravedad la que impide que la luna caiga sobre la tierra. Porque esta orbita sobre la tierra y se encuentra en caída eterna.

En el mundo molecular no aplica las leyes de newton.

3. - Porque la fuerza de gravedad es perpendicular a la superficie y la atrae de forma vertical a su centro.

- Si habría caído a la tierra.

- Si la luna también siente el tirón de la tierra.

- Por causa de acción reacción, la tierra atrae a la luna pero a la vez lo repele.

4. - Sí cae en línea recta esto depende de la altura, además de la percepción del ojo

- La fuerza de atracción hace que los objetos en cortas distancias caigan en línea recta, a mayor distancia no es seguro que caiga en línea recta ya que influyen factores como el aire y la fuerza de gravedad.

- La manzana si se tiro desde la luna no caería, ya que la luna tiene fuerza de atracción por lo cual, atraería la manzana o permanecería flotando en el espacio.

Momento 3:

1. - Hipótesis 1

El proyectil no ha llegado a su término. Ha pasado, sin embargo, bastante cerca de él para ser retenido por la atracción lunar.

Son dos hechos que no son seguros. Todavía son dos hechos que se proponen de acuerdo a otras confirmados

Hipótesis 2

Puede calcularse en 2833 millas, aproximadamente la distancia que lo separa de la superficie de la luna.

- Esta ecuación afecto al mundo de tal manera que se pudo explicar la fuerza gravitacional, ley de atracción de una masa con otra.

- Al pasar cerca de la luna se convierte en un satélite de la luna.

2. En mi opinión, la primera hipótesis, está basada en la gravedad, es decir, sí la luna tiene su propia gravedad ¿Por qué el cohete no aterrizo en la luna, si no que quedo en órbita? Y la respuesta es que tanto el sol, como la tierra también tienen gravedad y esta hace que la velocidad del cohete disminuya y quede en órbita.

3. El cohete queda orbitando alrededor de la luna porque la gravedad de la tierra y de la luna es diferente y se termina atrayendo con la luna.

4. - Una de las posibles hipótesis es que el proyectil quedo orbitando la luna porque no llevaba suficiente velocidad para aterrizar en ella además de la atracción gravitacional de la tierra es mayor.

-Lo que se planteó en el documento sobre la ley de la gravedad a mi parecer si fue algo de mucho impacto en el planeta, hace mucho tiempo y en la actualidad porque esto le permitió a las personas conocer planetas y llegar hasta la luna, además de entender muchos fenómenos que ocurren en la tierra.

5. Como en el universo hay diferentes fuerzas el cohete se adhiere a estas fuerzas y pierde fuerza entonces no cumple su objetivo al no quedar en la luna si no a su alrededor como un satélite alrededor de ella.



Anexo 8. Plan de clase 2.

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Departamento de las Ciencias y las Artes

Física de los campos – Semestre 2016-1



Descripción: El plan de clase pretende caracterizar el campo eléctrico desde su versión más simple: la electrostática. Para construir las bases del electromagnetismo.

Momento 1. Experimento

Clasificando la fuerza eléctrica tenemos que esta es originada por un tipo de “materia” que es positivo o negativo, para comprobar esto proponemos los experimentos del libro de Física aventura del pensamiento donde se frota una barra en tres etapas, con lo cual el estudiante entenderá de donde surge el modelo explicativo del campo eléctrico.

Como actividad imagínese que tiene los siguientes materiales: metal, hojas de oro, botellas y recipientes de vidrio, una barra de caucho y una franela. Con ellas realice una actividad experimental. Describa la situación hablando sobre las reacciones que ocurren en el sistema.

La actividad realizada qué fenómeno físico explica.

¿Qué hubiera hecho con los materiales sin la instrucción dada?

Momento 2. Qué pasaría si.

Qué pasaría si:

La carga Q es mucho mayor que la carga q

Si tiene signos contrarios

La distancia r varía.

$$F_{\text{eléctrica}} = \frac{Qq}{4\pi \epsilon_0 r^2}$$

Dibuje dos partículas y muestre cómo serían sus líneas de campo si:

Tienen signos iguales

Tienen signos diferentes

Se presenta un corto de la película The amazing Spiderman 2 para abordar la fuerza eléctrica

https://www.youtube.com/watch?v=UHgUHqHeH3g&src_vid=rxwG0vyWsWk&feature=iv&annotation_id=annotation_2102972537

Momento 3. El final - Fredric Brown

El profesor Jones había trabajado en la teoría del tiempo a lo largo de muchos años.

—Y he encontrado la ecuación clave —dijo un buen día a su hija—. El tiempo es un campo. La máquina que he fabricado puede manipular, e incluso invertir, dicho campo.

Apretando un botón mientras hablaba, dijo:

—Esto hará retroceder el tiempo el retroceder hará esto —dijo, hablamos mientras botón un apretando.

—Campo dicho, invertir incluso e, manipular puede fabricado he que máquina la. Campo un es tiempo el. —Hija su a día buen un dijo—. Clave ecuación la encontrado he y.

Años muchos de largo lo a tiempo del teoría la en trabajado había Jones profesor el.

¿Qué propiedad se entiende que tiene el campo?

¿Por qué el tiempo es o no es un campo? explique

¿Qué es lo sorprendente del texto?

Luego ¿un vector se puede invertir? ¿Puede variar? ¿De qué forma lo hace? Esto nos abrirá paso al fragmento sobre el tiempo como campo.

Momento 4. Escrito #2

En un mundo de lo invisible ocurre algo observable, pero enigmático, a pesar de nuestros intentos de ver más allá de nuestros límites, nada aparece ante nuestros ojos, pero estás allí dejas rastros, rastros como ningún otro, siempre tan minúsculo pero te la has arreglado para cambiar al mundo, porque eres y seras tan cambiante algunas veces atrayente o repulsivo, tu movimiento me induce a un sin fin de posibilidades inimaginables, haces parte de nuestro día a día hasta tal punto de volvernos dependientes de todo lo que nos aportas. Al pasar el tiempo mi pasión por ti me lleva a conocerte, a apreciar las líneas que se desprenden de ti. a

comprender la intensidad que sienten todos a tu alrededor, a sentir tu esparcimiento a través de todo como un enorme fluido en el que todos estamos inmersos donde nadie escapa a ti.

Sebastián Builes y Esneider Barrera

¿Qué es lo que quiere ver el sujeto en el texto?

¿Cómo se evidencia en el día a día?

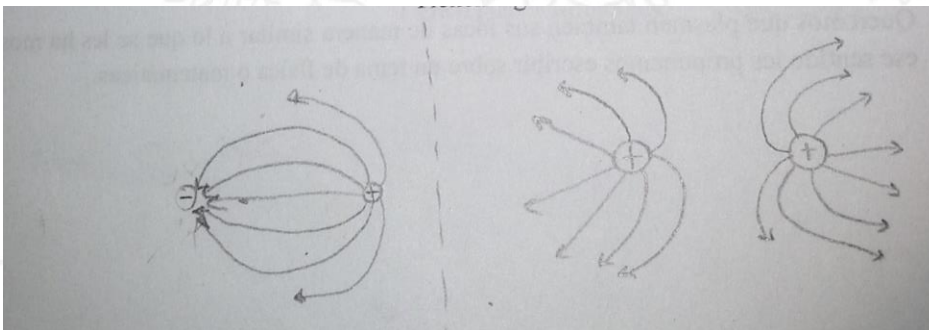
Expresa algo con relación al texto

Momento 5. Actividad

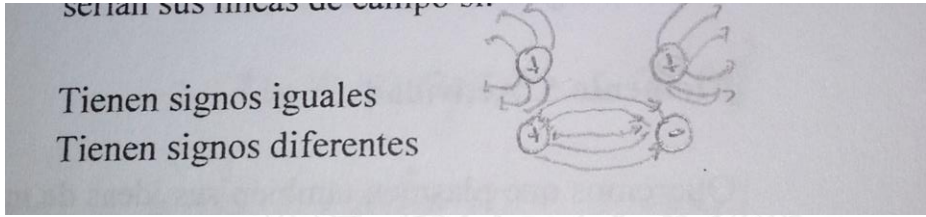
Queremos que plasmen también sus ideas de manera similar a lo que se les ha mostrado y en ese sentido les proponemos escribir sobre un tema de física o matemáticas.

Anexos 9. Respuestas del plan de clase 2.

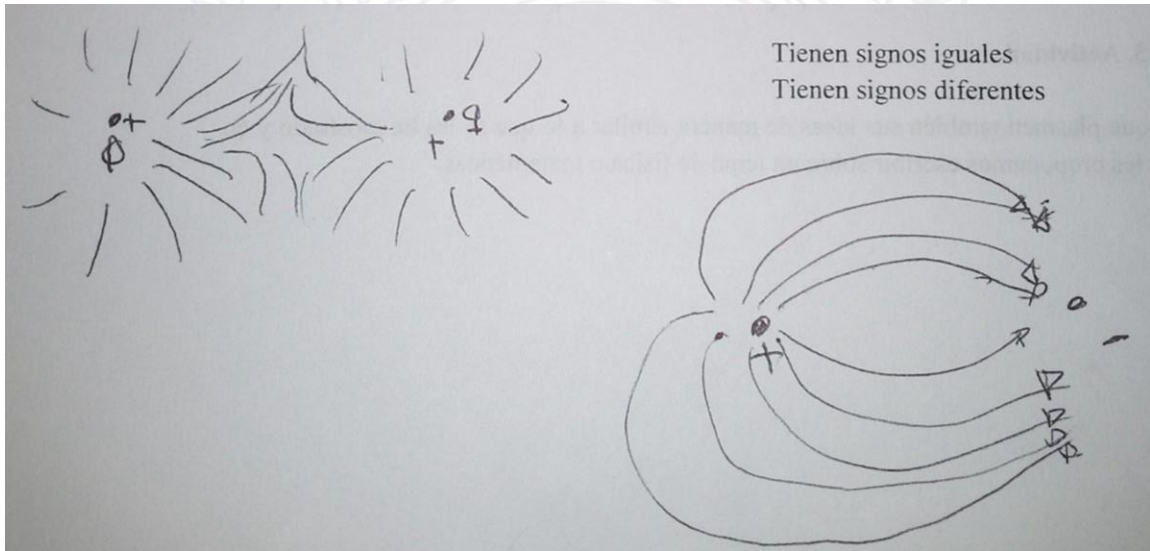
Momento 2



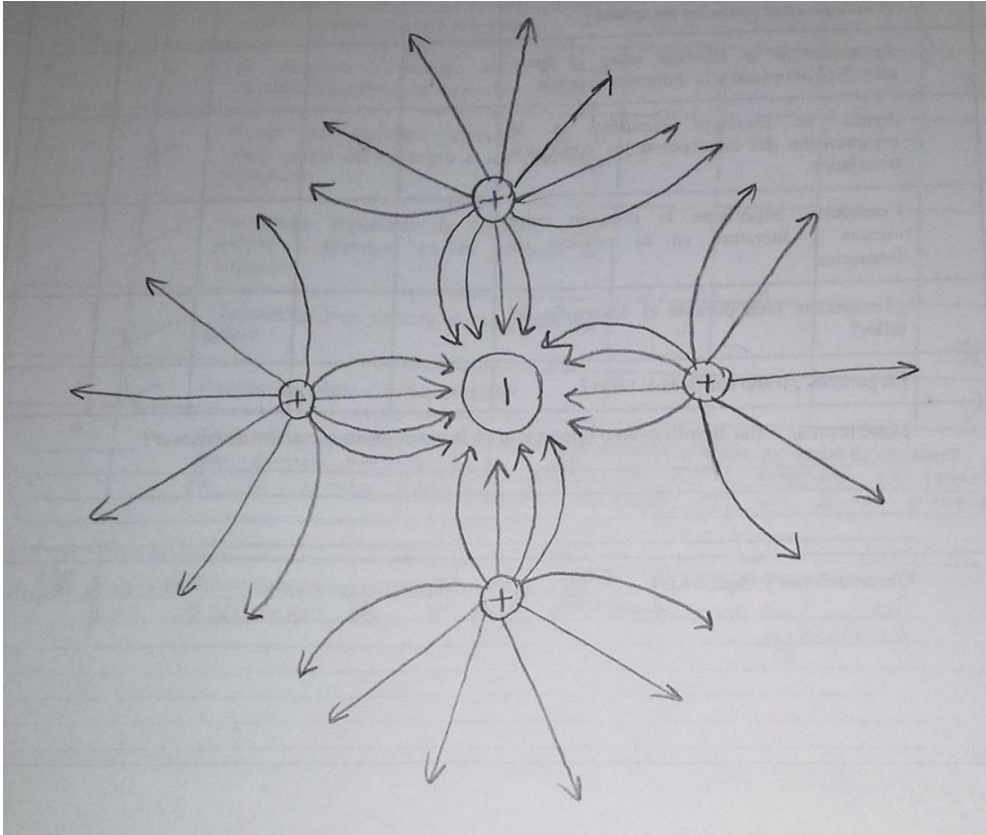
Ilustración



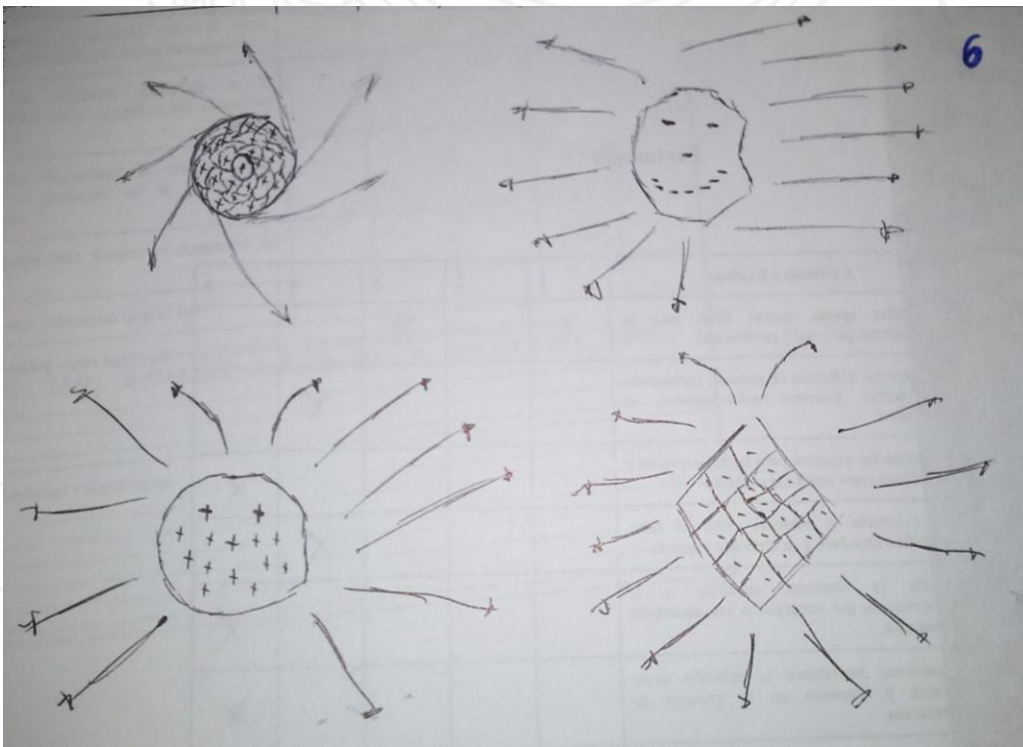
Ilustración



Ilustración



Ilustración



Ilustración

Momento 5.

1. CAMPO ELÉCTRICO: Números, letras y vectores. Origen y destino. Punto de entrada y punto de salida. El número como cantidad particular, la letra como cantidad general y el vector como la complejidad que ocurre obligada en un universo que se atraen las masas grandes y se atreve a repelerse en las masas pequeñas, porque en estas masas microscópicas las cargas atractivas o repulsivas definen este universo micro y los vectores me configuran la geometría de los campos porque describen la cantidad con dirección y sentido.
2. Aquí estoy, en la oscuridad del vacío sumergiéndome en lo intangible e invisible, buscando bajo la imaginación la maravilla del espacio.
3. Un pequeño no comprendía porque sentía el rechazo o la repulsión de sus compañeros, hasta que un día él investigando se dio cuenta de que tenía la misma carga que sus compañeros. Entonces, no es que sus compañeros no lo aceptaran sino que al tener la misma carga no se atraían.
4. LOS CAMPOS: estos campos, tan similares que es posible comparar. Estos campos que todos ignoran. Estos campos que los olvidan. Estos campos que pocos estudian. Pero estos campos son algo especial, unos nos mantienen de pie, nos permiten tener día y noche, nos permiten tener una hermosa luna. Nos protegen de los rayos solares y de los demás rayos cósmicos que fluyen en el universo. Que nacieron junto con el universo. Dichos campos que rigen todo tipo de interacción en el cosmos. Tu gravitación, tu electricidad, tu magnetismo gracias por permitir nuestra existencia.

Anexo 10. Plan de clase 3



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES

LITERATURA CIENTÍFICA



Taller 3: La mente y el determinismo.

Responsable: Juan Sebastián Builes Peláez
Esneider Alberto Barrera Jaramillo

Actividad 1

Se leerá el texto para comprender la ciencia como una construcción que es cambiante, además de un video para introducir un poco al concepto de superposición. Se busca generar discusión,

“En la etapa final me dirán que este universo multicolor puede ser reducido al átomo y que el átomo puede reducirse al electrón. Todo eso está bien, y espero que prosigan. Pero me hablan de un sistema planetario invisible donde los electrones gravitan en torno al núcleo. Me explican esto con una imagen. Comprendo entonces que se han visto reducidos a la poesía, y que nunca sabré. ¿Tengo tiempo para indignarme? Han cambiado ustedes de teorías. Y la ciencia que iba a enseñarme todo termina en una hipótesis, la lucidez naufraga en metáforas y la incertidumbre se resuelve en una obra de arte “. (Albert Camus, El mito de Sísifo).

Actividad 2

Se leerá el siguiente fragmento perteneciente al libro La puerta de los tres cerrojos además de resolver unas preguntas en grupos para continuar a una mayor profundización del concepto de Incertidumbre.

—¿En qué piensas?

—En el principio de superposición. Me cuesta entenderlo.

—Pues el mejor ejemplo tiene cuatro patas. ¿Conoces el gato de Schrödinger?

—Sí, claro, es el animal que aparece y desaparece sin parar. Lo he visto unas cuantas veces desde que entré aquí.

—¡Qué curioso! No es muy común verlo, aunque es muy popular aquí. Fíjate en ese póster — dijo señalando una pared iluminada.

Sobre la imagen de un gato fantasma, se podía leer con letras propias del Far West:



—Pero... ¿por qué buscan a un simple gato? —se extrañó Niko. ¿Que ha hecho? Además, hay un error de imprenta debería poner «vivo o muerto».

—No hay ningún error, ahí está La gracia: ese gato está vivo y muerto a la vez. Voy a contarte su historia... Al gato de Schrödinger lo encerraron en una caja opaca sin un solo agujero por el que se pudiese ver al animal. En la caja habían puesto un frasco con gas venenoso, que iba conectado a un dispositivo que permitía romper el frasco.

—¡Pobre gato! ¿Y liberó alguien el gas venenoso?

—La cuestión es que el dispositivo se activaba con una partícula cuántica, y el autor del experimento la dejó escapar. El mecanismo era el siguiente: había un momento en que la partícula podía pasar por dos caminos. Si pasaba por el camino de la izquierda, el mecanismo se activaba y el frasco se rompía.

—Es decir, gato muerto.

—¡Exacto! Pero si la partícula pasaba por el camino de la derecha, el mecanismo no se activaba.

—Gato vivo.

—¿Entiendes, entonces, el problema que eso causó?

—¿Qué problema? ¿Fue denunciado por una asociación protectora de animales?

—No digas bobadas. Como se trataba de una partícula cuántica, no pasó por la izquierda «o» por la derecha, sino que se produjo una superposición: pasó por la izquierda «y» por la derecha al mismo tiempo.

—¡Igual que el director del CIC! Pero entonces, ¿qué pasó con el gato?

—Al pasar por la izquierda y por la derecha al mismo tiempo, el dispositivo se activó y no se activó. Por lo tanto, el pobre animal estaba vivo y muerto a la vez. Es decir, se hallaba en un estado de superposición. Pero si alguien hubiera abierto la caja, habría encontrado al gato vivo o muerto, pues los humanos no pueden ver la superposición. Al abrir la caja y ver al gato, solo quedaría una de las dos posibilidades. Se habría colapsado la superposición. En vuestro mundo los gatos no pueden estar vivos y muertos al mismo tiempo, pero en el nuestro sí.

Niko trató de imaginar aquel experimento insólito y entonces preguntó:

—¿Y qué pasó al final? ¿Logró sobrevivir?

—¡No es tan fácil! Los científicos estaban tan asombrados con el experimento que nadie se acordó de abrir la caja. Así que el gato de Schrödinger se ha quedado dentro del mundo cuántico en una superposición: está vivo y muerto para siempre.

—Bueno, eso no está mal, ¡así es inmortal!

Preguntas:

1. ¿Qué entendiste por el principio de superposición con tus propias palabras?
2. Desde lo visto en el fragmento ¿Qué empiezas a entender del enigma cuántico?
3. ¿Te parece que la observación afecta la realidad? Explica.
4. ¿Qué fue lo mas sorprendente que leíste del fragmento?
5. ¿Crees que la teoría cuántica es verdadera? Explica

Actividad 3

Se buscara relacionar la educación al mismo concepto de incertidumbre para finalizar la sesión con una pequeña reflexión.

EDUCAR PARA LA INCERTIDUMBRE:

“Debemos educar para lo desconocido, para vivir en una sociedad que no sabemos como será. Aprender a vivir la incertidumbre es aprender a estar abierto al cambio democrático porque el autoritarismo y la sociedad concentradora y trituradora están llenas de certezas. Occidente se ha organizado para crear la ilusión de la certidumbre a través de un vano intento de reducción de los distintos tipos de miedos que el sistema genera (tarjetas de crédito, seguros de vida, propiedades y capitales acumulados, títulos académicos, etc). Volver a disfrutar de la simpleza de la vida nos exige aprender a vernos nuevamente como “hojas de viento” abiertas al conocimiento, a la convivencia, a la integración y la naturaleza. Educar para la INCERTIDUMBRE es educar para ser investigador, creador de conocimientos, sujeto del proceso de aprendizaje en el marco de una vida en que se reducen las jerarquías. Es educar para aceptar vivir en la angustia del desamparo que significa el reconocer que no sé y por lo tanto, estar siempre disponible para avanzar en la conquista de la sabiduría.” (Francisco Vio Grossi).

Referencias Bibliográficas

Escobar, C. Física para poetas

Fernández-Vidal, S, (2011) La puerta de los tres cerrojos. España: La galera



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes

2016-1

Literatura científica un cuento para quedarse

Responsables:

Sebastián Builes
Esneider Barrera
Alberto Quintero

Camilo Ossa
Cristian Muñoz

La Reina Masa y el Señor Peso

Había una vez una Masa que, creyéndose Reina, andaba por casi todas partes del mundo para que todos la conocieran y supieran lo importante que era. No existía territorio alguno que no supiera de su existencia. Estaba en todas partes.

Por entonces, en una aldea cercana, surgió sin explicación alguna un señor que se hizo prontamente conocido y llegó a oídos de toda la gente de la tierra. Se hizo llamar el Señor Peso. Fue tanta su popularidad que la gente lo empezó a usar para muchas cosas de su vida cotidiana.

Las personas cuando iban a la feria le decían al vendedor que le pesaran la fruta y la verdura. Cuando iban al médico, la enfermera lo primero que hacía era pesarlos. Cuando jugaban en el parque de recreaciones el que pesaba más ganaba en el juego del balancín.

El Señor Peso pronto se hizo más popular que la famosa Masa y no faltó quien concertó un encuentro entre ellos y toda la gente se dispuso a verlos y a escucharlos, tal era la fama de ellos que no hubo reino en la tierra que no estuviera atento a este esperado acontecimiento.

La Masa, cuando vio llegar al Señor Peso no se movió de su lugar esperando que el recién llegado se acercara a rendirle honores. Por cierto que el Señor Peso hizo caso omiso de tal situación y se colocó pronto a disposición del moderador, el famoso y prestigiado animador Gravitón.

Gravitón les pidió que se identificaran y dieran a conocer sus cualidades más atractivas que tenían.

Entonces el Señor Peso dijo: Yo estoy en todas partes de la tierra, la gente me usa para muchas cosas y, me cambio de ropaje cuando quiero, la gente me valora de diversas formas, a veces soy más grande otras veces más pequeño. No hay cosa en la Tierra donde yo no esté. Yo siempre miro hacia abajo, nunca miro hacia el lado ni hacia arriba, ¡no!, la gente y las cosas se han dado cuenta que no necesito mirar hacia arriba pues nadie más hay.

Le llegó el turno a la Masa y dijo, muy pausadamente: Miren todos, yo sí que estoy en todas partes, no solo en la Tierra, yo existo en todas partes y más aún, no me ando cambiando de vestuario, la gente que me conoce en un lugar siempre me verá de la misma forma, nunca sufrirá un desengaño, yo jamás los defraudo. No importa que vaya al polo o al ecuador, sigo siendo la misma. Con la humildad que me da el saber que soy la Reina de toda la naturaleza no



necesito andar mirando para abajo, yo miro de frente, de costado, para arriba, para abajo, para todas partes miro yo.

El Señor Peso, viendo que la gente que estaba presente en el encuentro empezó a aplaudir más a la Masa, sacó de entre su ropaje su bastón de mando, que parecía una flecha, y por más que quería levantarlo no podía, no dejaba de señalar el centro de la tierra.

La Masa, no podía contenerse de la risa y siguió: El Señor Peso dice que es importante y popular, más bien lo que sucede es que la gente no se ha dado cuenta de lo enfermizo que es, se ha hecho conocido por ser un ser de múltiples personalidades, cuando está en esta ciudad se ve de una forma, pero en otra ciudad del sur o en otra del norte, cambia de personalidad y se muestra de otra forma. No como yo, insisto, me muestro en todas partes de la misma forma. Y vieran ustedes lo que le sucede cuando viaja a otro planeta o a nuestra amada Luna, su forma se va empequeñeciendo e incluso desaparece a cierta distancia, solo cuando va a llegar a otro lugar nuevamente adquiere una forma visible. Parece que por sí solo no se puede presentar, que su forma depende del lugar donde se encuentre.

Ya, a estas alturas, el Señor Peso estaba solo escuchando a la Masa, igual como la gente que había concurrido a este esperado encuentro.

El Señor Peso, continuó la Masa, no puede caminar solo y mirar al frente, quizás no se ha dado cuenta pero donde él va me encuentra a mí y por más que se sacude no puede deshacerse de mí, le soy indispensable. No se dejen engañar, a veces él les pide que le llamen por un seudónimo, el kilogramo, pero ¿no saben que ese es mi apellido? y ¿qué este que se hace llamar Señor me lo quiere quitar?

El Señor Peso quiso pronunciar unas palabras y sólo alcanzó a decir: “ya ves Masa, que todo el mundo me conoce y me usa más que a ti...”. Masa lo interrumpió: “claro, pero tú has usado publicidad engañosa, ya es hora que la gente se dé cuenta que en realidad cuando te mencionan, se refieren a mí y no a ti”.

La Masa, dirigiéndose a todos los espectadores: señoras y señores, niñas y niños del mundo, sepan ustedes que yo soy quien está en todas las cosas, independiente del lugar en que me encuentre, que cuando van a la feria y piden que les pesen la fruta, en realidad están pidiendo que les den cierta masa de verdura. No confundan mi apellido, el mío es “kilogramo”, el del Señor Peso es “Newton”. No se dejen engañar con palabras bonitas y sonantes, la verdad la tengo yo.

Y, con aclamación terminó el encuentro, los aplausos para Masa fueron bastantes, pero todavía quedaron unos cuantos seguidores del Señor Peso.

Al otro día, en titulares de toda la prensa, escrita, radial, televisiva, números extras de casi todas las revistas, en fin, todos los medios de comunicación, decían: “La Masa es la Reina de la Naturaleza: La Masa dominó mejor la situación y pudo demostrar que está en todas partes y no engaña a nadie, que en todas partes es la misma, sin embargo el Señor Peso tuvo que reconocer que su existencia dependía de la misma Masa y de estar o no en un Planeta o una estrella o un satélite”.

A partir del bullado encuentro es que la Masa es reconocida como la Reina de la naturaleza y el Señor Peso, a petición expresa de la Reina, siguió llamándose así.

Adaptado de Cuentos Didácticos de Física de Hernán Gonzalo Verdugo Fabiani

Preguntas

- ¿De quienes habla el texto?

- ¿Qué hablan de ellos en el texto?
- ¿Dónde puedes ver el peso en la vida cotidiana?
- ¿Por qué la masa está en todas partes?
- ¿Cuál crees que es la diferencia entre el peso y la masa?
- ¿De qué depende el peso?

Anexo 12. Evaluación

Evaluación del Taller

Correo Electrónico: _____ Fecha: _____
Programa al que perteneces: _____

Para nosotros como equipo de investigación es muy importante la valoración que nos des sobre el taller desarrollado dado que esta nos permitirá mejorar nuestro desempeño. Por eso, califica cada ítem de 1 a 5 sabiendo que 1 es el menor puntaje y 5 es el mayor.

| No. | Criterios a Evaluar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | El taller aporta nuevas ideas para tu crecimiento personal y profesional | | | | | |
| 2 | El material didáctico en general, incluyendo los textos literarios seleccionados, es pertinente | | | | | |
| 3 | Se propician espacios para la participación y el diálogo entre todos los asistentes | | | | | |
| 4 | Se evidencia la relación entre el tema científico abordado y la literatura sugerida | | | | | |
| 5 | Ayuda la literatura científica a la comprensión del concepto o los conceptos trabajados. | | | | | |
| 6 | Consideras importante la relación entre ciencia y literatura en tu proceso de formación | | | | | |
| 7 | ¿Te sentiste bien durante el desarrollo del taller? | | | | | |
| 8 | En general, ¿cómo calificas el taller? | | | | | |
| 9 | ¿Qué resaltas como significativo o importante en la experiencia que acaba de conocer? _____ _____ _____ _____ | | | | | |
| 10 | Observaciones y sugerencias: _____ _____ _____ | | | | | |



| | |
|--|-------------------------|
| | <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> |
|--|-------------------------|

"La educación es el arma más poderosa que se puede usar para cambiar el mundo"
Nelson Mandela

¡Muchas gracias!

Anexo 13. Diario de procesos

| | | |
|--|---------------|--------------|
| FECHA: | GRADO: | ÁREA: |
| CONTENIDOS DISCIPLINARES: | | |
| PREGUNTAS GUÍA: | | |
| SOBRE LA PLANEACIÓN | | |
| | | |
| SOBRE EL DESARROLLO DE LA CLASE – OBSERVACIÓN | | |
| | | |
| SOBRE LA COMUNIDAD DE PRÁCTICA | | |
| | | |
| CONCIENCIA DEL OFICIO | | |
| | | |

DAD
GUIA