

EL ARTE EN LA FÍSICA: UNA OPCIÓN CREATIVA PARA LA ENSEÑANZA

ELIZABETH MUÑOZ ESTRADA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADA EN
MATEMÁTICAS Y FÍSICA

ASESORA

LUZ STELLA MEJÍA ARISTIZABAL
DOCTORA EN EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
LÍNEA EN FORMACIÓN DE MAESTROS
MEDELLÍN

2013

*Dedico este trabajo a mi madre y a mis hermanos por tantos
Sacrificios, por estar siempre a mi lado...*

*A Juan Sebastián, el amor de mi vida, por su entrega y por ayudarme a
Luchar por mis sueños.*

Los amo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a docente y doctora Luz Stella Mejía Aristizábal, directora y asesora de práctica, por el apoyo y acompañamiento constante en el proceso de avance y realización de esta investigación. Así mismo al profesor Bernardo Rojas docente asociado de la Universidad Nacional, por su ayuda y el apoyo brindado en este trabajo.

Un agradecimiento al Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP) y al Comité para el Desarrollo de la Investigación (CODI) de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, por el apoyo; de igual manera al Grupo de Estudios Culturales sobre la Ciencia y su Enseñanza (ECCE) por el aval y respaldo para la realización del presente trabajo. A Vicerrectoría de Extensión, Relaciones Internacionales y a Bienestar Universitario de la Facultad de Educación, todos entes administrativos de la Universidad de Antioquia.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	6
RESUMEN	8
1. CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	9
1.1. ANTECEDENTES	11
1.2. JUSTIFICACIÓN	18
Pregunta central y preguntas específicas	
1.3. PROPÓSITOS CENTRAL Y ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN	21
2. MARCO REFERENCIAL	23
2.1. MARCO HISTÓRICO	24
2.1.1. Algunos aspectos relevantes y generales de la Historia del Arte	
2.2. MARCO CONCEPTUAL	28
2.2.1. Los conceptos de la ciencia y la física desde un ámbito escolar	
Una idea de arte-Una idea de ciencia-Una idea de física	
2.2.2. Las relaciones conceptuales entre el arte y la ciencia	
2.2.3. Una aproximación a la relación arte-física	
3. DISEÑO METODOLÓGICO	33
3.1. ENFOQUE Y TIPO DE ESTUDIO EN EL CUAL SE INSCRIBE LA INVESTIGACIÓN	33
3.2. PARTICIPANTES Y CRITERIOS DE SELECCIÓN	35
3.3. ESTRATEGIAS SELECCIONADAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	33
3.4. FASES Y MOMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.5. CRITERIOS DE CREDIBILIDAD	38
3.6. COMPROMISO ÉTICO	38
3.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	39

3.7.1. PRIMERA CATEGORIA: APROPIACIÓN DE PERSPECTIVAS ARTÍSTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA ESCOLAR	52
3.7.1.1. La pintura, la escultura y la cinematografía su en la física escolar	
3.7.1.2. Otras propuestas de trabajos rastreados alrededor de diversos contenidos de física en relación con algunas perspectivas artísticas	
3.7.2. SEGUNDA CATEGORIA: CONCEPTOS FÍSICOS ENFOCADOS DESDE EL ARTE	54
3.7.2.1. El concepto de movimiento usando algunas perspectivas artísticas	
3.7.3. TERCERA CATEGORIA: FORMACIÓN ESTÉTICA EN RELACIÓN CON LA FORMACIÓN CIENTÍFICA, HACIA UNA FORMACIÓN INTEGRAL	56
3.7.3.1. Formación estética	
3.7.3.2. Formación científica	
3.7.3.3. Formación Integral	
4. CONCLUSIONES	59
5. ANEXOS	62
ANEXO A. Cuestionario de indagación (prueba piloto)	62
ANEXO B. Actividades y trabajo de aula	63
¿Cómo hacer un zootropo?	
El zootropo, el movimiento y la creatividad: entre el cine y la física	
Actividades didácticas: vectores y movimiento	
ANEXO C. Registro fotográfico	71
Construcción del zootropo	
La historieta	
El collage y la exposición final	
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se inscribe en la Línea para Formación de Maestros de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, dentro del programa académico de la Licenciatura en Matemáticas y Física. A través del espacio de contextualización denominado Integración Didáctica VIII, no solo se da inicio y avance al trabajo en cuestión, que tendrá continuidad a lo largo de los cursos de Integración Didáctica VIII y IX respectivamente, sino que además se realiza la práctica pedagógica en el Centro Educativo CEFA, ubicado en la ciudad de Medellín y que tendrá una duración de dos semestres.

Se pretende realizar una propuesta para la enseñanza en el campo del saber de la física a nivel escolar, debido a las dificultades que presentan los estudiantes de décimo grado cuando por primera vez se enfrentan a ella. En la mayoría de los casos, los estudiantes empiezan a tener vacíos por la forma en la que se les enseñan los contenidos, dado que no logran contextualizar o relacionar lo que aprenden con los fenómenos físicos, sociales y culturales que viven en su entorno y por ende la manera en la que se enfrentan al aprendizaje de algunos conceptos y fenómenos físicos se complica para ellos.

Se busca la apropiación del conocimiento desde la motivación, la curiosidad, la creatividad, la sensibilidad, la estética y el uso de un lenguaje donde la formación estética y al mismo tiempo la formación científica, logren unirse para contribuir a que los estudiantes relacionen lo que aprenden con la cultura, el contexto en el que viven y la implementación de nuevos saberes y formas de aprendizaje que ayuden a la comprensión del mundo como un conjunto de múltiples miradas y puntos de vista.

Se habla en todo momento de una formación integral del sujeto, pero al abordar los contenidos de manera cerrada y mecánica no se contribuye a dicho ideal. El conocimiento es adquirido por el estudiante de manera fría e inconsciente, no le ofrece herramientas para su vida y simplemente queda allí como algo sobrepuesto y muerto. Se aprende para el momento y el docente contribuye a través de la valoración de procesos mecánicos como la aplicación y despeje de ecuaciones, a

que ello se vaya reproduciendo, es decir que aquel que sabe aplicar las fórmulas y modelos es quien sabe física.

En ese sentido, se ofrece una alternativa que intenta mostrar una opción de enseñanza bajo la implementación y aplicación de los contenidos de la física a nivel escolar bajo algunas perspectivas artísticas, que logren ser incorporadas de acuerdo a su aplicabilidad y pertinencia en los contenidos específicos que desde el grado décimo se proponen como preámbulo a todo el abordaje de los fenómenos físicos que el estudiante debe adquirir.

De acuerdo con lo anterior es necesario aclarar que cuando se habla de algunas perspectivas artísticas, se está haciendo referencia a su vez a prácticas artísticas que de acuerdo a su disciplina en el campo de las artes, constan de una forma de expresión particular. Es así que se considerarán algunas expresiones artísticas del ámbito de las artes plásticas, como lo son la pintura, la ilustración (que puede incluir el dibujo la historieta o caricatura), la fotografía y la escultura; y por último en el campo de las artes literarias se tendrá en cuenta la poesía y la narrativa. Las anteriores perspectivas artísticas pueden ser apropiadas para desarrollar temáticas exclusivas en principio del grado décimo y que para efectos de llevarlo al aula serán consideradas desde el tema concerniente a este primer periodo escolar como lo es El movimiento.

Se propone algunas miradas y prácticas concernientes al arte, para que éste se convierta en un elemento motivador para la enseñanza de la física escolar. El acceso al conocimiento científico desde una visión más subjetiva y sensible no es algo ajeno al arte, por ende la valoración de la obra de arte, como un detonante de emociones independientemente de si son positivas o negativas, podría apropiarse a favor de la enseñanza de la física, tal y como lo expresa José Sellés Martínez (coordinador del programa Aulagea del Departamento de Ciencias Geológicas de la facultad de Ciencias exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA)) (2006):

Una obra de arte puede gustar o no, pero nunca puede dejar indiferente. Provoca reacciones emocionales. Activa la inquietud, despierta los recuerdos, motiva a algo más, empuja y prepara para hacer a la persona más receptiva. Entonces: ¿Por qué no aprovechar esto para abordar los procesos de enseñanza- aprendizaje? Es una provocación para pensar el currículo de ciencias y de arte, y su enseñanza. (p. 36)

RESUMEN

El presente trabajo propone una alternativa de enseñanza de los contenidos del área de la física a nivel escolar desde una mirada artística que incluye algunas expresiones del ámbito de las artes plásticas como lo son la pintura, la ilustración (que puede incluir el dibujo la historieta o caricatura), la fotografía y la escultura; así mismo, la historia cinematográfica y los instrumentos de ilusión óptica que dan un aporte desde el arte visual.

Se trata entonces de considerar esas cualidades que tiene el arte de disponer, propiciar y preparar a quien lo observa, en tanto allí subyace el punto de vista de quien lo crea y de quien lo contempla, dando lugar a una comunicación más abierta y personal. Al apreciar una obra de arte, el espectador realiza una valoración, un intento por comprender y apreciar lo que el artista pretende expresar a través de su obra, la forma en la que manipula sus herramientas de acuerdo a su técnica, el dominio del material y la apariencia que tiene respecto a su contenido. Dicha valoración también incluye una intención por parte del observador de identificarse, corresponderse, descubrirse o comparar sus propias vivencias, lo que conoce, lo que le gusta o lo que en su interior desde la forma, la imagen o su pensamiento quiere y puede interpretar.

En ese sentido el arte brinda la posibilidad de acercar ese conocimiento frío y cerrado que el estudiante recibe en el aula, especialmente en áreas del saber como la física donde el estudiante a nivel escolar presenta una doble dificultad, por un lado el manejo de modelos y expresiones matemáticas y por el otro la comprensión de los fenómenos físicos a nivel conceptual. Respecto a ésta última, proponer el arte como elemento motivador para la enseñanza de algunos conceptos físicos toma relevancia, pues convertir la enseñanza de la física en una experiencia más profunda, que se encuentre conectada con lo cotidiano, con lo sensible y con lo cultural, es guiar al estudiante en el entendimiento de su propia realidad y ello es el interés central de la presente ponencia.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de la física, arte, estrategias de enseñanza

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el proceso de enseñanza y aprendizaje que se vive al interior del aula, maestro y alumnos están permeados por toda clase de experiencias, que son enriquecidas por las vivencias que hacen parte del contexto educativo; sin embargo, el dominio de los contenidos por parte de los estudiantes se dificulta, en tanto no hay una interiorización adecuada del conocimiento, de ahí que sólo se aprenda para el momento. Este es un panorama desalentador para el caso de las ciencias y más específicamente de la física.

La clase de física constantemente se ha visto limitada a la simple resolución de ejercicios y manejo de modelos matemáticos por parte de los estudiantes, y son estas las características que los docentes suelen valorar a la hora de evaluar el desempeño del estudiante. Por tanto no establecen una relación entre lo que aprenden con el contexto cultural, social y diverso en el que viven. Este es un problema que tiene sus cimientos en la escuela misma, al hacerse un acercamiento formal de la física como disciplina de manera tardía, pues es a partir del grado décimo donde regularmente se le abre un espacio académico, como si lo que se estudió en grados inferiores no hubiera tenido un enlace continuo y una construcción clara de lo que es física.

Si se hace un acercamiento tanto a los Lineamientos Curriculares para el área de las Ciencias Naturales y Educación Ambiental al mismo tiempo que a los Estándares correspondientes, se observa una intención de relacionar e ir construyendo conceptos básicos que permitan que el niño en principio, vaya identificando aquellos fenómenos naturales que en todo momento están en constante afectación de su vida y que conviven y transforman su entorno. Se hace un llamado en todo momento a reflexionar en este asunto, pero la práctica habla de otra manera, y el estudiante no logra establecer esas abstracciones de fenómenos y conceptos físicos que a diario están presentes.

Arriesgarse a abandonar la clase magistral para implementar nuevas estrategias didácticas que permitan enriquecer la motivación y el aprendizaje del estudiante, es una dificultad que en la mayoría de los casos el docente experimenta y ello hace parte de otra de las causas por las cuales no se hace una construcción del conocimiento responsable y dinámico. Es así que la motivación

es un elemento que necesita estar presente tanto en el docente como en el estudiante, sin querer decir que el docente adopte la posición de “payaso”, al hacer todo tipo de malabares para conseguir la atención de sus estudiantes; se trata de que adquiera una posición más agradable y comprometida, que esté dispuesto incluso a adoptar estrategias de otras disciplinas que le aporten y le ayuden en el desarrollo de las actividades y que susciten el interés. No obstante hay que tener claro que el aprendizaje depende de la disposición que cada quien tenga y en ese sentido toda la responsabilidad no corre por cuenta del docente.

Volver la enseñanza de la física escolar en una experiencia más profunda, que se encuentre conectada con lo cotidiano, con lo sensible y con el contexto social en el que se vive, es guiar al estudiante en el entendimiento de su propia realidad. La adquisición de conocimientos no apuntan al mero aprendizaje de teorías o experimentos ideales, debe contribuir a la formación integral del sujeto, ya que no solo somos razón, somos emoción, sentimiento y pensamiento.

La idea de ciencia constantemente es asociada a la exigencia y la absolutez de cierta parte del conocimiento a la que pocos pueden acceder, entender o incluso aportar y transformar. Es así que, el rol del maestro en la enseñanza de las ciencias, específicamente de la física, exige un gran compromiso de su parte, en cuanto a abstraer e interiorizar el conocimiento, para luego transmitir su punto de vista, pero también lo más relevante al estudiante. Sin embargo, no todo termina allí, pues es fundamental aplicar las estrategias didácticas más adecuadas y contundentes para que dicha transmisión sea significativa, al menos para gran parte del grupo. Se trata de incentivar el proceso de enseñanza y aprendizaje no solo desde la motivación, sino desde el lenguaje que se utiliza en el aula.

Una de las preguntas que subyace en el medio de la labor docente, en especial a nivel escolar partiendo de una visión estética, es: ¿Cómo proponer una estrategia didáctica que aporte a la enseñanza de los conceptos y fenómenos físicos y que permita al estudiante adquirir el conocimiento científico desde lo sensible? Es aquí donde la idea de considerar algunas perspectivas artísticas que actúen como elemento motivador para la enseñanza de la física escolar, puede ofrecer respuestas interesantes, que permitan enfocar de manera novedosa y acertada la enseñanza de diversos fenómenos físicos. En ese sentido y en la misma dirección a la

que apunta el maestro José Sellés Martínez, Bachelard (1957) y Khun (1989) citados en Cachapuz (2007) expresan respectivamente:

Más cerca de nuestro tiempo, el filósofo Bachelard consideraba que la emoción estética se halla en el encuentro entre el descubrimiento científico y la creación artística, o sea, “admira primero, comprenderás después”.

Kuhn abordó el análisis sociológico de patrones de desarrollo y objetivos de tales áreas del conocimiento. Aunque considere que “las similitudes de la ciencia y del arte surgieron como una revelación”, no por ello dejó de considerar que si “en las artes, la estética resulta el objetivo del trabajo, en las ciencias constituye una herramienta”. (p. 287)

Si se examina de manera general la propuesta de Sellés, tiene como iniciativa “Enseñar ciencia con arte”, con el fin de rescatar no solo las actitudes y valores que son comunes tanto a los artistas como a los científicos (o maestros investigadores) y que de paso rompan con la brecha entre ciencia o arte, sino también la posibilidad de utilizar el arte como “recurso motivador” a la hora de presentar contenidos de tipo conceptual en el área de las ciencias. Se trata de una incorporación del arte en la enseñanza, sin reducir las obras de arte a simples “recursos didácticos”.

Hallar un punto de encuentro entre física y arte, implica echar mano de la creatividad y estos son los elementos que forman en términos generales el principal objetivo de la educación para con los sujetos. Según Juanola (1997), este camino establece paralelos de comprensión del mundo y permite acceder a una relación directa con el mismo a partir de la experiencia educativa.

1.1. ANTECEDENTES

Para el desarrollo de ésta investigación fueron consultadas diversas fuentes que hablaban inicialmente de la relación entre el arte y la ciencia; a medida que se fue avanzando en la revisión bibliográfica se encontraron artículos que proponían adoptar ciertos elementos del ámbito artístico para la enseñanza de la ciencia; por último fue posible hallar aquellos artículos que trataran la relación del arte con la física.

Los artículos recuperados fueron consultados principalmente a través de dos bases de datos, Dialnet y EBSCO, las cuales brindaron la posibilidad de encontrar investigaciones interesantes y con un rango temporal de máximo seis años. Sin embargo, también fueron consultados físicamente algunos artículos en revistas de la Biblioteca Central y los Centros de Documentación de las facultades de Artes y de Educación de la Universidad de Antioquia.

Es importante mencionar que los artículos investigativos encontrados de manera física, en los lugares mencionados antes, aportaron a la investigación en menor medida, en tanto la mayoría se presentaba como informes cortos o investigaciones pero desde perspectivas muy generalizadas; no obstante, todos ellos fueron base esencial para la elaboración del marco teórico y para ampliar ideas y conceptos.

Partiendo entonces de la relación arte-ciencia, se encuentra la investigación de Antonio Francisco Cachapuz¹, “Arte y Ciencia: ¿Qué papel juegan en la educación en ciencias?, donde se plantea la idea de romper con los límites disciplinares actuales para defender una visión de la educación en ciencias que permita la articulación de otros conocimientos. Dicha idea se apoya en la teoría del pensamiento complejo que propone Edgar Morín, la cual sugiere una nueva relación que permita al joven adquirir el conocimiento de manera estratégica, pues de ello depende su desarrollo integral y armonioso. De acuerdo a lo anterior a lo largo de la investigación se muestran ejemplos en donde se evidencia ese cruce entre arte y ciencia y las implicaciones que tiene dicha relación en una educación alternativa en ciencias. Dichos ejemplos son basados en experiencias o estudios realizados por profesores y que muestran la integración del arte en la ciencia desde lo didáctico. Dos de ellos el profesor y poeta Rómulo de Carvalho y António Gedeão profesor de física y química de secundaria, proponen un ejercicio de construcción de poesía cuyo tema central es la física, cualquiera de sus conceptos, teorías o fenómenos.

Con base en lo descrito antes se propone además como alternativa de enseñanza de la física: el teatro y la dramatización, Cachapuz (2007) lo menciona nuevamente a través de los siguientes ejemplos:

¹ Profesor asociado de la Universidad de Aveiro, Portugal.

Lerman (2003) explota el teatro, la danza y el cómic en una perspectiva de enseñanza de la Química para todos. También la compañía Arte y Ciencia en el Palco de S. Paulo/Brasil, ha presentado recientemente (2005) tres obras de teatro para celebrar el centenario de la publicación de los cinco artículos de Einstein que cambiaron el curso de la física, bajo los títulos, “Copenhage”, “Y ahora señor Feynman?” y “La danza del Universo”. Con respecto a la controversia surgida alrededor del descubrimiento del oxígeno por Lavoisier, Priestley y Scheele en el siglo XVIII, los químicos Roalf Hoffman (premio Nóbel) y Carl Djerassi escribieron la obra de teatro “Oxígeno” (llevada a la escena en 2006, en Portugal). (p. 291)

La idea de Cachapuz además de mostrar algunos ejemplos de ese entrecruzamiento entre arte y ciencia, es generar una reflexión a propósito de la formación docente y que éste deberá estar preparado para tomar en cuenta aportes de otras disciplinas que al igual que la suya también presenta rupturas pero que a través del intercambio y cooperación entre estas, se puede generar una nueva alternativa de enseñanza. Finalmente la investigación concluye proponiendo la interdisciplinariedad como una opción para contribuir con la formación integral del estudiante.

Tomando como referente otra perspectiva se encuentra la investigación de las docentes Diana Rodriguez, Luz Angela Gómez y María Angélica Carrillo², cuya investigación denominada: “Incidencia de la Inteligencia Emocional a partir de los lenguajes artísticos en las prácticas pedagógicas de la escuela”, plantea la inclusión de la inteligencia emocional y los lenguajes artísticos en las prácticas pedagógicas. Al hablar de la inteligencia emocional y los lenguajes artísticos con un fundamento pedagógico se refieren a que “...se constituyen en escenarios de reconocimiento y transformación no sólo de las prácticas pedagógicas, sino del ser humano que aprende, enseña y vive diariamente el encuentro con el saber”(p. 25). Es así que la investigación gira en torno a dos objetivos, uno referido a la inteligencia emocional como “constructo teórico” que dista de miradas objetivistas o funcionalistas y que está más en diálogo con aquellos

² Proyecto de investigación desarrollado por las docentes representantes de las tres licenciaturas de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Pedagógica Nacional, a saber: Artes Escénicas, Música y Artes Visuales. Este estudio fue aprobado en Convocatoria Interna para Grupos con Proyectos de Investigación en Educación y Pedagogía 2009 de la Universidad Pedagógica Nacional y debe culminar en marzo de 2010. Se constituye en un resultado de la experiencia del Colegio Académico para el Estudio y Desarrollo de la Inteligencia Emocional de la UPN, coordinado por la profesora Gloria Valencia Mendoza, así como, de los distintos Programas de Formación Permanente de Docentes adelantados por el grupo a propósito del tema.

discursos de tipo pedagógico y que están en relación con la educación artística. El otro va de la mano con el reconocimiento de lo anterior en el ámbito educativo y el papel que juega en el docente.

La investigación trata la relación cognición- emoción, donde se clarifica que el concepto de emoción no necesariamente está ligado a la inteligencia emocional, es un concepto además asociado al arte y sus percepciones, a la cognición, de ahí que se hable de arte-emoción-sentimiento; por otra parte se habla de la relación escuela- arte y emoción, donde se hace claridad en que no necesariamente la inteligencia académica implica el éxito o satisfacción del sujeto y en donde además se habla de la inteligencia emocional en la escuela en tanto debería promover el desarrollo de la sensibilidad y proponer la conjunción de ambas inteligencias (académica y emocional) por medio de la autoreflexión, con el fin de que el estudiante se dé cuenta de su actuación y cómo se percibe ante los demás.

Es así que las investigadoras Rodríguez, Gómez y Carrillo (2009) expresan:

De esta manera la inteligencia emocional subyace en la experiencia artística al abrir y brindar a los estudiantes posibilidades de apropiación de la relación consigo mismo, con el otro y con el entorno, permite abrir contextos de exploración en canales sensoriales diferentes a la visión y la audición, involucra el cuerpo en su totalidad y la riqueza que toda la propiocepción y la kinestesia nos ofrecen para un conocimiento más integral y el desarrollo de una conciencia más inteligente y total. (p. 32)

Finalmente, la investigación pone en consideración los desafíos de la misma; uno de orden epistemológico que deja atrás el pensamiento unidireccional en la investigación y reconoce la coexistencia de diversos procesos investigativos, se rompe con la idea de investigación como una serie de instrumentos o rutas; otro desafío es de orden conceptual, donde se amplía la mirada entorno a la inteligencia emocional y los lenguajes artísticos donde la sensibilidad emerge en el proceso de enseñanza y aprendizaje; un tercer desafío de carácter metodológico, frente a la adaptación de la inteligencia emocional y los lenguajes artísticos en el ámbito escolar y un cuarto se refiere a la superación de fantasías (la investigación y sus rutas) y fantasmas (la imposibilidad de cambio y la incapacidad de investigar por parte del estudiante y el docente). Se concluye que

toda investigación proviene del reconocimiento de la subjetividad de quien enseña y de quien aprende.

Por otra parte, se toma en cuenta otra de las investigaciones que se relaciona más directamente con el tema de cómo inmiscuir el arte en la enseñanza de la física, es el caso de la investigación “Recuperar el afán de conocimientos de Leonardo Da Vinci en la era de las nuevas tecnologías: arte, ciencia y vida cotidiana”, trabajo desarrollado por las docentes María Begoña Carretero y María Ángeles Sánchez³, donde la preocupación de un grupo de profesores, lleva a indagar en torno a lo que llaman “innovación educativa” y cuyo eje central es tomar la figura de Leonardo Da Vinci, como personaje inspirador en la interconexión de diversas disciplinas del saber, un ejemplo claro que se le puede brindar al estudiante para el desarrollo de actividades innovadoras y académicas.

Los objetivos de la investigación se centran en transformar el proceso de enseñanza y aprendizaje de manera que se vuelva más participativo e interdisciplinar, con el fin de dar más protagonismo al estudiantado y sus familias, que por el contexto en el que se encuentra la institución educativa sobre la cual se realiza el análisis se evidencia la falta de interés por aprender dado que es de carácter rural.

El proyecto de investigación de Carretero y Sánchez (2007), se desarrolla a través de una contextualización y conocimiento de Leonardo Da Vinci y sus trabajos, por lo tanto se realiza el diseño de actividades que ayudan a dinamizar no sólo el área del saber de la física, como conocimiento presente en todo momento en Leonardo, sino además la forma en la que el estudiante capta el conocimiento. Es así que Carretero y Sánchez (2007) mencionan:

Se han diseñado y llevado a cabo actividades para mejorar la formación en valores y actitudes de nuestro alumnado, que a la vez les han servido para adquirir diferentes contenidos y procedimientos. Para ello se han usado todos los recursos que nos ofrecen las nuevas tecnologías. En los talleres, hemos intentado reconstruir la época del Renacimiento contagiando a nuestros alumnos del afán de conocimientos propios tanto del momento como de Leonardo da Vinci. De

³ Docentes e integrantes del grupo de profesores de enseñanza secundaria pertenecientes a la I. E. S. Isabel la Católica de Guadahortuna, Granada.

esta forma hemos favorecido la aceptación de costumbres y culturas diferentes. Con la realización de estos talleres se buscó, y se ha conseguido dar un enfoque diferente a las clases de manera que el alumnado pueda adquirir conocimientos de una forma más participativa. (p. 535)

A lo largo del artículo investigativo, se hacen reflexiones y se expresan las emociones y ventajas que generó dicho cambio metodológico, es por ello que se concluye dando un análisis de los resultados obtenidos de las actividades y el impacto que generó en los estudiantes.

Otra de las investigaciones interesantes constituida como propuesta, que pudo ser rastreada a propósito de la enseñanza de la física a través del arte, es el trabajo del profesor Christian Wagner López⁴ denominado “Luz, arte y física. La física en la pintura”, acerca del cual se realizó una reseña en la Revista Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias (2009). Allí realizan una descripción general de su trabajo, el cual consta de un libro, un CD y una serie de presentaciones de PowerPoint, herramientas que funcionan de acuerdo a Wagner (2009):

Como una forma de enseñar y divulgar la Física que parte de la investigación de los fenómenos físicos reproducidos por los pintores y se presenta como una visita a un museo virtual guiados por un profesor de Física. No es una crítica de arte sino un acercamiento al Arte desde la Física. Es igualmente, un curso divulgativo de Física para el que no se requiere un nivel previo y está especialmente indicado para aquellos que piensan que la Física no es lo suyo. (p. 154)

Wagner consigue llevar a cabo un programa novedoso basado en el “trazado por la luz” y en el que parte de la propagación de la luz de manera rectilínea, los reflejos y la refracción de la luz que sufren los rayos y con ello a continuación realiza un estudio óptico instrumental. Los cuadros que pone en evidencia en su estudio, permite una iniciación en el método científico con la observación, planteamiento de hipótesis y comprobación que puede realizarse por medio de maquetas de los cuadros. Al hablar de luz relaciona el hecho de medir la velocidad de la luz por parte de Galileo y con ello llegar al estudio del movimiento, comparando “la forma de expresarlo el artista y de analizarlo el físico” (Wagner, 2009, p. 153).

⁴ Catedrático de Bachillerato en excedencia y Profesor Titular de Universidad con destino en el Departamento de Física de la Materia Condensada de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cádiz. Aparte de su labor investigadora, ha realizado múltiples trabajos y publicaciones sobre la Física y su enseñanza.

Finalmente la propuesta de Wagner logra impactar gran parte de los contenidos de Física además de los ya mencionados y es tomada como una guía y una propuesta de enseñanza para secundaria, como material complementario en cursos de Física y de Óptica a nivel universitario

Por último se encuentra la investigación de Edvin Ostergaard⁵ denominada “Composing Einstein: exploring the kinship of art and science” (Una traducción válida del título podría ser: “Einstein componiendo: Explorando la relación del arte y la ciencia”), donde se habla de la figura de Einstein, desde su forma de pensar, los aportes que por ende realizó en el campo científico y su pensamiento existencial, algo que también habita en el arte; es así que a lo largo de la investigación se aborda la relación entre música, física, ciencia y arte, desde la complementariedad. Se habla de la composición como reflexión artística sobre la física de Einstein de 1905 y a partir de allí el investigador realiza una reflexión acerca de la obra artística y científica. Por lo tanto los objetivos en los cuales se centra la investigación giran en torno a la posibilidad de analizar qué principios o temas comunes y su expresión hay entre la física y la música; en segundo lugar, la conceptualización de la relación entre el arte y la ciencia y sus procesos similares de transformación.

Ostergaard (2006) señala por otra parte:

La idea de complementariedad nos permite hablar de diferencias significativas entre el arte y la ciencia, las diferencias que mutuamente se complementan entre sí. El científico insiste en "Este es un conocimiento objetivo acerca del mundo o este es el mundo ", mientras que el artista dice " Este es el mundo como lo veo" o "Este es mi mundo". Los modos artísticos y científicos de comprensión se relacionan con la multiplicidad de relaciones entre los seres humanos y el mundo. Arte y ciencia se puede considerar como dos campos diferentes pero son modos complementarios de dar sentido a la relación de la humanidad con el mundo y la naturaleza. (p. 271)

La investigación concluye entonces basándose en algunos experimentos mentales y teóricos, teniendo en cuenta que la complementariedad es la visión de la ciencia y el arte como disciplinas

⁵ Profesor asociado al Departamento de Ciencia Matemática y Tecnología, Universidad de las Ciencias de la vida de Noruega.

distintas pero que pueden contribuir a una construcción del saber científico más diverso y enriquecido.

Al observar la descripción de las investigaciones mencionadas antes, la relación que prevalece es la de arte- ciencia, al igual que propuestas concretas en el caso de la relación arte- física; las propuestas reflejan una parte que contiene la esencia del presente trabajo como lo es la relación arte- ciencia; sin embargo no logran contemplar las demás categorías del proyecto que involucran la formación estética con la formación integral y la apropiación de las perspectivas artísticas respecto a los contenidos de área de física a nivel escolar. Todas rondan la idea de una estrategia novedosa de enseñanza que toma ciertos elementos artísticos pero no los muestra de manera que el proceso de diseño de dicha propuesta dejen claro cuál es la forma de intervenir en el aula.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Si se aprecia una pintura, una escultura, una obra de teatro o incluso se lee un poema (por mencionar algunas de las muchas manifestaciones artísticas que existen), el espectador o lector realizará una valoración o un intento por comprender lo que el artista pretende expresar a través de su obra, la forma en la que manipula sus herramientas de acuerdo a su técnica, el dominio del material y la forma caprichosa que logra darle a su obra. Dicha valoración también incluye una intención por parte de quien la aprecia de identificarse, corresponderse, descubrirse o comparar sus propias vivencias, lo que conoce, lo que le gusta o lo que en su interior desde la forma, la imagen o su pensamiento quiere y puede interpretar. Al respecto el historiador de arte Gombrich⁶ (1989) en su libro “Historia del Arte”, menciona:

En verdad, no creo que haya ningún motivo ilícito entre los que puedan hacer que guste una escultura o un cuadro. A alguien le puede complacer un paisaje porque los asocia a la imagen de su casa, o un retrato porque le recuerda a un amigo. No hay nada de malo en ello. Todos nosotros,

⁶ Conocido como Sir Ernest Gombrich (30 de marzo de 1909 Viena – 3 de noviembre 2001 Londres); uno de los historiadores de arte más destacados de su época, asociado a la Universidad de Londres desde 1946, fue profesor en las Universidades de Oxford, Cambridge, Harvard y Cornell. Una de sus obras más destacadas es precisamente “Historia del Arte”, cuyo título original es “the History of Art”, el cual ha sido objeto de constantes reediciones y reimpressiones. La que se trabaja en este caso es la decimoquinta edición revisada y ampliada del año 1989.

cuando vemos un cuadro nos ponemos a recordar mil cosas que influyen sobre nuestros gustos y aversiones. (p. 3)

Con base en el sentimiento o la impresión que causa dichas expresiones artísticas, puede hacer una crítica o un comentario que le permita manifestar su gusto o rechazo por la misma e incluso llegar a concluir que no le encuentra sentido y el por qué. ¿Será acaso que esa postura tan personal y a la vez tan subjetiva podría aprovecharse en pro de la enseñanza de la física? ¿Dónde puede encontrarse la física en el arte? ¿Dónde está el arte dentro de la física? ¿Por qué la obra de arte impacta?, etc.

Puede ser que el arte ofrezca herramientas y propuestas de trabajo novedosas e impactantes, que generen todo tipo de reflexiones en el sujeto desde lo personal, lo social, lo cultural y por supuesto desde lo contextual. Involucrar elementos afines al arte como lo son la sensibilidad, la percepción y la creatividad (por mencionar algunos necesarios para la formación estética del sujeto), puede ser una respuesta alentadora en la búsqueda de una posible apropiación, comprensión e identificación de algunos conceptos y fenómenos físicos por parte del estudiante. Basado en todas las consideraciones que se han hecho en párrafos anteriores y bajo los intereses que se pretende abordar en ésta investigación, se trata de aprovechar esa línea invisible que separa al arte de las ciencias (una brecha entre dos campos, que unidos pueden aportar a la formación integral del sujeto y que de hecho todo el tiempo están inmersos el uno en el otro). Contribuir al surgimiento de un conocimiento frontera favorecido por la apropiación de algunos elementos artísticos para la enseñanza de la física en el campo escolar, puede otorgarle a la física una perspectiva didáctica innovadora y seductora para el estudiante, quien le urge sentirse motivado para que su aprendizaje fluya. El arte ofrece herramientas y propuestas de trabajo novedosas, impactantes, que generan todo tipo de transformaciones y cambios en el sujeto desde lo más interno, algo que sin lugar a dudas se busca sea posible en la enseñanza de las ciencias y por ende de la física.

El arte dispone, propicia y prepara a quien lo observa, genera un pensamiento más crítico y libre, en tanto allí subyace el punto de vista de quien lo crea y de quien lo contempla, dando lugar a una

comunicación más abierta y personal. En ese sentido es posible aprovechar dichas cualidades para acercar ese conocimiento frío y cerrado que el estudiante recibe en el aula.

En párrafos anteriores ha sido posible empezar a contemplar la idea de buscar un fundamento artístico para la enseñanza de contenidos en el área de la física, e irse familiarizando con algunas investigaciones que han sugerido algunas ideas al respecto, partiendo además del panorama que se vive a diario en el enfoque que los docentes suelen darle a la física. Por ende la propuesta centra su mirada en la enseñanza de los contenidos en el área de física a nivel escolar, donde se puede decir que se siembran esas ideas básicas frente a lo que es la ciencia, y cuál es la pertinencia o la intención de aprender los contenidos y conceptos físicos. Al mismo tiempo surge la necesidad de contemplar solo algunas perspectivas artísticas, debido a la profundidad, exigencia y complejidad que sugiere el hecho de abarcar el arte en general.

En un primer momento la investigación se ocupará solo de relacionar el tema del primer periodo escolar del curso de física, el cual trata el concepto de movimiento, y que a su vez encierra los tipos de movimiento desde la física clásica y posiblemente algunas ideas desde la física moderna (tema concerniente al grado décimo); lo anterior por cuestiones de tiempo y duración en el desarrollo y presentación de la propuesta; sin embargo la propuesta puede tener la opción de ser desarrollada para el resto de temas aplicados al grado décimo y once, en caso de así requerirlo.

Es necesario aclarar además que cuando se habla de algunas perspectivas artísticas se está haciendo referencia a su vez a prácticas artísticas que de acuerdo a su disciplina en el campo de las artes, constan de una forma de expresión particular. Es así que se considerarán algunas expresiones artísticas del ámbito de las artes plásticas como lo son la pintura, la ilustración (que puede incluir el dibujo la historieta o caricatura), la fotografía y la escultura; en el ámbito de las artes escénicas se tomará base en el teatro y por último en el campo de las artes literarias se tendrá en cuenta la poesía y la narrativa.

Para centrar el objeto de investigación con más claridad, es necesario mencionar que el interés de esta investigación tiene además fundamento en unas preguntas problematizadoras que buscan identificar la intencionalidad de la propuesta. En primera instancia surge un interrogante que

recoge el propósito central de esta investigación y que busca sea un punto de partida para analizar las posibles respuestas y viabilidad del proyecto:

PREGUNTA CENTRAL

¿Cómo apropiarse del arte en la enseñanza de la física, para que se convierta en elemento motivador que contribuya con el aprendizaje de fenómenos físicos y con la formación integral y científica del estudiante?

La pregunta central estará apoyada en tres preguntas que pretenden enfocar y orientar el desarrollo de la investigación:

PREGUNTAS ESPECÍFICAS

- ¿Qué conceptos y fenómenos físicos pueden ser abordados desde el arte?
- ¿Qué elementos artísticos pueden aportar al estudio de fenómenos físicos?
- ¿Qué impacto tiene la formación estética en la formación integral y científica del estudiante?

1.3. PROPÓSITOS CENTRAL Y ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN

Con base en la justificación y las preguntas problematizadoras del proyecto, surgen unos propósitos que ayudan a identificar lo que se quiere alcanzar en el transcurso de la investigación, estos son:

PROPÓSITO CENTRAL

Analizar posibles relaciones entre la formación estética y la formación científica, a través del uso del arte como elemento motivador en el proceso de enseñanza y aprendizaje de algunos fenómenos físicos.

PROPÓSITOS ESPECÍFICOS

- Identificar los fenómenos físicos que pueden ser abordados desde una perspectiva artística.
- Relacionar la formación estética con la formación científica en una propuesta de enseñanza de algunos fenómenos físicos.
- Proponer la relación arte-ciencia como una alternativa que tiene el maestro de física para la formación científica e integral de los estudiantes.

2. MARCO REFERENCIAL

A lo largo del presente trabajo investigativo se pretende no sólo defender sino además mostrar una propuesta de enseñanza en el marco del título del proyecto: “El arte en la física: una opción creativa para la enseñanza”, de manera que le permita al docente una vez más considerar y repensar el proceso de enseñanza y aprendizaje desde la transdisciplinariedad y complementariedad que puede existir entre el arte y la física. Lo anterior es abordado por Sellés (2006) de manera más general, pero logra englobar una de los propósitos del trabajo:

Proponer una forma alternativa y novedosa para la enseñanza de la ciencia es un reto que el maestro tiene. Motivar desde una estrategia didáctica artística el aprendizaje, es una opción que equipara además de ello la formación integral del sujeto. (p. 36)

Es importante comenzar por desarrollar la idea de integrar al menos en principio una pequeña parte tanto del arte como de la física y a partir de allí contemplar el surgimiento de una relación que desde hace algún tiempo fue posible identificar. Realizar un acercamiento histórico entre el arte y la ciencia podrá ayudar a entender la pertinencia que tiene el presente trabajo investigativo en aras de la formación no solo científica, además integral y cultural del estudiante del grado décimo. Igualmente será importante abordar la idea de arte en la actualidad y la concepción de ciencia desde algunos enfoques que el autor del presente trabajo considera importantes, para luego empezar a evidenciar de manera especial la relación entre el arte y la física, proponiendo algunas relaciones específicas entre las perspectivas artísticas en cuestión y el tema de movimiento (e incluso otras temáticas de ser posible), a partir de algunas categorías y subcategorías que ayudarán a enfocar la propuesta.

A la luz de lo anterior se realizará un acercamiento teórico al trabajo desde al menos dos marcos referenciales; en primera instancia se presentará un marco histórico, el cual consta de algunas consideraciones relevantes y generales de la historia del arte y la historia de la ciencia, con el fin de identificar los elementos que posiblemente contribuyeron al nacimiento de la relación entre el arte y la ciencia. A continuación la historia de la relación arte y ciencia y finalmente el surgimiento de la relación arte y física. En segundo lugar se presentará un marco conceptual, en el que se abordará el concepto de arte en nuestros días, el concepto de ciencia y física bajo una perspectiva escolar, el concepto de la estética y formación estética, la sensibilidad, la percepción, la pintura, la escultura, descripción y relación como elementos motivadores para la enseñanza de

la física escolar, la apropiación de las perspectivas artísticas elegidas para la enseñanza de los conceptos entorno al movimiento, la formación científica del estudiante a nivel escolar y la formación integral del estudiante como sujeto complejo.

2.1. MARCO HISTÓRICO

2.1.1. Algunos aspectos relevantes y generales de la Historia del Arte hasta nuestros días

Pensar en Arte es preguntarse por las temáticas que encierra y que a lo largo de la historia se ha construido partiendo de los orígenes mismos del hombre, como una manifestación, una forma de comunicación, para expresar ideas, emociones y una visión del mundo. El arte hace parte de la cultura, reflejando en su concepción aspectos de tipo económicos y sociales. Podría decirse que en principio tuvo una función mágica o ritual, pero con la evolución del ser humano fue adquiriendo un componente estético, pedagógico, social, entre otros.

En la antigüedad clásica grecorromana, una de las principales cunas y culturas más destacadas de la civilización y pionera en los primeros acercamientos y reflexiones respecto del arte, lo consideraba y asociaba a las destrezas o capacidad del ser humano en realizar cualquier actividad productiva en cualquier ámbito del conocimiento, de ahí que Aristóteles le diera ese carácter racional, en la medida que debe existir una permanente intención de producir cosas; así mismo Platón lo relacionó directamente con la inteligencia, en relación con un aprendizaje previo, destacando así en un sentido general que el arte es la “capacidad creadora del ser humano”.

Sin embargo, hubo otros puntos de vista que empezaron a mostrar ese lado especial y distinto que implica el pensamiento artístico y que hace que el arte empiece a destacarse no solo desde ese aspecto productivo, sino como un proceso que involucra en principio tres objetivos esenciales: enseñar, conmover y complacer⁷; objetivos que sin lugar a dudas en el tiempo harán parte de muchos otros que transformarán la idea del arte.

⁷ Respecto a esta idea, fue Casiodoro, un político y escritor latino de finales del siglo 400 y gran parte del 500, descendiente de una familia de origen Sirio. Este estudioso profundizó en las artes liberales (una expresión

Durante el Renacimiento se empezó a gestar un cambio de mentalidad, separando los oficios y las ciencias de las artes, donde se incluyó por primera vez a la poesía, considerada hasta entonces un tipo de filosofía. Se empieza a crear una visión más amplia del arte, pero además ligada al concepto de belleza que los artistas italianos lograron destacar con mayor perfección. Se trataba de reproducir la realidad de los objetos con la mayor exactitud posible, algo que le dio un status especial al artista de la época. No obstante con el surgimiento del periodo Barroco (aproximadamente en el año 1600), empieza a transformarse y a relativizarse el concepto de belleza, ya que múltiples ideas de belleza surgen en la medida que surgen nuevos estilos artísticos; un ejemplo de ello es el manierismo, en el cual todavía prevalece la admiración por el cuerpo humano, pero cuyas figuras no solo muestran posturas complicadas, sino además una transformación de algunas extremidades o partes del cuerpo alargadas, con cabezas pequeñas y cuerpos estilizados (Ver figura 1.).

Con el surgimiento del manierismo entre otros estilos, abre paso al arte moderno, donde la preocupación por reproducir las cosas con exactitud queda condicionada a la manera como las ve el artista. Es así que aparece un nuevo componente de imaginación, lo grotesco, lo fantástico y la inspiración toman fuerza. Como consecuencia de lo anterior en el siglo XVIII, se empieza una cierta aproximación a la autonomía artística, en tanto que logra alejarse de la religión y la voluntad del artista toma fuerza, la sensibilidad de la obra se sobrepone al significado de la misma. La estética empieza a perfilar un significado desde lo sensible y ya no se trata de razón, sino de la relatividad del gusto y la identificación subjetiva.

Otra de los estilos artísticos que vale la pena mencionar es el romanticismo que surge en Alemania a finales del siglo XVIII y el cual revoluciona el pensamiento y se opone al racionalismo y al clasicismo de las épocas anteriores, dándole una prioridad especial a los sentimientos. Es una manera de considerar las diversas formas de existencia del hombre de acuerdo a la cultura y su estilo de vida, es decir, la diversidad de expresión que se proyecta en todas las artes. El arte surge del individuo como su forma de expresión frente al mundo que lo

medieval, que desde la antigüedad clásica hacía referencia a las artes, vistas como oficios o profesiones, de ahí el origen de una visión funcional y productiva)

rodea, especialmente en esa relación histórica que desde los orígenes del hombre comienza a alimentarse, como lo es el rito y el mito, cómo se involucra lo mágico y lo misterioso en la vida y el pensamiento del individuo (ver figura 2.)



Figura 1. “Virgen del cuello largo”. La virgen con el niño, los ángeles y San Jerónimo. Oleo sobre lienzo, realizada entre 1534 y 1540. Obra del pintor italiano Parmigianino

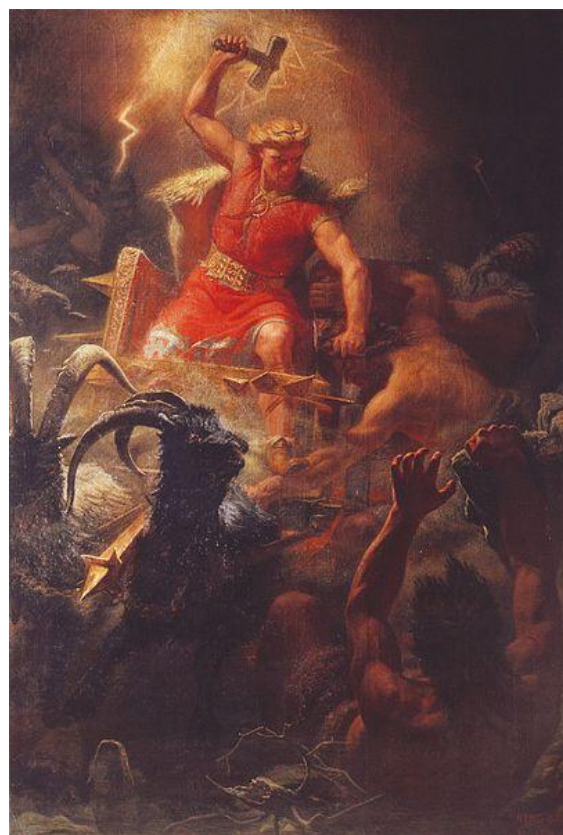


Figura 2. El dios Thor de los vikingos en la batalla contra los gigantes. Óleo sobre lienzo, realizada en 1872. Obra del pintor sueco Marten EskilWinge.

Para Arthur Schopenhauer⁸, el arte permite escapar de la infelicidad propia del hombre, al igual que la creación artística con el conocimiento es según éste la forma más profunda de conocimiento. A propósito de Schopenhauer, Beardsley (1990) menciona:

⁸ Arthur Schopenhauer, fue un filósofo alemán de la primera mitad del siglo XIX, quien en su obra: “El mundo como voluntad y representación”, habla sobre el mundo como representación del sujeto y el objeto. A su vez se

El arte es la reconciliación entre voluntad y conciencia, entre objeto y sujeto, alcanzando un estado de contemplación, de felicidad. La conciencia estética es un estado de contemplación desinteresada, donde las cosas se muestran en su pureza más profunda. El arte habla en el idioma de la intuición, no de la reflexión; es complementario de la filosofía, la ética y la religión. Influido por la filosofía oriental, manifestó que el hombre debe liberarse de la voluntad de vivir, del ‘querer’, que es origen de insatisfacción. El arte es una forma de librarse de la voluntad, de ir más allá del ‘yo’. (p. 68)

A finales del siglo XIX surge la exaltación a la belleza por encima de la moral y lo social y en respuesta a ese materialismo que surge a su vez con la era industrial, denominado utilitarismo. Así mismo esta forma buscaba aislar al artista, para que alcanzara su propia autonomía y búsqueda individual de la belleza. Walter Pater⁹, fue uno de los teóricos de dicho movimiento y manifestaba que el ideal de la belleza era la guía y base del arte para vivir su vida, es decir, ese mundo aislado de artista pero al servicio del placer, ese “círculo mágico de la existencia”.

En el siglo XX se pierde incluso el sustrato material: decía Beuys¹⁰ que la vida es un medio de expresión artística, destacando el aspecto vital, la acción. Así, todo el mundo es capaz de ser artista. La ideología de Joseph Beuys invita a liberarse con responsabilidad comenzando por conocer lo interior y la naturaleza de cada quien, reconciliándose con los orígenes. Según Beuys: “Los seres humanos debemos armonizar: ser, cuerpo, espíritu y alma para cultivar un ambiente que fomente la creatividad y la innovación, pues esto se convierte en un estímulo vital para el crecimiento. Somos acreedores de una gran fuerza creativa, voluntad expresiva y sensibilidad

concentra en la función del arte en el mundo: “cuanto más cercanas son las ideas a sus formas arquetípicas (Eidos platónico), mayor es la posibilidad de la contemplación pura en el arte”.

⁹ Inglés, historiador de arte, cuya idea sobre el arte tomada de una de sus obras es: “La pasión poética, el anhelo de belleza y el amor del arte por el arte, poseen en grado sumo esta sabiduría (para la vida). Pues el arte llega a nosotros con el fin único de aportar a nuestra breve existencia una cualidad sublime, simplemente por amor a ese momento fugaz”.

¹⁰ Joseph Beuys, fue un artista alemán del siglo XX que trabajó con varios medios y técnicas como escultura, performance, happening, vídeo e instalación, proponiendo una perspectiva del arte desde una visión liberadora. Uno de los performance que destacan su trayectoria es la del coyote, una actuación que implica la convivencia del artista a lo largo de tres días con el animal, en una galería de Nueva York en 1974. Este hecho marca un hito simbólico, el “vacío” de una cultura, pues su confrontación con el coyote, muestra la reconciliación entre la cultura y la naturaleza.

artística...donde lo importante del arte es liberar a las personas, por lo tanto el arte es para mí la ciencia de la libertad”.

Las transformaciones que el concepto del arte ha sufrido a lo largo de la historia, han permitido hoy en día y desde hace un siglo situarlo en el ojo del huracán y se ha ido consolidando como objeto de curiosidad desde diversas disciplinas y ámbitos sociales. Al respecto Francastel (1990), menciona:

Existe indiscutiblemente un arte de finales del siglo XIX y del siglo XX, un arte que abarca todas las disciplinas, desde la pintura a la escultura, desde la arquitectura hasta las artes decorativas, e incluso a los objetos utilitarios aparentemente más alejados del ámbito tradicional de la estética.

Esta revolución considerable se ha producido en un periodo histórico en que otros cambios, no menos decisivos, se han manifestado en diferentes campos de la actividad humana y del conocimiento. El desarrollo del maquinismo y la industrialización, por un lado y por otro, los progresos de las ciencias especulativas y aplicadas, han desembocado en una transformación completa del universo.

Queda, pues, planteada la cuestión de saber qué nuevas relaciones se establecen en la civilización contemporánea entre las artes y las demás actividades fundamentales, principalmente las actividades técnicas, del hombre. (p.7)

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Los conceptos de la ciencia y la física desde un ámbito escolar

Una idea de arte

“No existe, realmente, el Arte. Tan sólo hay artistas. Éstos eran en otros tiempos hombres que cogían tierra coloreada y dibujaban toscamente las formas de un bisonte sobre las paredes de una cueva; hoy, compran sus colores y trazan carteles para las estaciones del metro. Entre unos y otros han hecho muchas cosas los artistas. No hay ningún mal en llamar arte a todas estas

actividades, mientras tengamos en cuenta que tal palabra puede significar muchas cosas distintas, en épocas y lugares diversos, y mientras advirtamos que el Arte, escrita la palabra con A mayúscula, no existe, pues el Arte con A mayúscula tiene por esencia que ser un fantasma y un ídolo. Podéis abrumar a un artista diciéndole que lo que acaba de realizar acaso sea muy bueno a su manera, sólo que no es Arte. Y podéis llenar de confusión a alguien que atesore cuadros, asegurándole que lo que le gustó en ellos no fue precisamente Arte, sino algo distinto”. (Gombrich, 1997).

Han sido numerosas las definiciones que a lo largo de la historia se le ha dado al arte, las cuales han ido cambiando con el tiempo. Es así que por mencionar algunas a lo largo del tiempo se han dado numerosas definiciones de arte, entre ellas: “el arte es el recto ordenamiento de la razón” (Tomás de Aquino); “el arte es aquello que establece su propia regla” (Schiller); “el arte es la idea” (Marcel Duchamp); Como se observa el concepto ha ido variando con el paso del tiempo.

Otra definición podría ser: “El arte es “expresión”, donde fines y medios se fusionan en una experiencia agradable. Para Dewey, el arte, como cualquier actividad humana, implica iniciativa y creatividad, así como una interacción entre sujeto y objeto, entre el hombre y las condiciones materiales en las que desarrolla su labor”. (Givone, 2001)

Una idea de ciencia

“La ciencia constituye una forma de conocimiento eminentemente humana, por lo que resulta difícil entender la separación que tradicionalmente se suele hacer entre ciencias y humanidades. Esta separación atenta claramente contra la posibilidad de formarnos una imagen integral del mundo, por lo que es fundamental buscar puntos de encuentro”. (Ricardo Guzmán, 2004)

“La ciencia, es un paso continuo de ciencia normal a ciencia revolucionaria, y de ciencia revolucionaria a ciencia normal. Esta dialéctica en la ciencia permite el progreso de la misma, progreso que se manifiesta, sobre todo, en su capacidad y éxito en explicar los fenómenos y en la resolución de enigmas”. (Thomas Khun, 1971)

Una idea de física

“La física es significativa e influyente, no sólo debido a que los avances en la comprensión a menudo se han traducido en nuevas tecnologías, sino también a que las nuevas ideas en la física resuenan con las demás ciencias, las matemáticas y la filosofía. La física no es sólo una ciencia teórica; es también una ciencia experimental. Como toda ciencia, busca que sus conclusiones puedan ser verificables mediante experimentos y que la teoría pueda realizar predicciones de experimentos futuros”. (Michael Valero, 1992)

2.2.2. Las relaciones conceptuales entre el arte y la ciencia

El arte puede suministrar un posible punto de entrada para discutir el papel de la observación en ciencia, en particular la relación entre observación y teoría. En este caso lo que está en juego es el cruce de objetos de la ciencia con objetos del arte y viceversa. Como refería en otra ocasión (Cachapuz, 2006), el ejemplo más notorio viene desde las artes digitales, las denominadas “pinturas científicas”. Entre otros, Muller (1988) presentan un abordaje científico del arte en el cual los objetos de la ciencia son utilizados por el arte a través de la tecnología digital, en particular recurriendo al grafismo electrónico. (Cachapuz, 2006)

2.2.3. Una aproximación a la relación arte-física

Sin lugar a dudas la necesidad de encontrar estrategias didácticas que permitan liberar al estudiante y al docente, debe ir enlazada con la intención de aprender con calidad, sensibilidad y contextualidad, sin descuidar los contenidos del área e incentivando a través de la exploración de otras disciplinas la motivación por lo que se quiere aprender.

No obstante la forma en la que el docente se acostumbró a organizar su clase y el miedo a enfrentarse a cambios dificulta la transformación del proceso de enseñanza y aprendizaje. En ese sentido la ciencia sigue siendo un campo inexplorado para el estudiante, quien se convierte en un ente ajeno a lo que se le enseña y no se identifica con lo que aprende. Implementar el arte en la física como una alternativa de enseñanza, puede ayudar a mejorar las relaciones que el estudiante

establece con el conocimiento e incluso con el docente, se trata de proponer la enseñanza desde un enfoque artístico científico en relación con lo estético y lo sensible. Cachapuz (2007) habla del arte como un posible punto de entrada para discutir incluso el papel de la observación en la ciencia, de manera especial la relación que existe entre la observación y teoría.

Si se analiza la pertinencia que tiene el arte dentro de la física y cómo podría adoptarse desde las actividades propias del arte, seleccionando aquellos que puedan ser utilizados para evidenciar o mostrar un concepto teórico o un fenómeno en particular, se encuentra que cada vez es más clara la relación de la una con la otra a pesar de sus diferencias. A propósito Galili y Zinn (2007) expresan:

Seleccionar ejemplos de obras de arte que si se pueden incluir en planes de estudios de ciencias, podría llevar a una comprensión de los estudiantes de algunos conceptos en la óptica, a través de un análisis del contexto en el que se crearon. Tal discusión sería dilucidar el significado de las obras de arte, y al mismo tiempo, poder identificar si a través de ellas se pueden identificar conceptos erróneos. El arte desafía a los estudiantes, atraen su atención sobre los aspectos científicos de las obras de arte en cuestión. Este tipo de aprendizaje representa un enfoque culturalmente rico para los programas de ciencias modernas. (p. 441)

He ahí el reto que el presente trabajo tiene para llevar a cabo la selección de las diversas temáticas que en el área de física pueden ser apropiadas, sin embargo además de analizar los contenidos es importante tener una visión ampliada de lo que el arte puede aportar, y en ese sentido siempre podrán encontrarse esos elementos para llevar a cabo la enseñanza de la física.

Nuñez (2006) propone la relación del arte con la física al expresar cómo la óptica puede ser relacionada con el dibujo, la pintura, el cine, la fotografía y el teatro, al igual que la acústica puede ser relacionada con la música, el cine, el canto y la arquitectura y la mecánica con la danza, la arquitectura y la escultura. Se abre un sin número de posibilidades bajo cada rama del arte para diseñar o proponer actividades que apunten al aprendizaje de cada temática en física.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. ENFOQUE Y TIPO DE ESTUDIO EN EL CUAL SE INSCRIBE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se inscribe en el paradigma cualitativo ya que se busca la posibilidad de interpretar la forma de actuar de los sujetos frente al conocimiento en el área de física, al igual que permite observar la relación que los estudiantes hacen de los contenidos con su contexto cultural. En ese sentido tal y como expresan Rodríguez, Gil y García (1996), la investigación cualitativa ofrece:

“Estudia la realidad en su contexto natural, tal y como sucede, intentando sacar sentido de, o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas. La investigación cualitativa implica la utilización y recogida de una gran variedad de materiales, entrevista, experiencia personal, historias de vida, observaciones, textos históricos, imágenes, sonidos – que describen la rutina y las situaciones problemáticas y los significados en la vida de las personas”. (p. 32).

Tener un enfoque de tipo cualitativo, va encaminado a enfrentar y valorar ese lado humano que sesga el acontecer de los estudiantes alrededor de la propuesta investigativa que pretende ser desarrollada en el aula, pues es precisamente la intención de partir de algunos elementos que involucran lo subjetivo y la intención que sobresale en el hecho de proponer un conocimiento frontera como lo es la enseñanza de la física a través del arte. Se hace necesario a su vez plantear un orden lógico para la implementación de dicho enfoque; con respecto a lo anterior nuevamente Rodríguez et al. (1996) aportan una organización y estructuración de la investigación por medio de fases:

Cuatro fases fundamentales en el proceso de investigación cualitativa: Preparatoria, Trabajo de Campo, Analítica e Informativa.

La fase Preparatoria está constituida en dos etapas: reflexiva y diseño. Como producto final de esta etapa puede que el investigador lo concrete en un proyecto de investigación.

La Fase de Trabajo: El investigador debe estar preparado para confiar en el escenario; ser paciente y esperar hasta que sea aceptado por los informantes; ser flexible y tener capacidad de adaptación y “ser capaz de reírse de sí mismo”.

La Fase Analítica: Incluyen tareas: a) reducción de datos b) Disposición y transformación de datos y c) obtención de resultados y verificación de conclusiones.

La Fase Informativa: El informe cualitativo debe ser un documento convincente presentando los datos sistemáticamente que apoyen el caso del investigador y refute las explicaciones alternativas. Existen dos formas fundamentales de escribir un informe: a) como si el lector estuviera resolviendo un puzzle con el investigador b) ofrecer un resumen de los principales hallazgos y entonces presentar los resultados que apoyan las conclusiones. (p. 66)

Así mismo el tipo de estudio que responde a las necesidades de la propuesta es el Método de Estudio de casos, desde un enfoque descriptivo, interpretativo y por supuesto instrumental, con el fin de observar la incidencia del arte en la enseñanza de los contenidos en física. Una explicación de ello es la que expone Martínez (2006):

De allí que Eisenhardt (1989) conciba un estudio de caso contemporáneo como “*una estrategia de investigación dirigida a comprender las dinámicas presentes en contextos singulares*”, la cual podría tratarse del estudio de un único caso o de varios casos, combinando distintos métodos para la recogida de evidencia cualitativa y/o cuantitativa con el fin de describir, verificar o generar teoría. En este sentido, Chetty (1996) indica que el método de estudio de caso es una metodología rigurosa que:

- Es adecuada para investigar fenómenos en los que se busca dar respuesta a cómo y por qué ocurren.
- Permite estudiar un tema determinado.
- Es ideal para el estudio de temas de investigación en los que las teorías existentes son inadecuadas.
- Permite estudiar los fenómenos desde múltiples perspectivas y no desde la influencia de una sola variable.
- Permite explorar en forma más profunda y obtener un conocimiento más amplio sobre cada fenómeno, lo cual permite la aparición de nuevas señales sobre los temas que emergen.

- Juega un papel importante en la investigación, por lo que no debería ser utilizado meramente como la exploración inicial de un fenómeno determinado.

Lo anterior permite mostrar la necesidad de apropiarse dicho tipo de estudio teniendo en cuenta todas las ventajas que ofrece para el avance de la investigación.

3.2. PARTICIPANTES Y CRITERIOS DE SELECCIÓN

Los participantes hacen parte de la Institución Educativa CEFA, lugar en el cual las estudiantes se encuentran inscritas en una línea de formación. Aprovechando dicha característica, se seleccionan 10 estudiantes del grado décimo, que hacen parte de las líneas de formación en Ciencias Químicas (grupo 1) y en Salud (grupo 5) de la Institución Educativa CEFA, debido a las facilidades para aplicar la propuesta de acuerdo al horario establecido y los grupos asignados para la realización de la práctica pedagógica.

De acuerdo a lo anterior fue necesario además establecer una serie de criterios que permitieran seleccionar las estudiantes participantes que hicieran parte de ambos cursos, con el fin de enfocar y limitar la mirada bajo la perspectiva del método de estudio de casos. Es así que las estudiantes fueron seleccionadas a partir de los siguientes criterios:

- La dificultad que se les presenta en la comprensión de los conceptos físicos.
- El gusto o inquietud por nuevas formas y alternativas de aprendizaje.
- La falta de motivación o interés por el área de física.
- Que las estudiantes quieran participar de la actividad.

3.3. ESTRATEGIAS SELECCIONADAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Como estrategias para la recolección de información fueron implementadas: el cuestionario, con el fin de realizar un primer acercamiento a la disposición y punto de vista del estudiante frente a

la física y la opción que podría tener el arte como estrategia de enseñanza; la observación no participante, participante y el diario pedagógico, que juntos cumplen una función de seguimiento del proceso sin intervenir de forma directa en el mismo; la realización de un proyecto artístico partiendo del concepto de movimiento que involucra la creación de un zootropo como primer acercamiento artístico; la elaboración de un collage, la observación del concepto de fuerza a través de la escultura y algunos registros fotográficos del proceso de las estudiantes, son actividades que permitieron observar el desempeño y la planeación de un proyecto artístico tanto grupal como individual. Por último el análisis documental como estrategia complementaria con el fin de realizar una comparación y relación de lo práctico con lo teórico y por ende llevar a cabo un estudio más riguroso y preciso.

Se trata de realizar en todo momento una búsqueda práctica que involucre todo un desarrollo teórico, para llevar a cabo una propuesta de investigación que sea enriquecida a partir de la experiencia y la investigación artística, en conjunción con la conceptualización de diversos temas y contenidos del área de física a nivel escolar. En ese sentido, si bien los instrumentos y estrategias diseñadas para la recolección de información, fueron un medio eficaz en cuanto a poder observar ese lado práctico que la propuesta de investigación propone, es una pequeña parte de un sin número de elementos que podrían ser aplicados y distintos a medida que se pretenda apropiarse una práctica artística y un tema de la física determinado.

Es así que los instrumentos utilizados fueron seleccionados de acuerdo a la aplicabilidad que podrían tener en el tema del área de física que estaba vigente en el Centro Educativo. De esta manera pudieron ser apropiados en esta oportunidad y experiencia práctica, pero al ser en algún momento seleccionado otro concepto o contenido será apropiado diseñar otros instrumentos que complementen los anteriores y que permita nutrir la información del proyecto investigativo.

3.4. FASES Y MOMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Con el fin de dar un orden y distribución adecuada a la investigación, se realizó una serie de fases que permitieron orientarla. En un primer momento se realizó una revisión documental que ayudó a la construcción de los antecedentes, en tanto se llevó a cabo una Indagación y revisión

cronológica de la relación arte-ciencia-física y que además aportó a al diseño y aplicación de un cuestionario de indagación como prueba piloto, el cual a su vez se convirtió en un elemento clave para la elaboración de las estrategias y actividades realizadas en el aula por medio de la apropiación de elementos artísticos concretos; dichas actividades fueron planeadas de acuerdo al periodo escolar y sus contenidos, de ahí que junto con el diario pedagógico se convirtieron en un aporte fundamental en pro de la observación no participante y participante.

Como eje central de la investigación y a la par de las estrategias mencionadas antes, se realizó un marco teórico, a través del cual fue posible contrastar toda la información obtenida, tomando en profundidad aquellos conceptos tanto teóricos como históricos que permitieran guiar y desarrollar las categorías de investigación propuestas en un principio, en el que empezó a pensarse el problema de investigación. Al mismo tiempo fue esencial para la búsqueda de propuestas artísticas que si bien no estaban relacionadas explícitamente con la enseñanza y mucho menos con la física, podían aportar desde el estilo, el material utilizado y la expresión.

Con el fin de indagar un poco más en la postura que cada estudiante tomó frente a la posibilidad de relacionar el arte con la física, se realizó la muestra de una película¹¹, en donde fue posible observar las inferencias, ideas, y relaciones que establecían frente a múltiples conceptos de física que eran trabajados en ese momento. De ahí que se aprovechara para realizar de nuevo una observación esta vez no participante y que mostrara la actitud, motivación, creatividad, claridad o confusión en los conceptos físicos y la forma de ver el mundo respecto a lo que aprendió.

3.5. CRITERIOS DE CREDIBILIDAD

Para la formulación del presente proyecto se llevó a cabo toda una serie de pasos que dependían en todo momento de un cronograma y de una organización estructurada y organizada, donde en todo momento el cumplimiento de los objetivos y la rigurosidad investigativa jugaron un papel

¹¹ La película proyectada fue "Tiempos Modernos" de Charles Chaplin, quien fue su director y guionista. Fue producida en 1937, una película muda y musicalizada, en donde se realiza una crítica al capitalismo a la deshumanización y explotación del hombre, mostrando la vida del obrero en la fábrica y la subvaloración del mismo. La película tiene una duración de 89 minutos.

fundamental en su desarrollo. Es así que no solo se contó con el seguimiento de la asesora investigadora y experta en la formulación de proyectos de investigación de corte pedagógico e innovador, sino que además fue puesto a consideración de pares académicos que realizaron aportes y críticas, lo cual permitió realizar una revisión constante y una evaluación de cada parte del proyecto.

Por otra parte y a lo largo de la realización de la práctica pedagógica, fue posible llevar a cabo la presentación del proyecto frente a otros docentes, que si bien algunos de ellos dirigen y guían líneas de investigación diferentes, pudieron realizar aportes y traer a consideración las ventajas y desventajas de llevar a cabo la presente propuesta.

Finalmente este proyecto fue aceptado dentro del concurso para proyectos de menor cuantía, realizado por el Comité para el Desarrollo de la Investigación CODI, convocatoria interna en la Universidad de Antioquia, el cual brinda otro criterio de credibilidad y ayuda de manera significativa en el cumplimiento de las responsabilidades y metas del mismo.

3.6. COMPROMISO ÉTICO

A lo largo de la aplicación de la propuesta de investigación a nivel práctico, se mantiene el respeto por la confidencialidad de los nombres y datos de los participantes. Así mismo se realiza un manejo responsable de los datos y de la información obtenida a partir de las interacciones realizadas en los espacios y lugares autorizados para tal fin.

Es así que el acceso a la información en cualquiera de las etapas de la investigación se dará con la autorización de la investigadora líder y su asesora de práctica. Así mismo la información está disponible y en constante revisión con el fin de tener en cuenta posibles limitaciones que el proyecto pueda tener y que permitan continuar aportando y desarrollando las múltiples posibilidades que podría tener, dado la variedad que existe en el campo del arte y lo que puede brindar en la enseñanza de la física.

3.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

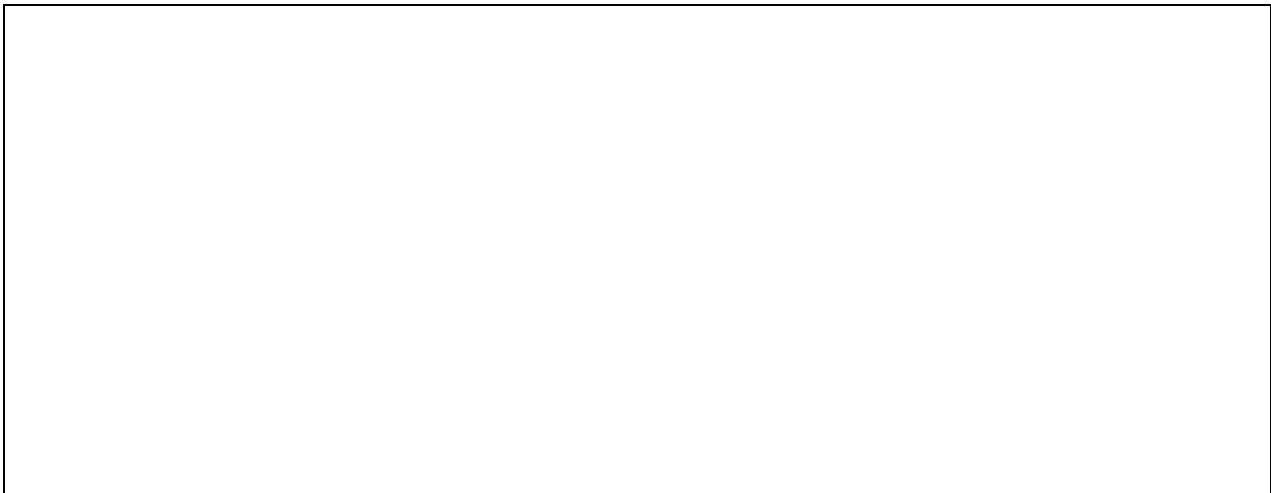
Inicialmente se realiza una recolección de datos a través de un cuestionario, el cual previamente fue diseñado y revisado por parte de un grupo de pares académicos y la asesoría de la docente directora de práctica. Es así que fue aplicado como prueba piloto a veinte estudiantes del grado décimo, procurando que a lo largo de su aplicación se respetara la confidencialidad de las estudiantes y se realizara una selección de manera rigurosa, comenzando por descartar los cuestionarios que no fueron terminados o que fueron mal diligenciados. A continuación se seleccionaron cinco encuestas, basado en las respuestas más completas y que siguieron de manera adecuada las instrucciones del cuestionario mostrando compromiso en su realización.

En la siguiente tabla se muestra una parte del formulario con las preguntas y las correspondientes respuestas por parte de algunas de las estudiantes participantes, con el fin de contextualizar al lector frente al orden y forma del mismo (para ver el diseño del cuestionario en su totalidad, revisar anexos):

Tabla 1. Tabla de preguntas y respuestas, que hacen parte de los cuestionarios seleccionados para el análisis de la información.

PREGUNTAS DE INDAGACIÓN DE CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS	PREGUNTAS DE OPINIÓN
<p>A continuación se presenta una serie de preguntas, las cuales se espera puedan ser contestadas desde su punto de vista, conocimientos o ideas. Conteste de manera clara y resumida:</p> <p>¿QUÉ ES EL MOVIMIENTO?</p> <p>¿DESDE QUÉ MATERIA O ÁREA DEL SABER SE PUEDE APRENDER DICHO CONCEPTO?</p> <p>¿CÓMO SABE QUE ALGO SE ESTÁ MOVIENDO?</p> <p>¿PARA QUÉ APRENDER EL CONCEPTO DE MOVIMIENTO?</p> <p>¿CÓMO LE GUSTARÍA APRENDER EL CONCEPTO DE MOVIMIENTO?</p>	<p>II. Las siguientes preguntas tienen opción de respuesta. Lee y marca con una X tu respuesta</p> <p>f) ¿LE GUSTA LA FÍSICA? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p>g) ¿LE GUSTA EL ARTE? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p>
RESPUESTAS ESTUDIANTE 1	

1. El movimiento es el recorrido de un cuerpo a través de cierto tiempo en una determinada distancia, donde se conocen características como velocidad, rapidez etc.
2. El área de la física.
3. Yo sé que algo se está moviendo cuando cambia de posición, recorre alguna distancia etc.
4. Para tener más claridad y certeza en el mismo concepto y así reconocerlo y poder tener una magnitud de sus características.
5. De manera más innovadora, a mí me gusta la manera en la que lo estoy aprendiendo porque a mí me gustan las cosas más teóricas, teóricas, pero también me gustan las cosas más prácticas, creativas y divertidas.



Las siguientes preguntas tienen opción de respuesta. Lee y marca con una X tu respuesta:

¿LE GUSTA LA FÍSICA?

SI NO

¿LE GUSTA EL ARTE?

SI NO

RESPUESTAS ESTUDIANTE 2

- a). El movimiento es un estudio de posición, distancia, una velocidad, una rapidez, dichas variables interactúan entre sí causando el movimiento.
- b). Mediante las matemáticas, la química, la cinemática, las ciencias.
- c). Cuando observamos algo y tiene dicha interacción con el medio, entre las variables dichas anteriormente.
- d). Para conocer dicha distancia o trayectoria del movimiento de un cuerpo. Para entender las interacciones y cambios de un cuerpo u objeto.
- e). Pienso que el área de física es muy divertida, dinámica y fácil de aprender. Sería bueno trabajar con más experimentos físicos del movimiento, interactuando con el mundo.

II. Las siguientes preguntas tienen opción de respuesta. Lee y marca con una X tu respuesta:

f) ¿LE GUSTA LA FÍSICA?

SI NO

g) ¿LE GUSTA EL ARTE?

SI NO

RESPUESTAS ESTUDIANTE 3

a. Es la que permite describir como se mueven:
Distancia, aceleración, desplazamiento, rapidez, velocidad.
• se puede clasificar en 2 tipos:
Rectilínea o curvilínea.

b. desde la física

c. Por su aceleración y en el cambio de posición

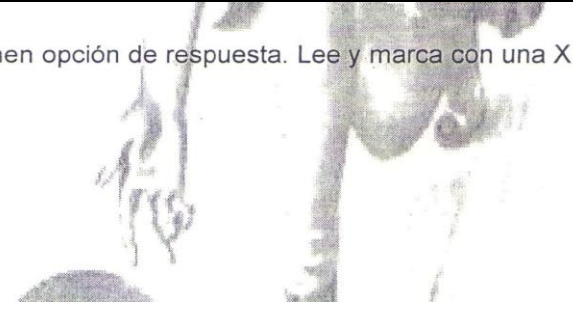
d. Para saber en que posición, a cuanta velocidad realizo los recorridos que se hizo

e. con actividades lúdicas, recreativas

II. Las siguientes preguntas tienen opción de respuesta. Lee y marca con una X tu respuesta:

f) ¿LE GUSTA LA FÍSICA?
SI NO

g) ¿LE GUSTA EL ARTE?
SI NO



La información recuperada a través de la prueba piloto fue analizada de acuerdo a una serie de categorías de investigación planteadas y con base en ello fue posible diseñar las actividades artísticas y manuales realizadas en el aula de clases con ambos grupos de décimo grado.

Como primera categoría de investigación se tiene la apropiación de algunas perspectivas artísticas de la física escolar, en donde se trata de buscar específicamente desde la pintura, la ilustración, la fotografía, la escultura y cinematografía, una forma de ser adaptadas para encontrar un punto de encuentro con la física; así mismo a partir de un análisis documental se tienen en cuenta otras propuestas en donde se aborda alguna temática desde la física, desde un tipo de mirada o perspectiva artística. En una segunda categoría se trata de identificar qué contenidos de la física pueden ser mostrados desde una visión artística, en particular el concepto de movimiento. Finalmente una tercera y última categoría aborda la formación integral y cómo a su vez la formación científica en unión con la formación estética aporta a la formación del sujeto, transformando su forma de ver el conocimiento y como lo relaciona con el mundo.

A continuación se muestra un cuadro donde aparecen las categorías y subcategorías de análisis, que fueron el referente tanto para el diseño como para el análisis de la información obtenida:

Tabla 2. Categorías y subcategorías de investigación con su respectivo plan de análisis, este último se muestra de manera general a través de unas fases o momentos que guían el análisis de resultados por categoría.

PRIMERA CATEGORIA: Apropriación de algunas perspectivas artísticas para la enseñanza de la física escolar	
SUBCATEGORÍAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. La pintura, la escultura, y la cinematografía su aplicación en la física escolar. 2. Otras propuestas de trabajos rastreados alrededor de diversos contenidos de física en relación con algunas perspectivas artísticas.
PLAN DE ANÁLISIS	<ul style="list-style-type: none"> • Se analizan las diversas temáticas que pueden tener un fundamento artístico, eliminando la idea de realizar en todo momento una enseñanza desde lo teórico o lo numérico. • Se evalúa el Interés que suscitan las perspectivas artísticas seleccionadas para fines de la aplicación de la propuesta en conjunción con la curiosidad y ganas que los estudiantes participantes muestran para involucrarse con el arte. • Se da una resignificación de la física, proponiéndose un conocimiento frontera.
SEGUNDA CATEGORIA: Conceptos físicos enfocados desde el arte	
SUBCATEGORÍA	El concepto de movimiento usando algunas perspectivas artísticas
PLAN DE ANÁLISIS	<ul style="list-style-type: none"> • Qué tanto logra aportar las actividades al aprendizaje del concepto de vector, movimiento y Leyes de Newton. • La disposición que las estudiantes tienen para realizar trabajos manuales. • La motivación y el interés que reflejan las estudiantes a través de la construcción y funcionamiento del zootropo, la elaboración del collage, la pintura y la creación de historietas. • Cómo aportan las prácticas artísticas mencionadas en el aprendizaje de los conceptos de vector, movimiento y Leyes de Newton.
TERCERA CATEGORIA: Formación estética en relación con la formación científica, hacia una formación integral	
SUBCATEGORÍA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formación estética 2. Formación Científica 3. Formación integral
PLAN DE ANÁLISIS	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de los vacíos que existen en la formación científica que se le brinda al estudiante y los aportes que parece brindar la formación estética en ello. • La formación del sujeto como ser diverso que consta de un acervo psicológico, físico, químico, social, cultural, etc. • Tratar de abordar los siguientes interrogantes: ¿Cómo se puede fortalecer la formación estética de los estudiantes?, ¿Cómo empalmar la formación estética y científica en pro del aprendizaje de la física?, ¿Cuándo se habla de una formación integral de acuerdo al tipo de estudiante que la institución pretende formar?

Fuente: Elaboración propia

Parte de las conclusiones obtenidas luego de la aplicación de los instrumentos, fueron aportadas en parte por el análisis del cuestionario en términos del diseño de las actividades en el aula para realizar un contraste entre las respuestas, la disposición y motivación que mostraron las estudiantes a lo largo de la aplicación del proyecto artístico y el impacto que generó, con el fin de constatar la posibilidad de incorporar el arte en la física. Es así que además de las experiencias artísticas manuales, fue posible llevar un registro en todo momento no solo de algunas reflexiones hechas en la observación a través del registro en el diario de campo, sino también de las actividades escritas que complementaban y daban fundamento y sentido al trabajo que las estudiantes realizaban con el pasar de las sesiones. Dentro de las actividades desarrolladas estuvo la de realizar una composición escrita por parte de las estudiantes y la elaboración de un taller práctico artístico basado en una serie de preguntas con un enfoque físico a partir de la interacción de las estudiantes; lo anterior incidió directamente en el proceso de triangulación con el cuestionario. Es importante resaltar para el caso del cuestionario que la valoración de la información se hizo empezando por observar durante la aplicación de la prueba, la motivación que desde el título mismo podía generar en las estudiantes participantes, el hecho de tener una alternativa que de entrada se mostrara rara o atrevida como lo es involucrar el arte; a partir de ahí fue recibida con mucho interés y aproximadamente el 98% de las estudiantes coincidieron en sus respuesta respecto al gusto por el arte y la física, he aquí un primer filtro de análisis. En ese sentido las cinco encuestas mostraban un tanto de desconocimiento y conceptos que las estudiantes tomaban de la vida cotidiana para responder a las preguntas, de ahí que respuestas asociadas directamente a las definiciones estudiadas en el aula de clase se perdían o mostraban ser confundidas y no ser claras a la hora de definir un concepto y por ende fenómeno del movimiento. Con base en lo anterior y teniendo en cuenta que la temática central vista en esa época del año en la institución era el concepto de movimiento y Leyes de Newton, fueron diseñadas las actividades de corte artístico mencionadas en líneas anteriores. Para el caso de la actividad de creación de un instrumento u objeto como el zootropo, que hace parte de la historia cinematográfica y que aborda el movimiento de imágenes para crear una ilusión óptica de movimiento, se diseñó toda una serie de instrucciones gráficas que permitiera a través de dibujos mostrar los cortes, materiales y medidas sugeridos para la realización del zootropo (para conocer las instrucciones y sus gráficos ver anexo), lo anterior con el fin buscar que el grupo no se dispersara en la construcción y trabajo manual y además permitiera una alternativa de sondeo de

la capacidad de análisis a través de dibujos y gráficos. A partir de ello se acompañó la actividad con preguntas dirigidas a la observación y funcionamiento del objeto y cómo en su trasfondo estas integraban la necesidad de las estudiantes vincular lo que observaban con algunos conceptos que en física habían abordado.

No obstante la actividad del zootropo permitió dejar en claro la dificultad de expresión y de análisis que tienen las estudiantes para entender y abstraer información que les permita llevar a cabo la tarea encomendada, pues fue común encontrar que las estudiantes constantemente preguntaran acerca de los gráficos y cuáles eran las medidas indicadas; sin embargo buena parte del grupo, trabajó de manera colaborativa repartiendo tareas que les permitía entender con más calma lo que se les pedía. Se trató en todo momento de dejar que las estudiantes exploraran su imaginación y expresión creativa a la hora de construir, la forma en la que manejaban el material y el aprovechamiento del mismo.

Al finalizar con la actividad del zootropo y luego de evaluar diversos elementos de tipo de diseño, creatividad, manejo de herramientas, capacidad de transformación y autonomía para el manejo del material, se les propuso la creación de una composición escrita a partir de una frase alusiva al concepto de movimiento, con la cual se pretendía observar cómo tomaban una postura frente a la afirmación y qué de cierto o de falso tendría de acuerdo a las vivencias y aprendizaje que hasta el momento tendrían del concepto de movimiento. Fue sorprendente ver la cantidad de conceptos que tienen en cuenta, pero aún más la falta de relación que tienen unos con otros, es decir, se observó en la mayoría de estos escritos la confusión y falta de claridad frente a lo que aprenden y el desconocimiento que tienen principalmente de la historia y la transformación de la ciencia y por ende de los conceptos a lo largo del tiempo. Se encontró además una dificultad enorme de expresar con palabras su pensamiento y ello es preocupante en términos de ser el tipo de comunicación más utilizada de acuerdo al enfoque académico que acostumbran trabajar.

La interacción en todo momento por parte de las estudiantes con un tipo de expresión y enfoque diferente, permitió mostrar que la motivación es el punto de partida para mejorar el proceso de aprendizaje que se imparte en áreas del saber tan densas como la física, ya que si bien se observó problemas para comprender en un principio las actividades, quedó claro que incentivar la

imaginación y la expresión gráfica en las estudiantes funcionó para tratar de transformar y mejorar la enseñanza de diversos temas.

A continuación, se muestran algunas de las reflexiones del diario de campo en la sesión central de aplicación de la propuesta; así mismo algunas de las respuestas de las estudiantes participantes en el desarrollo del taller luego de la construcción artística de un instrumento como el zootropo y por último algunas de las composiciones escritas basado en una frase que hace referencia a la naturaleza de un concepto como el movimiento, tan amplio y actual en el momento de la realización de la práctica:

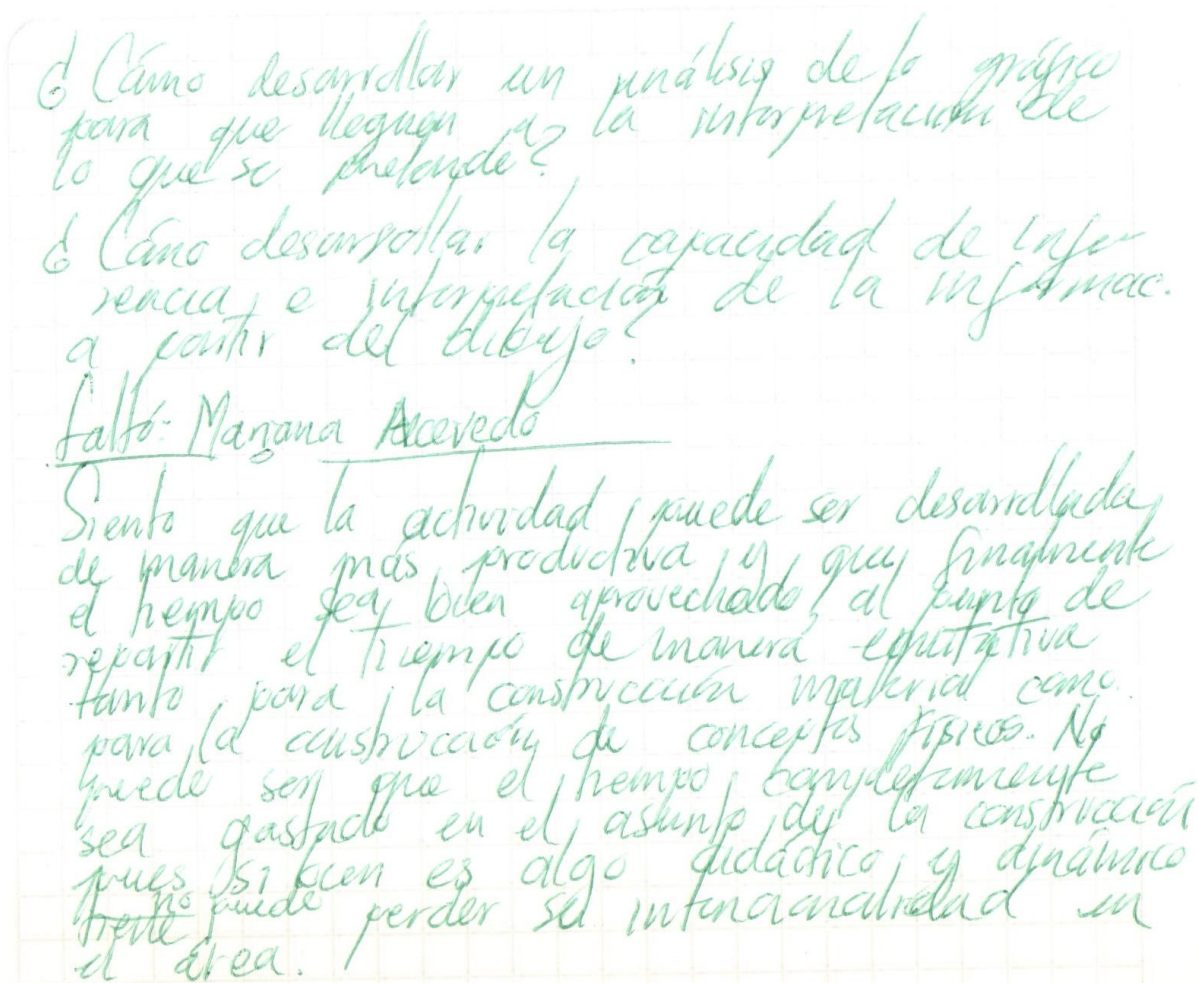


Figura 3. Algunas anotaciones en el aula de clase, durante una observación del desarrollo y comportamiento de las estudiantes para organizar y construir el material y las actividades artísticas. En estas reflexiones se intenta realizar un seguimiento de la viabilidad y aprovechamiento del tiempo y cómo se logra el aprendizaje de los conceptos físicos a trabajar.

2^{da} sesión (6:00 am, 10 de mayo de 2013. CQ1.
 Aplicación de la primera actividad.
 "¿Cómo hacer un zootropo?"
 Observaciones de la actividad
 Las estudiantes entienden con facilidad la
 guía a excepción de las gráficas que irónica-
 mente perjudican, clarificar el proceso de
 elaboración del zootropo. Note que el
 trabajo en grupo es colaborativo, sin embargo
 no hubo mucho entusiasmo en la elaboración
 de la actividad.
 Debo revisar la manera en la que se están
 proponiendo las gráficas explicativas y la ma-
 nera en la que se está trabajando el tema
 de movimiento a través de la actividad
 manual. ¿Qué tanto vale la pena la elaboración
 o trabajo artesanal frente al material para
 imprimir?

¿Llegar a concepto al mismo tiempo que se
 concluye dicha actividad?
 Si bien las estudiantes se muestran dispuestas
 a trabajar en equipo, no parecen estar
 lo suficientemente interesadas en la
 actividad o al menos eso es lo que
 se nota (o siento).

Figura 4. Observación del desarrollo de la actividad manual en la construcción del zootropo y el manejo de la guía gráfica para su elaboración. La interacción de las estudiantes frente a la información gráfica reflejó problemas de abstracción de información y análisis de gráficas, al igual que la dificultad para seguir recomendaciones que se enfocan en guiar el trabajo artístico. Se reflexiona frente al desarrollo e impacto motivacional de la actividad.

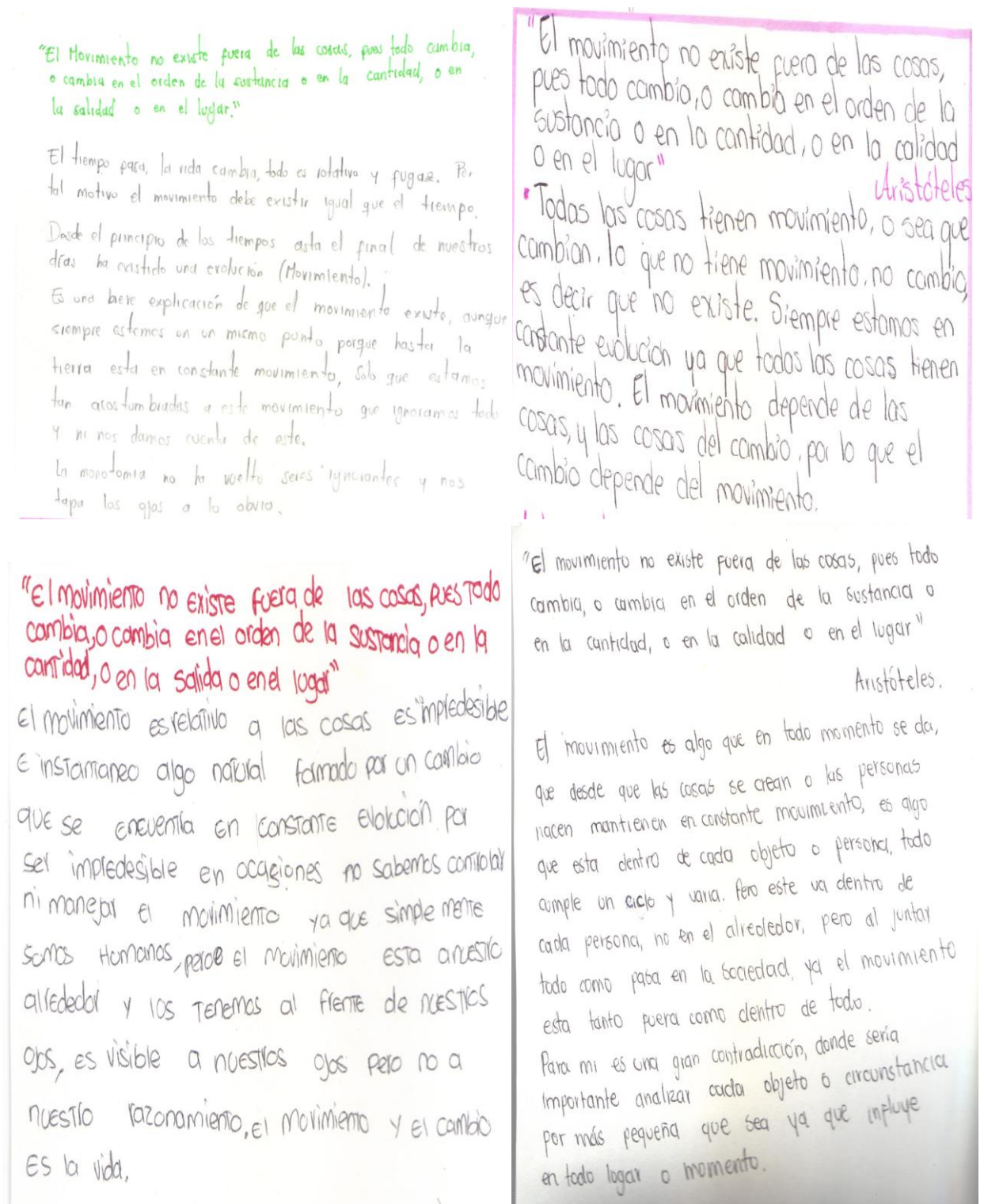


Figura 5. Cuatro composiciones escritas de algunas de las estudiantes participantes, en ellas puede reflejarse la dificultad de expresar su conocimiento conceptual del movimiento a través de la escritura, desde la creación de un texto y partiendo de una frase inspiradora.

El zootropo, el movimiento y la creatividad: Entre el arte y la Física.

1. ¿Qué pasa con las imágenes?
 - Al girar el zootropo podemos observar como las imágenes se unen para formar una secuencia y así se ve el movimiento.
2. ¿Por qué hay una sensación de movimiento?
 - Porque al moverse rápido las imágenes que tienen una secuencia se crea una ilusión de movimiento con ayuda de la luz y las rendijas por donde observamos la imagen.
3. ¿Es el movimiento una ilusión?
 - Si lo es, aunque las imágenes tengan una secuencia no se crea el movimiento hasta tener la luz y un espacio reducido como lo son las rendijas para ver la imagen.
4. ¿Qué tan importante son las rendijas y cuál es la intención que estén allí?
 - Primero es por estas que observamos las imágenes, segundo si estas estuvieran a mayor distancia y más grandes se perdería la ilusión de movimiento o se hace más lento el movimiento.
5. ¿Qué relación hay entre las rendijas y el número de imágenes? ¿la distancia entre rendija y rendija y el tamaño de cada cuadro de cada imagen tiene relación?
 - Si hay, si las rendijas se agrandan la ilusión de movimiento se perdería, al igual que con las imágenes

APX®

6. ¿Por qué crees que las rendijas son tan pequeñas? ¿qué pasa si las rendijas se agrandan?
 - Porque las rendijas son las que dan la ilusión de movimiento, si se agrandan perdería la ilusión
7. Con base a lo anterior ¿qué tipo de movimiento podrías identificar?
 - Movimiento circular.

Figura 6. Imagen de preguntas y respuestas de la interpretación, observación e interacción que las estudiantes tuvieron con el zootropo luego de ser construido. En las respuestas puede verse la relación que logran establecer con conceptos físicos, en particular con el movimiento, la luz y el movimiento circular. Así mismo hablan sobre la constitución del instrumento y las partes de las cuales consta y como cada una de ellas aporta para ver el movimiento de las imágenes.

SOLUCION TALLER ZOOTROPO

- 1- Se nota que las imágenes se mueven en forma de secuencia a medida que se va girando.
- 2- Por factores como la luz, las rendijas, la giración y lo más importante que las imágenes están hechas a secuencia.
- 3- Sí y no.
Sí porque las rendijas y la giración ayudan a que se cree cierta ilusión óptica.
No porque el dibujo como ya se a dicho tiene una secuencia; por lo cual al haber movimiento se debe crear más movimiento por parte de la imagen.
- 4- Son importantes porque a través de ellas se puede ver la imagen y separan las distintas imágenes para que se note la secuencia.
- 5- La relación entre las rendijas y la imagen es la ya explicada en el punto cuatro, ya que existen el mismo número de rendijas e imágenes; la distancia entre rendija y rendija es para aumentar el efecto de movimiento y el tamaño del cuadro también hace parte del efecto; hay una relación directamente proporcional ya que depende del tamaño de la rendija del tamaño de los cuadros.
- 6- Si las rendijas se agrandan ya no se produciría el mismo efecto visual, se tendrían que agrandar también las imágenes.
- 7- Es movimiento cinemático y con ilusión.
- 8- Es cuando la ilusión óptica hace que una cosa que está quieta se vea aparentemente en movimiento.
- 9- Es un cambio de posición de acuerdo con un observador físico; se observa una gran relación ya que el movimiento del zootropo se aprecia dependiendo de donde se mire.

Figura 7. Imagen de la interpretación y observación que otro grupo de estudiantes pudo hacer a partir de la interacción con el instrumento. A diferencia de las respuestas anteriores mencionan además el concepto de movimiento cinemático, sin contar además con la ilusión óptica.

Otras actividades llevadas al aula con otro grupo de participantes, fue la elaboración de la historieta y realización de un taller a partir de la lectura de historietas y la observación de la escultura y la pintura como contenidos enriquecidos de conceptos físicos. En este caso el tema bajo el cual se llevo a cabo las actividades fue el concepto de fuerza y de vector, donde se pretendía que las estudiantes construyeran sus respuestas de manera oral y gráfica. La implementación de este tipo de estrategia fue oral y más libre en tanto no se les exigió o propuso una serie de instrucciones o sugerencias, sino que por el contrario se les dejó a su propia responsabilidad el diseño y construcción de una historieta siendo la única exigencia el tema de vectores y cómo las ilustraciones que realizaran debían dejar ver el concepto de vector de forma clara y dirigida a cualquier lector o espectador que quisiera leerla. Con este trabajo fue organizada una exposición donde cada grupo explicaba su obra y valoraba el nivel de claridad que la historieta ofrecía al espectador.

La actividad anterior dejó en claro la falta de riesgo que las estudiantes tienen a la hora de crear o construir una idea y cómo el cambio de expresión frente al aprendizaje, supone un reto difícil por la costumbre que se tiene de aprender de una manera más asociada a lo teórico. Un gran contraste con lo anterior es el miedo a la equivocación al adoptar un dibujo como medio de aprendizaje o de exposición de una idea, al igual que la libertad de trabajo se traduce en un elemento más que añade complejidad a una tarea. Es decir, que la falta de iniciativa por parte del estudiante permitió realizar un sondeo frente a cómo adoptar una sola forma de enseñar, acostumbra al estudiante y lo pone en una zona de “confort” donde no opinar es la salida rápida para que el docente exponga y conteste todas las preguntas que se tenga acerca de un tema, lo que mata de entrada la capacidad investigativa que podría tener el estudiante y por ende la capacidad de asumir el reto y el riesgo de explorar nuevas alternativas de aprendizaje que desarrollen el lado creativo.

Cabe aclararse que la experiencia práctica no fue el análisis central de la investigación y más bien fue realizado en términos de hacer un ejercicio práctico a modo de experimentar una pequeña parte de lo que la propuesta pretende desarrollar, debido al tiempo dispuesto para tales efectos; es así que el principal componente del análisis de resultados fue determinado por el análisis documental y de contenido, realizado a partir de las categorías, con la intención de indagar por

alternativas de enseñanza de la física desde las perspectivas artísticas inicialmente propuestas, partiendo de la búsqueda de artistas y técnicas que permitieran pensar una posible adopción dentro de un contenido determinado en física de acuerdo a su carga conceptual, lo cual es precisamente la intención de la presente investigación (ver figura 8.).



Figura 8. Esquema de triangulación de la información obtenida a partir de los instrumentos.
Fuente: Elaboración propia

Se trata entonces de una investigación con una gran carga teórica, en tanto trata de englobar todo aquello que el arte propone, para ingeniarse la manera de llevarlo a la enseñanza conceptual de la física en principio de algunos contenidos, pero con la ambición de aplicarlo a todos los contenidos del área a nivel escolar. Es por eso que cabe mencionarse e insistir en que esta es un primer acercamiento a ese ideal.

En ese orden de ideas se sigue con el proceso de triangulación, entre la información obtenida desde la intervención en el aula (la cual incluye, además del cuestionario y la composición, las observaciones y el diario de campo) y el marco teórico, con el fin de realizar una reflexión frente a la importancia y contundencia o no de dicha propuesta, algo que va directamente relacionado con la motivación (concepto clave dentro de las investigaciones revisadas). El análisis documental y de contenido a su vez será contrastado con lo anterior para dar cuenta a partir de esta experiencia, la posible viabilidad y contundencia en pro de la formación integral del sujeto.

3.7.1. PRIMERA CATEGORÍA: APROPIACIÓN DE ALGUNAS PERSPECTIVAS ARTÍSTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA ESCOLAR

3.7.1.1. La pintura, la escultura y la cinematografía su aplicación en la física escolar

Como primera subcategoría, la intención es mostrar cómo algunas expresiones artísticas ayudan a cambiar la forma de ver y percibir en este caso la física, en tanto se trata de una perspectiva de arte visual, que parte de la imagen para mostrar una postura o expresar algo por parte de quien lo crea. Lo especial de ello es que no solo se trata de llevar a cabo la organización de unos elementos o herramientas a través de una técnica determinada, sino el reflejo de los fenómenos o conceptos físicos que detrás de la imagen prevalecen como si estuvieran ocultas pero al observar detalladamente allí se encuentran para ser descubiertas, tal cual los fenómenos en física y la naturaleza a grande o pequeña escala.

No es en vano que se hable de trabajos investigativos que involucran la ilustración como una alternativa más amena y creativa de enseñar física, como es el caso de una investigación denominada: “The Art of physics: using cartooning to illustrate Newton’s laws of motion” realizado por Spevak (2008), quien menciona que para hacer mucho más agradable la clase y que sea menos orientada al cumplimiento de tareas, ha desarrollado lecciones que permiten a sus estudiantes construir y expresar su comprensión frente a las Leyes de Newton, por medio de dibujos animados o caricaturas. A través de las ilustraciones es posible darse cuenta de los verdaderos vacíos o falta de comprensión de un concepto por parte del estudiante.

En ese sentido es fundamental cómo se percibe un fenómeno de manera visual para luego ir más allá de lo que se observa y tratar de modelar la situación por medio de las expresiones matemáticas apropiadas. Así mismo la fotografía y la pintura brindan una alternativa similar que permite incluso conocer las características de un instrumento como la cámara fotográfica que en su funcionamiento involucra conceptos físicos, al igual que para el caso de la pintura, cómo interviene la teoría del color.

Así mismo la escultura brinda elementos como la modelación y el trabajo en conjunto de las manos y la mente, la observación hace parte fundamental de este tipo de representación artística y puede brindar elementos físicos más reales respecto a los fenómenos físicos.

3.7.1.2. Otras propuestas de trabajos rastreados alrededor de diversos contenidos de física en relación con algunas perspectivas artísticas

Luego de realizar un sondeo bibliográfico de investigaciones que proponen una relación entre algunos temas concernientes a la física y el arte, la gran mayoría contaban con una relación desde la óptica trayendo a colación instrumentos usados en épocas como el renacimiento, con el fin de proyectar imágenes y agrandarlas para dibujarlas, artefactos que usan como elemento central la luz y dan una explicación evidente del por qué se puede hablar de arte y ciencia, en este caso de óptica en relación con el arte y la proyección de imágenes.

Es el caso del Dr. Ismael Núñez, docente adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República en Montevideo, Uruguay, quien realiza una charla de divulgación en el 2011, llamada “Luz y sonido: La física y el arte”, donde habla sobre la incidencia de la física en la creación artística desde orígenes remotos y como en culturas como la egipcia, griega y romana, los arquitectos y escultores hacían uso del conocimiento que tenían sobre la estática, para construir sus edificios y monumentos artísticos. Así mismo el Dr. Núñez, discute sobre los avances en físico-química y en Óptica en el siglo XIX, que ofrecieron la posibilidad de registrar imágenes de sucesos como una maravillosa forma de “viajar al pasado” a través de la fotografía.

De igual manera los descubrimientos para capturar el movimiento de imágenes dio lugar a los primeros orígenes de la cinematografía. La introducción de nociones como la teoría del color y su construcción teórica revolucionó la fotografía y el cine. Cómo los anteriores son muchos los ejemplos a través de la historia que el Dr. Núñez ejemplifica como es el caso del desarrollo de la acústica y su aporte al desarrollo de los instrumentos musicales.

Otra de las investigaciones que permiten valorar el trabajo de creación artística y que como vimos en renglones anteriores está en constante diálogo al parecer con la ciencia y más específicamente

en este caso con la física, es el trabajo investigativo de Bondía (2010), llamado “El Arte de cada día: proyecto educativo para la escuela de hoy”, en el cual se hace más evidente el acercamiento del arte a la dinámica educativa, pero de una forma general es decir no integrado al contenido de un área en específico, sin embargo reconoce el progreso o cambio y transformación del conocimiento a partir de ello. Al respecto Bondía (2010), menciona:

El principal objetivo que perseguimos es el de crecer rodeados de arte y hacer de ello algo cotidiano para los alumnos. «El Arte de cada día» tiene como base la idea de ser educado en el lenguaje visual. En saber ver y leer una imagen para poder comprender el mundo eminentemente visual en el que nos toca vivir. Esto nos aporta un bagaje visual que favorece la creación de conocimiento y lo valida para la expresión, el entendimiento y disfrute de ese lenguaje tan ligado a la cultura y al ser humano desde que nacemos (dibujamos antes que escribimos). (p.4)

A lo largo de la investigación se muestra una forma de buscar la interacción de los escolares con algunos artistas invitados para acercar el arte a ellos, pero además pretende ayudar a los sujetos a tomar una postura frente al mundo y al mismo tiempo a valorar su individualidad en tanto su forma de pensar, expresarse y actuar es única. Vemos aquí el reflejo de lo que puede llamarse una formación integral, en la que no solo se trata de dar a conocer un contenido, se trata de saber cómo usarlo en la vida.

Como estos trabajos muchos más fueron rastreados y aportan de alguna manera a entender el sentido que tiene la propuesta y la importancia de apropiarse del arte en la física, en principio a nivel escolar. La idea de esta segunda subcategoría es mostrar cómo la relación arte-física se ha pensado en ámbitos diversos o como en el caso de la última investigación mencionada, comienza una preocupación por recurrir a la creación y expresión del sujeto como individuo para desenvolverse en una comunidad, se reconocen los beneficios de la mirada artística en la escuela.

3.7.2. SEGUNDA CATEGORÍA: CONCEPTOS FÍSICOS ENFOCADOS DESDE EL ARTE

3.7.2.1 El concepto de movimiento usando algunas perspectivas artísticas

Para el caso de esta subcategoría, fue precisamente alrededor de ella que se realizó la experiencia de aula, siendo este uno de los temas centrales que hace parte del contenido del área de física a nivel general o con la profundidad exigida de acuerdo a la modalidad del grupo con el cual se esté trabajando. Es así que fue un tema que se exploró con más detalle, pues fue posible aplicar las actividades artísticas partiendo de la realización de un instrumento para el movimiento de imágenes en los inicios de la cinematografía, como es el zootropo. Este instrumento consta de un tambor giratorio en cuyo interior se acomoda una secuencia de imágenes en una cinta de papel, de manera que al girar el tambor el cual a su vez consta de unas pequeñas ventanas por las cuales se puede ver al interior del mismo, se puede observar las imágenes que ahora parecen ser un solo objeto en movimiento.

La construcción de dicho instrumento, permitió poner a prueba la noción de movimiento, en tanto ahora surge la idea de que posiblemente este sea dado por la ilusión óptica y poner esta idea en contraposición con el concepto de movimiento desde la física, hace que pueda generarse controversia o discusión al respecto. ¿Qué pasa con las concepciones que se tiene frente al movimiento?, ¿cómo se relacionan ambas formas de ver el movimiento? Estos y otros interrogantes pueden llevar a que las reflexiones se sitúen en un ámbito más real o consciente, en tanto el estudiante se pregunta por la forma en la que normalmente vive este fenómeno y cómo podría describirlo.

Por otra parte en el trabajo de investigación realizado por Moreno de Redrojo (1998) titulado: “Movimiento, mecánica y arte: momentos posibles para un arte cinético”, aborda no solo el concepto del movimiento visto desde la física, se toma en cuenta dicho concepto desde lo real, desde lo que se observa, lo que se logra apreciar e interpretar del mismo, es decir lo que sugiere el movimiento y lo que entendemos por él. En el siguiente aparte puede elaborarse una idea más clara no solo frente al objetivo mismo de dicho trabajo, sino el significado que en la presente investigación inspira tal postura, Moreno de Redrojo (1998) menciona como objetivo central:

...como principio del movimiento podemos dar inicio a este trabajo, donde el Arte Cinético se va a convertir en el punto de mira a lo largo de todo el recorrido y donde vamos a tratar a ese fenómeno, **movimiento**, como factor o elemento principal, que estará presente a lo largo de todo el trabajo y, a la vez, nos va a servir como nexo de unión entre los otros dos términos que hemos

empleado en el título (mecánica y arte). Términos que queremos enlazar, de alguna forma, para justificar o dar contenido a esa idea de Arte Cinético, como un movimiento artístico interesado en su expresión a través del mundo de la técnica y de la ciencia; donde la mecánica o la ingeniería, como disciplinas representantes de las funciones prácticas e intelectuales que van a tener que ver con todo lo relativo al estudio del movimiento y su materialización a través de las máquinas, nos van a ofrecer con éstas y la idea de su función y desarrollo, el marco adecuado para el surgimiento de un nuevo arte. (p.7)

Desde este punto de vista podría decirse que una opción para entender el concepto de movimiento estaría dada por el Arte Cinético, que puede aportar herramientas fundamentales para clarificar el concepto de movimiento en el arte y la física. Este punto de vista permitió por parte de las estudiantes la realización de imágenes con movimiento, en donde era claro a través de ellas darse cuenta de la noción de movimiento instaurado, en cada una.

3.7.3. TERCERA CATEGORÍA: FORMACIÓN ESTÉTICA EN RELACIÓN CON LA FORMACIÓN CIENTÍFICA, HACIA UNA FORMACIÓN INTEGRAL

3.7.3.1. formación estética

Antes de mencionar la formación estética en todo el sentido de la palabra, es importante hablar un poco de la formación del sujeto desde la perspectiva de Farina (2005) que toma base en el pensamiento de Foucault, mencionando:

De este modo la formación del sujeto surge como una práctica de los modos de ver y nombrar las formas de la experiencia en la que ese sujeto se configura. Pues, en Foucault, la formación del sujeto se entiende como una práctica de sí que produce saber, y se asume como una tarea a realizar. (p.21)

Como se observa en este apartado, el sujeto está atravesado por la experiencia y de ella depende la formación del mismo. Ahora bien, la estética de acuerdo a Dewey (citado en Paredes, 2009), “se comporta como experiencia educativa al ser la que cualifica de manera más profunda los juicios críticos que se hacen frente al mundo” (p. 2). En la anterior afirmación puede verse la

relación que existe entre la formación, la estética y la experiencia, elementos fundamentales como parte de una visión artística educativa.

En términos nuevamente de Farina (2005), se refiere a la formación estética como:

Por eso intento atender a lo que hace el arte actual con la noción de sujeto, a cómo expone esta noción a la experiencia misma de los sujetos. Este planteamiento enfoca los procesos de formación estética del sujeto actual. Y entiende la formación no sólo como aquello que se lleva a cabo en las escuelas o instituciones de enseñanza, sino como aquello que configura las maneras como nos relacionamos cotidianamente con nosotros mismos y nuestro entorno. Los procesos de formación conciernen a cada individuo y al mismo tiempo le ubican como un fenómeno colectivo. En estos procesos se genera un conjunto de maneras no sólo de hacer, sino de entender las cosas en nuestra vida cotidiana, se genera nuestra experiencia misma. (p. 4)

De ahí que la formación estética aporte ese valor individual y a la vez social basado en la experiencia, que es en pocas palabras el aporte que desde el arte puede hacerse al aprendizaje de contenidos de física que necesitan ser referenciados en la realidad y se buscan sean identificados por los estudiantes en su entorno y contexto social.

3.7.3.2. Formación científica

Esta subcategoría, tiene en cuenta los resultados del análisis de la información obtenida desde la experiencia aplicada en el aula, resaltando que en definitiva la formación en ciencias y específicamente en física es baja y en el estudiante no se está generando un significado claro de los conceptos que se abordan en clase. En esa misma línea la solución de problemas a partir de modelos matemáticos es mecánico y es asociado al cumplimiento de un deber académico, el estudiante no ve otras alternativas que puedan ser conjugadas con lo que aprende de la física.

Por otra parte es posible que sea muy riguroso hablar de Formación científica en estudiantes de secundaria, donde de acuerdo al sistema educativo, el programa de física y química en Instituciones de carácter oficial es iniciado a partir del grado décimo, sin haber realizado una introducción de temas que se complejizan por el nivel con el cual llegan a este grado.

3.7.3.3. Formación integral

Si bien la formación científica tiene grandes vacíos, tomando como referente la Institución donde se realizó la práctica, a pesar de las modalidades que ofrece para llegar a profundizar de acuerdo a los intereses de las estudiantes, puede utilizarse de acuerdo a estas líneas de profundización, es decir, de acuerdo al ideal de persona a formar propuesta por la institución, la implementación en el área de la física de una alternativa de enseñanza a través del arte, principalmente en las modalidades cuya carga conceptual exige más trabajo y análisis por parte de las estudiantes.

La formación estética en unión con la formación integral, podrían ofrecer una visión más profunda y contribuir a formar una postura más crítica frente al contexto social, inspira la valoración de su entorno y su propio proceso de aprendizaje. Desde esta perspectiva sería apropiado repensar la formación integral, para saber cuáles elementos son fundamentales y necesariamente deben hacer parte de ella, para que la experiencia educativa desde un área del conocimiento como la física pueda tomar un enfoque con sentido más cotidiano y que ofrezca alternativas más enriquecidas desde el interés que suscita para cada persona; ahí es donde la experiencia estética cobra vida en tanto cobra vida el individuo y su forma de expresar lo que vive sin desconocer la colectividad.

4. CONCLUSIONES

EL ARTE COMO ELEMENTO MOTIVADOR PARA LA ENSEÑANZA DE ALGUNOS CONCEPTOS FÍSICOS A NIVEL ESCOLAR

Partiendo de la idea de realizar una propuesta alternativa para la enseñanza de la física a nivel escolar con la implementación e integración de algunas perspectivas artísticas, se logró captar el interés de las estudiantes, a pesar del poco gusto que en ocasiones genera el área en cuestión; mostraron resultados favorables frente al trabajo colaborativo, atención, creatividad y realización de un proceso artístico para abordar el concepto de movimiento. Se confirmó el supuesto de que los estudiantes necesitan y responden positivamente frente a un cambio y una nueva forma de aprender los contenidos correspondientes a una de las áreas que ellos identifican como “dura”. La propuesta investigativa fue innovadora y llevó a que las estudiantes manifestaran un gusto por la forma en la que fue diseñada la clase.

EL PROCESO CREATIVO, LA ASIMILACIÓN DE CONCEPTOS FÍSICOS DESDE EL ARTE Y LA MOTIVACIÓN

Frente a la forma en la que se llevó a cabo el proceso creativo para la construcción de la propuesta artística, con base en el zootropo un instrumento cinematográfico para generar movimiento en las imágenes, fue concluido con éxito por las estudiantes realizando un trabajo colaborativo; sin embargo es necesario reconocer que fue de gran dificultad para ellas el manejo de material manualmente, a pesar de recibir algunas guías previamente para darles una idea frente a la forma y al funcionamiento. Por otra parte en algunos momentos se generó desorden y mostraban frustración frente a la planeación y organización del proyecto.

La motivación fue buena, pero a pesar de ello algunas estudiantes no se sintieron inspiradas por las actividades, manifestaban actitudes y comentarios desfavorables, sin embargo en ocasiones lograron unirse al equipo de trabajo y continuar desarrollando la actividad con entusiasmo.

LA FORMACIÓN ESTÉTICA, LA FORMACIÓN CIENTÍFICA HACIA UNA FORMACIÓN INTEGRAL

De acuerdo al análisis de la información, fue posible situar la formación estética en un lugar preponderante ya que ofrece la posibilidad de impulsar la formación integral y más autónoma por parte del sujeto. En ese sentido la formación científica también puede crecer en tanto se le muestre al estudiante la ciencia en este caso la física como algo inacabado y que se encuentra en conexión con todos los ámbitos sociales.

Respecto a este punto, puede ser ampliado en la medida que se vaya realizando una observación y análisis más profunda del actuar del sujeto en la medida que propuesta se desarrolle de forma más extensa, para observar los intercambios e interacciones de los estudiantes con los contenidos, consigo mismo y con los demás.

LOS RESULTADOS LOGRADOS

De acuerdo con los propósitos trazados desde un principio, fue claro ver como la propuesta ofrece una alternativa innovadora para la enseñanza de la física, utilizando el arte como elemento clave en el aprendizaje y formación del estudiante desde una perspectiva sensible que involucra lo estético con lo científico que pueda apuntar a una formación integral del estudiante. Poder observar el progreso de los estudiantes frente partiendo del interés y la motivación que manifiestan no solo desde su comportamiento o su actitud en la clase, sino desde la creatividad como elemento en directa conexión con la estética y la sensibilidad.

Situación al estudiante en el entendimiento de conceptos en relación con la interpretación y la resignificación que el arte da del mundo, de los fenómenos, de la naturaleza y del otro, es una opción contundente en la contextualización de los individuos, en un mundo donde cada vez la libertad de pensamiento, la imaginación, la creatividad y el respeto y valoración de los fenómenos naturales están en boga de un futuro más consciente y autónomo.

Sin duda la propuesta puede tener limitantes si se considera la amplitud de lo que encierra la palabra arte y física, en tanto que es un reto poder proponer formas de relacionar ambas áreas que den cuenta de un aprendizaje claro y comprobable de múltiples conceptos físicos. El hecho de no haber podido aplicar durante un tiempo más prolongado la propuesta, exige un trabajo que continúa y que involucra elementos de corte filosófico, epistemológico y una construcción desde el pensamiento y la investigación en arte.

Por otra parte, en términos teóricos y desde la transdisciplinariedad, la propuesta genera un impacto enorme en áreas de corte filosófico y epistemológico, pues implica una transformación de la física escolar como un campo que toca todos los ámbitos culturales, enlazados con lo cotidiano. Fue así que se pensaron las distintas actividades con el fin de lograr una reflexión frente a la necesidad del estudiante de tener nuevos puntos de vista, que le permitan ver la mayoría o variedad de relaciones que esta área tiene especialmente con su entorno y con la manera en que vemos el mundo, en que el artista interpreta el mundo a través de sus obras (pictóricas, literarias, orales, etc.), toca directamente con los fenómenos que la naturaleza nos presenta.

Cuando se habla del entorno natural y cultural, necesariamente hay que hablar de las relaciones humanas y a su vez de nosotros como sujetos como seres adaptables en el mundo, dependiendo de las interpretaciones que hacemos del mismo y cómo lo leemos; ahí está la verdadera física y uno de los triunfos que implica la aplicación de este proyecto, que logró aportar precisamente bajo ese ideal, la búsqueda de relaciones de lo que se aprende en física con el ámbito artístico, que también es social, político y hasta natural. Cuando desde el área de la física se toca lo humano, se aprende y se enseña con compromiso, este es otro logro importante del presente proyecto, permitir el aprendizaje con un abanico de opciones enfocadas en el arte, que complementa las ya conocidas y trabajadas, algo que le permite al estudiante elegir la que mejor se acomode a un estilo de aprendizaje y algo que a su vez tiene en cuenta otro tipo de pensamiento que aprovecha de manera más eficaz las expresiones o comunicaciones gráficas propias del arte.

5. ANEXOS

ANEXO A. Cuestionario de indagación (prueba piloto)



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
 FACULTAD DE EDUCACIÓN
 LÍNEA FORMACIÓN DE MAESTROS
 CUESTIONARIO: CUÉNTAME
 INVESTIGADORA Y PRACTICANTE: Elizabeth Muñoz Estrada

El presente cuestionario hace parte de un trabajo investigativo, que se está llevando a cabo desde la práctica pedagógica, con el fin de indagar las opiniones de un grupo de estudiantes a propósito de la enseñanza de la física. Es importante aclarar que en todo momento se guardará confidencialidad frente a los nombres de los participantes.

Por favor no ponga su nombre y dirija su atención a leer y contestar las preguntas al reverso de la hoja a excepción de las que tienen opción de respuesta.

USTED ES IMPORTANTE Y SUS RESPUESTAS TAMBIÉN LO SON

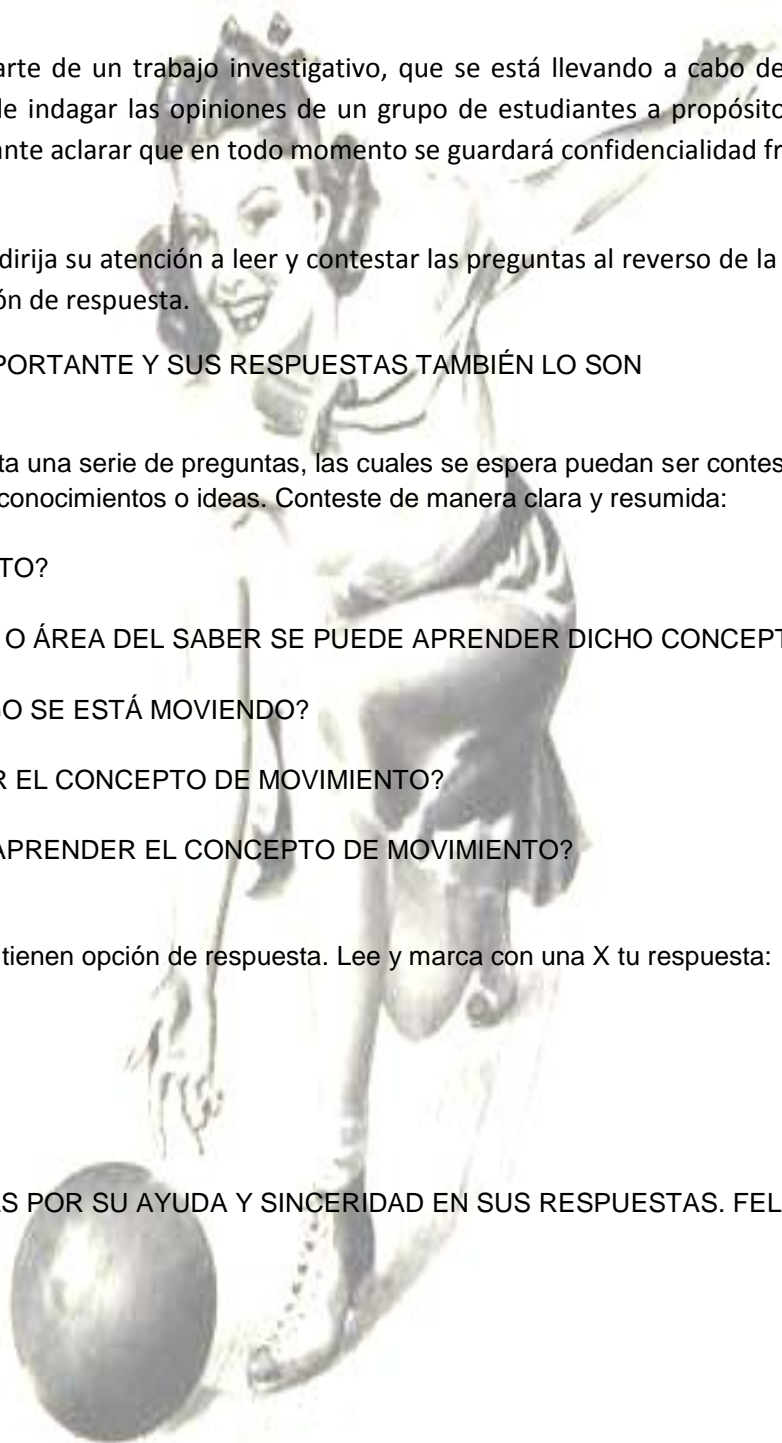
I. A continuación se presenta una serie de preguntas, las cuales se espera puedan ser contestadas desde su punto de vista, conocimientos o ideas. Conteste de manera clara y resumida:

- a) ¿QUÉ ES EL MOVIMIENTO?
- b) ¿DESDE QUÉ MATERIA O ÁREA DEL SABER SE PUEDE APRENDER DICHO CONCEPTO?
- c) ¿CÓMO SABE QUE ALGO SE ESTÁ MOVIENDO?
- d) ¿PARA QUÉ APRENDER EL CONCEPTO DE MOVIMIENTO?
- e) ¿CÓMO LE GUSTARÍA APRENDER EL CONCEPTO DE MOVIMIENTO?

II. Las siguientes preguntas tienen opción de respuesta. Lee y marca con una X tu respuesta:

- f) ¿LE GUSTA LA FÍSICA?
 SI NO
- g) ¿LE GUSTA EL ARTE?
 SI NO

GRACIAS POR SU AYUDA Y SINCERIDAD EN SUS RESPUESTAS. FELIZ DÍA



ANEXO B. Actividades y trabajo de aula

¿CÓMO HACER UN ZOÓTROPO?

En este proyecto vamos a enseñar una técnica para hacer dibujos animados y que también es el origen del cine. Es un Zoótrofo, un tambor circular con ventanas y dibujos en su interior que al girarlo, gracias a la luz, se da la sensación de movimiento.

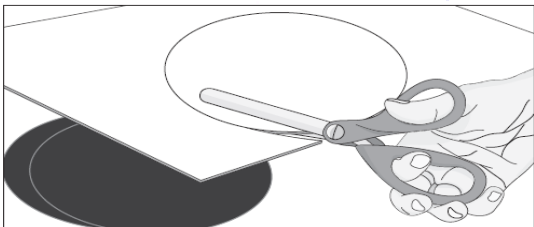
Un zoótrofo produce una ilusión de movimiento a través de una sucesión rápida de cuadros estáticos, consiste en un cilindro con ranuras verticales. Debajo de las ranuras, en la superficie interna del cilindro, se pone una tira de papel que tiene imágenes individuales de un movimiento secuencial. Mientras que el cilindro gira podemos ver una sucesión rápida de imágenes produciendo la ilusión del movimiento.

SUGERENCIA DE MATERIALES A UTILIZAR

- Cartón corrugado ($\frac{1}{2}$ o $\frac{1}{4}$ de pliego)(puede ser del color que quiera, lo más común es utilizarlo negro y en caso de no querer el cartón corrugado se puede reemplazar por cartulina normal o plana).
- Cartulina blanca normal o plana ($\frac{1}{2}$ o $\frac{1}{4}$ de pliego)
- Un trozo de cartón paja o cartón duro
- Un chinche
- Un vaso plástico
- Pegante líquido o en barra
- Regla
- Compás
- Bisturí
- Tijeras
- Marcador de punta plana

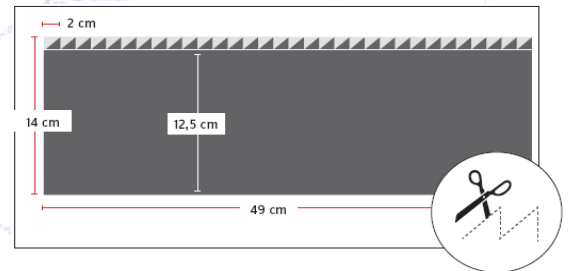
PASOS A SEGUIR

1. Cortar la base



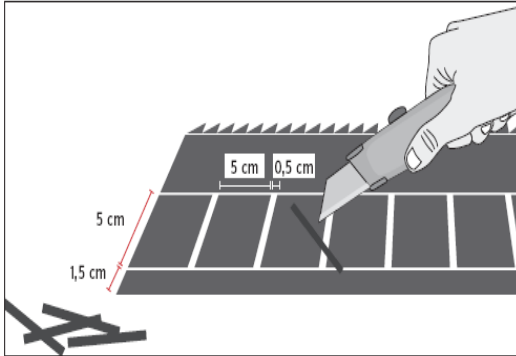
- Cortar 3 círculos de 15 cm de diámetro para hacer la base. Uno de cartón y dos de cartulina blanca o negra.
- Marcar con el compás y cortar con tijera.

2. Hacer la forma del tambor



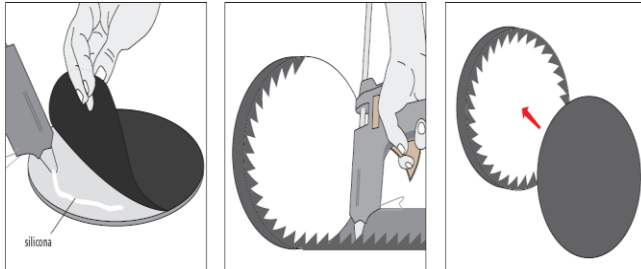
- Hacer la forma de tambor del Zoótrofo con el cartón corrugado o cartulina negra, cortando una tira de 14 cm de ancho y 49 de largo (el tamaño puede variar de acuerdo a la cantidad de material).
- A este trozo hay que hacerle una pestaña para poder pegarlo al círculo de cartón. Es una línea horizontal a 1,5 cm desde el borde, que va con horizontales a 2 cm, para después hacer triángulos con cortes transversales de esquina a esquina.

3. Cortar las ventanas



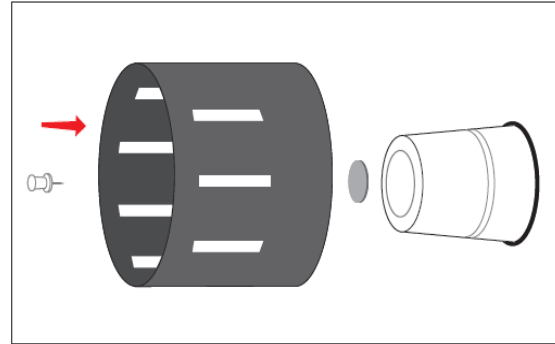
- En la tira de cartón corrugado o cartulina negra hacer las ventanas por donde se verá la animación. Para ubicar las ventanas hay que marcar un espacio de 5 cm, dejando un margen de 1,5 cm en el borde de la cartulina. Las ventanas van cada 5 cm, y las marcamos con líneas verticales, respetando su ancho de sólo 5 mm.
- Una vez que tenemos todas las tiras con las marcas, podemos cortar las ventanas con el cuchillo cartonero, cuidando que los dedos queden lejos del filo.

4. Unir base y tambor



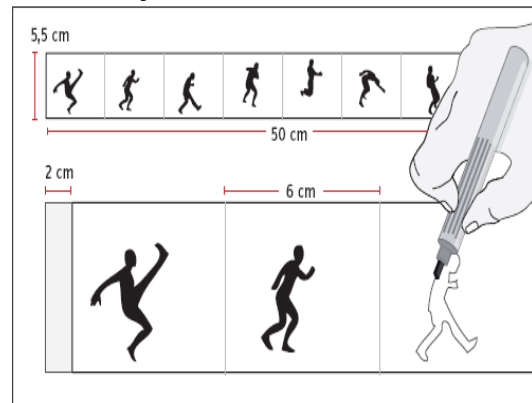
- Con pegamento o silicona caliente pegar a la base de cartón uno de los círculos negros.
- Después pegar la tira con las pestañas a la base, doblándolas para dejarlas adheridas a la parte de abajo de la base. Juntar la tira en sus bordes con un poco de silicona. Para que estas pestañas no se vean se termina pegando el segundo círculo de cartulina negra.

5. Hacer el sistema giratorio



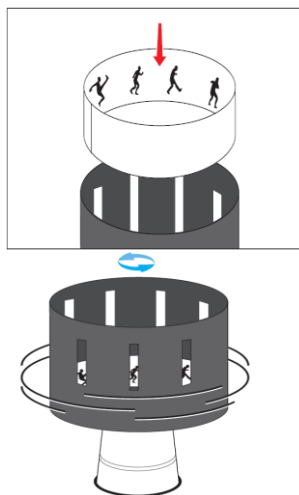
- Como la animación se va dando con el movimiento de los dibujos, tenemos que formar el sistema para que el Zoótrope gire. Poner el vaso boca abajo, pegar encima un círculo de cartón del porte de una moneda, poner encima el Zoótrope y pinchar al centro con el chinche, traspasando el círculo de cartón y el vaso.

6. A dibujar



- El dibujo tiene que ser una acción secuencial, es decir en cada paso hay que agregarle un nuevo movimiento. El ejemplo será con un señor que salta y se mueve. Los dibujos los haremos en un trozo de cartulina de 50 cm de largo por 5,5 de ancho, dividido en 8 rectángulos de 6 cm cada uno, con 2 cm al final como lengüeta para poder pegarlo.
- Primero hacer los dibujos con lápiz grafito y después remarcarlos con plumón o lápices de colores.

7. Funcionamiento



Una vez que están listos los dibujos, hay que borrar todas las marcas con lápiz mina, juntar los bordes con un poco de pegamento, y poner el disco dentro del tambor, sin pegar para que se puedan intercambiar y tener diferentes animaciones.

UTILIZA TU CREATIVIDAD, TU ERES EL CREADOR Y EL ARTÍSTA

El zootropo, el movimiento y la creatividad: Entre el cine y la física

Una vez construido el zootropo, será una pieza artística que deja ver la expresión creativa del grupo y que hace parte de un trabajo con un tinte estético y conceptual desde el ámbito físico. Es así que centraremos el interés en el esfuerzo, el trabajo y la organización del grupo, la utilización de materiales y herramientas de manera original y creativa, la inferencia y abstracción de la construcción y diseño del zootropo con la ayuda de algunas recomendaciones dadas en la actividad 1; así mismo la creación de secuencias y cómo se refleja el movimiento desde la perspectiva del grupo o el representante que la realiza, el buen enlace del movimiento entre unos y otros dibujos, y por supuesto el análisis del concepto de movimiento a partir del funcionamiento del zootropo.



Luces, cámara, acción...

Gira el zootropo, cambia la tira de imágenes por otra para que puedas tener una visión más clara (si es necesario) observa a través de las rendijas y contesta:

- ¿Qué pasa con las imágenes?(describe lo que ves)
- ¿Por qué hay una sensación de movimiento?
- ¿Es el movimiento una ilusión?
- ¿Qué tan importante son las rendijas y cuál es la intención de que estén allí?
- ¿Qué relación hay entre las rendijas y el número de imágenes?¿la distancia entre rendija y rendija y el tamaño de cada cuadro de cada imagen tiene relación?
- ¿Por qué crees que las rendijas son tan pequeñas?¿Qué pasa si las rendijas se agrandan?
- ¿Con base en lo anterior qué tipo de movimientos podrías identificar?
- ¿Qué crees que es movimiento aparente?
- Consulta el concepto de movimiento desde la física y compara con tus observaciones.

ACTIVIDADES DIDÁCTICAS VECTORES Y MOVIMIENTO
FÍSICA SALUD 5
MAYO 10 DE 2013

PRACTICANTE: Elizabeth Muñoz Estrada

Cuento 1: Luna

Había una vez un famoso vector, aburrido porque no se le consideraba el sentido decidió viajar a la Luna, para ver si ahí, en ese lugar, si habían seres que lo consideraran en plenitud. Y se encontró con unos enanitos verdes, fortachones y simpáticos, que le hicieron miles de preguntas acerca de cómo era que en la tierra había seres que no le encontraran sentido al sentido, siendo que es tan importante ya que si así fuera no se sabría hacia dónde la Tierra atrae a la Luna o hacia dónde la Luna atrae a la Tierra.



Los enanitos verdes le dijeron al vector: *"no te ofendas, pero aquí también hay seres que se parecen a ti, pero nosotros los llamamos simplemente "flechas", así nadie se confunde"*. El vector se miró a sí mismo y se quedó pensando un rato y ¡claro!, dice el vector, si toda la confusión nace de una tontera, yo nací para deleitar la matemática (un plato de comida muy rico que se sirve en la Tierra) y bueno llegaron unos que se decían físicos y me empezaron a utilizar y a usar. Ahí fue cuando algunos, que no eran físicos, no comprendieron mi naturaleza y no me entendieron y me quitaron parte de mi razón de ser. Sin embargo, he visto que hasta el terrícola más simple, me utiliza correctamente, muchas veces ni siquiera me conoce, ni sabe de mi existencia. Permanezco oculto para miles y miles de personas, grandes, más grandes, chicos y más chicos, sin embargo, me usan y abusan. Mira enanito verde, por ejemplo: a un niño terrícola lo envía su mamá terrícola a comprar un crédula (algo nuevo, que recién apareció en el mercado) y le dice: *ándate en la dirección del viento y cuando llegues a la esquina toma el sentido de la aurora boreal pues ahí está lo que te pido, y el niño entendió muy bien el mensaje y no se perdió.*

Yo, como soy un vector, me pongo a reflexionar y digo: si no hubiera un sentido ¿habría llegado el niño a buscar lo que su mamá le pidió? Ves, hasta un niño puede usarme con facilidad, no sé por qué ahora, algunos terrícolas grandes me quieren ignorar, esto me entristece y ya no sé que hacer.

El enanito verde le dijo: “no te apenes, verás como aquí en la Luna te vamos a querer como te mereces” y el vector, muy entusiasmado, se quedó a vivir en la Luna. Y no pasaron más de dos eclipses y ta ta ta tan.

Las campanas doblaron el vector se prendó de la Luna y aceptó vivir con ella para el resto de sus días o para la eternidad, lo que llegue primero, y así el vector y la luna fueron felices para Siempre.

Hernán Verdugo F. Tomado de: “Cuentos didácticos de Física”

Consultado el 5 de mayo de 2013 en: <http://www.librosmaravillosos.com/cuentosdidacticos/cuento01.html>

Responde...

Con base en el cuento, identifica:

1. La idea principal e ideas secundarias
2. ¿Cuál es el problema del vector protagonista?
3. ¿Por qué un vector debe tener sentido?
4. ¿Qué es un vector?
5. Realiza el dibujo del vector que indica la dirección que hay de la luna a la tierra.

Imagen 2: Analiza la escultura



Imagen tomada de: <http://colelongares.blogspot.com/2010/06/jeroglifico.html>, consultada el 7 de mayo del 2013.

Con base en la figura contesta:

1. ¿Qué está pasando o qué representa la escultura?
2. ¿Qué conceptos físicos podrías inferir de la escultura?
3. ¿Dónde podría visualizarse algún vector y en tal caso qué representaría su magnitud, dirección y sentido?, ¿Cuántos vectores podrías identificar?

Historieta 3: Leyendo la historieta



Tomado de: <http://www.webquest.es/wq/tercera-ley-de-newton-accion-y-reaccion>, Consultado el 7 de mayo del 2013

Responde:

1. ¿Cuál es el concepto físico central de la historieta?, ¿Qué otros conceptos puedes ver?
2. ¿Qué vectores podrían ser dibujados?
3. ¿Cuál es la situación o idea principal de la historieta?
4. ¿Quién tiene la razón respecto de lo que dice, el caballo o el carretero?
5. Crea tu propia historieta con al menos ocho cuadros en donde muestres el concepto de vector

ANEXO C. Registro fotográfico

Construcción del zootropo

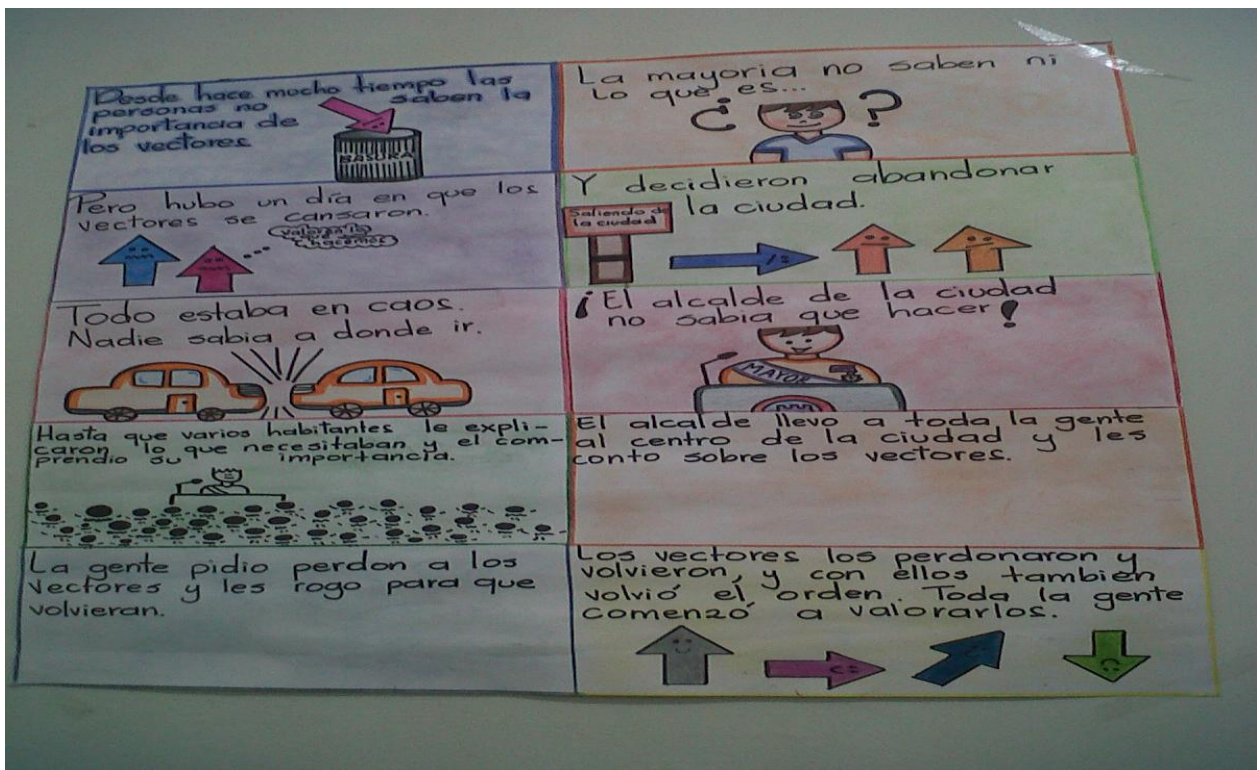
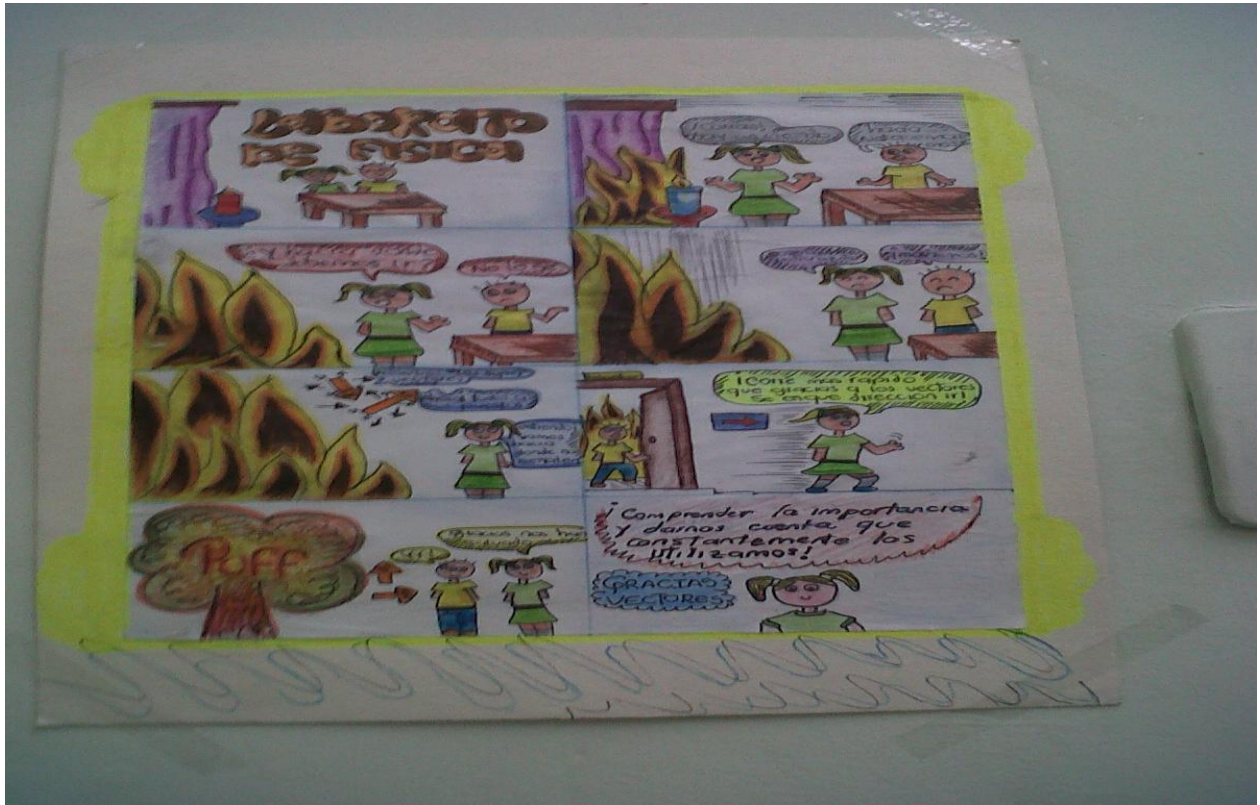






la historieta







EL COLLAGE Y LA EXPOSICIÓN FINAL





6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sellés M. J. (2005). El arte como elemento motivador para la enseñanza de las ciencias. *Novedades Educativas*, 18, p 36-37.
- Cachapuz, A. F. (2007). Arte y ciencia: ¿Qué papel juegan en la educación en ciencias? *Revista Eureka para la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 287-294. Recuperado el 20 de agosto del 2012 de la base de datos EBSCO.
- Rodriguez, D., Gómez, L. A., Carril, M. A. (2009). La inteligencia emocional a partir de los lenguajes artísticos en las prácticas pedagógicas. *Pensamiento, palabra y obra*, Vol. 2. p. 4-14.
- Carretero Gómez, M.B. y Sánchez, M. A. (2007). Recuperar el afán de conocimiento de Leonardo Da Vinci en la era de las nuevas tecnologías: Arte, ciencia y vida cotidiana. *Revista Eureka para la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 526-538. Recuperado el 22 de septiembre del 2012 de la base de datos EBSCO.
- Ostergaard, E. (2006). Composing Einstein: exploring the kindship of art and science. *Interdisciplinary science review*, 31 (3), 261-274. Recuperado el 1 de octubre del 2012 de la base de datos EBSCO.
- Wagner, L. C. (2009). Luz, arte y física. La física en la pintura. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 153-154.
- Milićević, D. y Nešićb, L. (2009). Complementary Teaching of Physics and Arts. 7th *International Conference of the Balkan Physical Union*, edited by A. Angelopoulos and T. Fildisis 2009 American Institute of Physics, 1279-1284. Recuperado el 22 de octubre del 2012 de la base de datos EBSCO.

- Galili, G. y Zinn, B. (2007). Physics and Art – A Cultural Symbiosis in Physics Education. *Science & Education*, 16, 441–460. Doi: 10.1007/s11191-006-9006-1. Recuperado el 21 de octubre del 2012 de la base de datos EBSCO.
- Sanchez, J. M. (2006). The Physical Tourist Physics in Madrid: Where Science Competed With Art. *Physics in Perspective*, 8, 318-343. Doi: 10.1007/s00016-005-0261-3. Recuperado el 21 de octubre del 2012 de la base de datos EBSCO.
- Voss, A. J. (2011). Quantum Sculpture: Art Inspired by the Deeper Nature of Reality. *LEONARDO*, 44(1), 14–20. Recuperado el 23 de octubre del 2012 de la base de datos EBSCO.
- Barrera, K. J., Mondéjar, R. J. J., Miranda, M. L. (2011). Importancia social de la creatividad en la actualidad en el desarrollo de la personalidad a través de la enseñanza de la Física. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 5(1). Recuperado el 23 de octubre del 2012 de la base de datos EBSCO.
- Amador, R. (2009). Educación artística: Arte y ciencia, el arte de pensar con arte. *Pensamiento, palabra... y obra*, 2, 4-14.
- Tamir, A. (2005). Interacción entre Arte y Ciencia. *Ingeniería Química*, 423(37), 209-210.
- Juanola, I. T. (1997). Arte, ciencia y creatividad: un estudio de la escuela operativa italiana. *Arte, Individuo y Sociedad*, Madrid, 9, p 11-31.
- Beardsley, M. C., Hospers, J. (1990). Estética. Historia y fundamentos. Cátedra, Madrid.
- Rodríguez Moneo, M., Huertas J. A. (2000). Motivación y cambio conceptual. *Tarbiya*, 26, pp. 51-71

- Rodríguez Gómez, G., Gil Florez, J., García Jiménez, E. (1996). Metodología de la Investigación Cualitativa. *Ediciones Álgibe*, pp. 39-59
- Spevak, A. (2008). The Art of physics: using cartooning to illustrate Newton's laws of motion. *The Science Teacher*, pp. 44-46. Recuperado el 15 de agosto del 2012 de la base de datos EBSCO
- Núñez, I. (2011). Luz y sonido: La física y el arte. Asociación de Profesores de Física del Uruguay. XXII Encuentro Nacional de Profesores de Física, XI Encuentro Internacional de Educación en Física
- Bondía Alberola, G. (2010). El Arte de cada día: proyecto educativo para la escuela de hoy. *Puls*, 33, pp. 161-187
- Moreno de Redrojo, A. (1998). Movimiento, mecánica y arte: momentos posibles para un arte cinético (tesis doctoral). Universidad de la Laguna, España.
- Farina, C. (2005). Arte, cuerpo y subjetividad. Estética de la formación y pedagogía de las afecciones (tesis doctoral). Universidad de Barcelona, España.
- Paredes Oviedo, D. M. (2009). La experiencia estética como experiencia educativa. *Pensamiento, palabra y obra*, pp. 16-23
- Farina, C. (septiembre, 2005). Formación estética y estética de la formación. I Seminário Educação, Imaginação e as Linguagens Artístico-Culturais, Brasil.