

**LAS POSIBILIDADES DIDÁCTICAS QUE OFRECE EL MÓDULO DE ÓPTICA DE LA
SALA GALILEO DEL MUSEO UNIVERSITARIO UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
(MUUA) EN LA ENSEÑANZA DE LOS FENÓMENOS ÓPTICOS DE REFLEXIÓN Y
DISPERSIÓN.**

DIANA CAROLINA URIBE RESTREPO

EDDISON RAMIRO VÁSQUEZ POSADA

SINDY CATHERINE OSORIO CASTAÑO

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA

Jairo Elías Moreno Aldana

Víctor Nicolás Flores Jiménez

Grupo de Investigación Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas -

GECEM – Línea Relación Museo – Escuela



LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS

NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

FACULTAD DE EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

ANDES

2010

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a María Santísima por permitirnos avanzar en nuestra vida y alcanzar esta meta.

A la Universidad de Antioquia por permitirnos desarrollar nuestro proceso de formación académica en la Licenciatura Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, de igual manera al MUUA porque nos facilitó sus instalaciones para el completo desarrollo de este proyecto.

Al profesor Victor Nicolás Flórez Jiménez y al profesor Jairo Elias Moreno Aldana; por el acompañamiento, dedicación y compromiso con la elaboración de este proyecto.

A mi mamá Nelly y mi hermano Anibal por su amor y apoyo incondicional; a mis abuelos Fabio y Soledad porque estuvieron siempre conmigo y a mis tías Luceny y Nery porque me alentaron cada día. Gracias a mi familia, a su apoyo y compañía este sueño es ahora una realidad.

Catherine Osorio Castaño

Doy gracias a Dios y a María Auxiliadora por haberme permitido vivir para hacer realidad esta tesis de grado. A mi hija Juliana porque a pesar de su corta edad supo entender que la debía dejar sin mi amor y mis cuidados durante los momentos en que realizaba el proyecto. A mi esposo Mario y a mi madre Marina por apoyarme en todo momento. A mis dos compañeros Catherine y Eddison que a pesar de las dificultades pudimos hacer que este trabajo fuera un hecho.

Diana Carolina Uribe

TABLA DE CONTENIDO

1	RESUMEN.....	8
2	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	9
2.1	Descripción del Problema.....	9
2.2	Planteamiento del problema.....	12
2.3	Justificación.....	12
3	OBJETIVOS.....	15
3.1	General:.....	15
3.2	Específicos:.....	15
4	MARCO TEÓRICO.....	17
4.1	Museos.....	17
4.1.1	Clasificación de los museos.....	21
4.1.2	El Museo Universitario de la Universidad de Antioquia (MUUA).....	22
4.2	Modelo de Cambio conceptual (MCC) en el aprendizaje de la Óptica.....	27
4.2.1	Bases epistemológicas del cambio conceptual.....	29
4.2.2	Metacognición.....	36
4.3	La Naturaleza de la Luz en el Contexto de la Física.....	40
4.3.1	Reflexión.....	43
4.3.2	Dispersión.....	44

4.4	Relación Museo - escuela (pertinencia de los Museos en la Enseñanza para el aprendizaje de la reflexión y la dispersión).....	45
5	DISEÑO METODOLÓGICO.....	47
5.1	Cronograma y fases de de la investigación.	47
5.1.1	Cronograma de la investigación.	48
5.1.2	Fases de la investigación.	50
5.2	Tipo de estudio.....	52
5.2.1	Explorativo, descriptivo.....	54
5.3	Análisis de la observación.....	59
5.3.1	Selección de los módulos en la sala.....	62
6	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	64
6.1	Propuesta didáctica, desde la inteligibilidad.....	64
6.2	Propuestas de aprendizajes, desde la plausibilidad.....	65
6.3	Propuestas didáctica desde la fructibilidad.	67
6.4	Diseño de guía de visita al modulo de la sala de ciencias.	70
	RESUMEN	74
	METACOGNICIÓN Y CAMBIO CONCEPTUAL DEL PROFESOR.	76
	EL CICLO DE APRENDIZAJE.	78
	EL MUSEO COMO FACILITADOR PARA LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA.....	81
	LA VISITA AL MUSEO SEGÚN EL MODELO GREM	84

FICHA OPERACIONAL.....	86
OBJETIVOS.....	87
General:.....	87
Específicos:	87
CONTENIDOS A DESARROLLAR.	88
Desarrollo de la guía didáctica.	90
“ANTES” DE LA VISITA.	91
ACTIVIDAD #1. DE EXPLORACIÓN DE CONCEPTOS PREVIOS.	91
Test de teorías implícitas.	91
ACTIVIDAD #2. PARA LA INTRODUCCIÓN DE NUEVOS CONCEPTOS.	97
1. Propagación rectilínea de la luz.....	98
2. Reflexión y formación de imágenes en espejos planos.	100
3. Reflexión y formación de imágenes en espejos esféricos.	102
4. Refracción y formación de imágenes en dioptrios planos.....	105
5. Refracción y formación de imágenes en dioptrios esféricos.	107
6. Refracción y formación de imágenes en lentes.	110
7. Dispersión.....	113
ACTIVIDAD 3. PRESENTACIÓN DE LOS MUSEOS.....	116
MOMENTOS DURANTE LA VISITA.	118
MOMENTOS DESPUÉS DE LA VISITA.....	123

ACTIVIDADES DE SÍNTESIS O DE APLICACIÓN.	123
REFLEXIÓN SOBRE LA APLICACIÓN DE LA GUÍA MUSEÍSTICA	127
7 BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA PARA EL PROFESOR:	129
8 CONCLUSIONES.....	135
9 RECOMENDACIONES	137
10 BIBLIOGRAFÍA.....	139
11 CIBERGRAFÍA.....	145

1 RESUMEN

Esta investigación describió las herramientas didácticas que ofrece el MUUA en la enseñanza de los fenómenos ópticos como dispersión y reflexión de la luz desde una mirada del cambio conceptual. Como un producto de esta investigación, surge una guía museística que pretende hacer uso de algunos recursos culturales como el museo para abordar una temática compleja para el docente como es la contextualización y ejemplificación de algunos contenidos contextuales, pues la comprensión de los fenómenos ópticos conlleva a que el estudiante los pueda relacionar con su vida cotidiana en su aplicación, para esto debe asumir una actitud de participación y apropiación conceptual.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

2.1 Descripción del Problema.

En las instituciones educativas del suroeste antioqueño, los resultados de las pruebas ICFES evidencian bajos resultados en el aprendizaje de la física, lo cual ha generado múltiples debates en torno a la solución de este problema que afecta la comunidad educativa, desde la básica primaria e incluso hasta la educación superior. Son muchos los factores que pueden incidir en los procesos que interviene en el aprendizaje de los conceptos físicos como: la falta de motivación, el temor infundido hacia la física, la falta de utilización de diversas estrategias, entre otras falencias (Puiggrós, 2001).

Por lo tanto, es necesario darle un sentido didáctico a la enseñanza de la física en el marco del sistema educativo, es decir a la importancia que tiene dicha área en los procesos de aprendizaje que permiten a los estudiantes tener unas nociones y conceptos científicos (Triana, 2006).

Los educandos al parecer sólo aprenden para el momento, esto a raíz de la observación realizada durante el semestre 2009/2 en la Institución Educativa Aura María Valencia del municipio de Hispania, el cual nos sirvió como centro de práctica; en la que fue posible evidenciar que a la hora de los estudiantes presentar sus exámenes es indiscutible un buen manejo de los conceptos, pero tiempo después estos conceptos son olvidados, es aquí donde es conveniente hablar de la labor del docente que debe implicar la búsqueda de estrategias a la hora de enseñar para despertar el interés en los estudiantes; y evitar que el aprendizaje de estos conceptos físicos se olvidan fácilmente, y se vuelvan poco significativos.

Por otro lado, Gisasola (2005) ha hablado de la importancia que generan los museos en la enseñanza de la física, proponiendo un sentido pedagógico y educativo a la formación que plantea. Lo cual hace necesario la implementación de estrategias que tengan en cuenta los aportes que hacen los museos de cuarta generación en la formación en ciencias, en particular en la física. Como consecuencia de lo anterior se ha generado un interés por establecer la importancia de las relaciones pedagógicas que se pueden tejer con estos dos espacios educativos. A partir de allí, consideramos y estamos de acuerdo con el autor que el valor del Museo como recurso didáctico es innegable.

Las posibilidades que ofrece el museo al conocimiento de la historia y la cultura hacen de esta institución, un lugar idóneo para el aprendizaje escolar, para trabajar y comprender múltiples aspectos de la vida y creatividad humana a través de los documentos, objetos o imágenes que conserva y exhibe (Rosario, 2009). En este sentido, las instituciones museográficas pueden constituirse en un importante medio para que los estudiantes logren acceder a un mejor conocimiento (Linares, 2003), además que facilitan la labor docente en la medida en que ese espacio sirve para la contextualización y ejemplificación de los contenidos teórico – científicos aprendidos dentro del aula.

Nuestra propuesta vincula al Museo Universitario Universidad de Antioquia (MUUA), específicamente la Sala Galileo, con el fin de evaluar si las herramientas didácticas utilizadas para la enseñanza de los fenómenos de dispersión y refracción de la luz son pertinentes.

De esta manera, la pregunta de investigación, surge como consecuencia de las anteriores reflexiones y cuestionamientos en la enseñanza y el aprendizaje de la física, precisamente en el tema de dispersión y reflexión de la luz.

2.2 Planteamiento del problema.

Desde la perspectiva de cambio conceptual ¿Qué posibilidades didácticas ofrece el módulo de óptica de la sala galileo del **Museo Universitario Universidad de Antioquia** (MUUA) en la enseñanza de los fenómenos ópticos de reflexión y dispersión?

2.3 Justificación.

El aumento en el número de instituciones museísticas y centros de ciencia, se ha dado particularmente en las últimas tres décadas, Este crecimiento ha llevado a que la investigación en enseñanza de las ciencias haya puesto su atención en la importancia de los museos para el aprendizaje de las ciencias. (Guisasola & Morentin, 2007).

De allí que como resultado de estas investigaciones, hoy se conozcan varios modelos tales como el contextual, GREM (Groupe de recherche sur l'éducation et les musées), GLO (Genery Learning Outside), entre otros, los cuales buscan explicar la manera como inciden los museos en el aprendizaje en los museos.

Lo anterior, sugiere la importancia de la adopción de estrategias diferentes a las que usualmente se recurre en la clase para la enseñanza de las ciencias. En este orden de ideas resulta sumamente conveniente la inclusión en el currículo escolar de ambientes de aprendizaje de tipo no formal en el campo de la enseñanza de las ciencias como lo son la visita al museo. Esto puede apoyarse desde Flórez & Moreno (2009), los cuales establecen que los museos poseen un potencial educativo importante con relación al aprendizaje independiente y auto dirigido.

De otro lado, cabe destacar que las visitas escolares y de público en general a los museos de ciencia se realizan de manera de manera desprevenida, en donde en el mejor de los casos el profesor ha elaborado un cuestionario que suministra a los estudiantes, y que estos se limitan a enfocar la visita a la resolución de este. Cuando no se cuenta con el cuestionario y cuando las visitas y exposiciones no han sido planificadas pedagógicamente, desorientan y confunden. (Flores & Moreno, 2009)

La International Community of Museums (ICOM) admite que los museos son visitados en su mayoría por estudiantes pertenecientes a instituciones educativas, considerando lo anterior y el hecho de que si la visita no se da de una manera bien orientada, la visita no cumpliría con su objetivo, sino por el contrario este se desdibujaría; se considera pertinente el diseño de una propuesta de guía museística que tome en consideración

los Momentos Antes, Durante y Después de la visita, con el fin de potenciar el impacto del Museo en el aprendizaje de las ciencias.

3 OBJETIVOS.

3.1 General:

Describir las herramientas didácticas del módulo de óptica de la Sala Galileo del **Museo Universitario de la Universidad de Antioquia** (MUUA) para determinar su pertinencia y diseñar una guía museística que fortalezca el aprendizaje de los fenómenos de reflexión y dispersión.

3.2 Específicos:

- Efectuar un rastreo bibliográfico sobre los museos de ciencias en la enseñanza de la física aplicada, centrándonos en las herramientas didácticas que presenta la Sala Galileo del MUUA para la comprensión de los fenómenos reflexión y dispersión.
- Hacer una visita guiada a la sala Galileo del MUUA para realizar una apreciación sobre el impacto que genera para el aprendizaje el módulo de óptica en los fenómenos de reflexión y dispersión.

- Analizar con base a la visita y la información recogida que tan adecuadas son las herramientas didácticas del modulo de óptica de la sala Galileo para el aprendizaje de los fenómenos de reflexión y dispersión.
- Elaborar una propuesta de ruta museística para el modulo de óptica de la Sala Galileo del MUUA específicamente sobre reflexión y dispersión.

4 MARCO TEÓRICO.

4.1 Museos

“La vida de un museo es su público, su cuerpo son sus colecciones y sus músculos son sus programas de comunicación, educación e investigación” (Arango, 2008).

De acuerdo con la afirmación anterior, consideramos que los museos presentan una esencia transformadora en la sociedad, porque deja de lado la idea de ser un lugar en donde únicamente se coleccionan objetos antiguos, como se hacía en otras épocas, donde la gente iba con una actitud de recreación visual y de deleite, pero no se interesaban por aprender sobre los objetos producto de conocimiento.

De tal manera, que las actividades de aprendizaje deben ser elementos de retroalimentación cuando se planifica la visita al museo, durante esta y luego después de la misma.

Hoy en día, visitar un museo se convierte en una experiencia de aprendizaje para la gente que le gusta ampliar sus conceptos y conocimientos de la construcción de la

ciencia, los que frecuentan estos espacios se les hace imposible olvidar, ya que allí encuentran la oportunidad de confrontarse con la realidad, de revivir el pasado y recrear el futuro, nos encontramos con la evolución de estos espacios que pasaron de ser una bodega colmada de objetos fríos para ser un lugar vivo en donde la gente encuentra una oportunidad de conocer las historias y los testimonios de seres que nos antecedieron (Beyer, 2003).

Los museos son tomados ahora como legitimadores del saber, donde no solo se divulga el conocimiento, sino, que además las personas tienen la oportunidad de confrontar lo que ya sabían con lo nuevo que han aprendido, dando espacio para el enriquecimiento de los conceptos. El aprendizaje es contextual, no aprendemos de hechos y de teorías aislados, si no en relación con lo que ya sabíamos, con lo que creemos, con nuestros prejuicios y miedos (Camacho, 2007).

De acuerdo con el ICOM de la UNESCO, el concepto de museo, hace referencia a instituciones culturales que tienen por objeto el depósito, la custodia, la exhibición y el estudio de las obras de arte o bien de objetos de valor sociológico y antropológico de interés para el patrimonio. Desde 1961 el ICOM, estableció que la educación era la función primordial de los museos, dando por sentado que ellos son facilitadores del aprendizaje.

“Los museos han de ser lugar de encuentro, intercambio y creación, generadores de cultura desde un punto de vista educativo” (González & Verdaguer 2008:120 citado en Martínez Agut, 2010). Sus colecciones, exposiciones, programas, etc. es lo que hace que este ámbito “no formal” tenga un mayor capital educativo que muchos otros, permiten reflexionar sobre cómo obtener los datos en una investigación, así como validar, representar e interpretar las evidencias (Gisasola, Azcona, Etxaniz, Mujika, & Morentin, 2005)

En cuanto los museos, consideramos que presentan una función primordial que apunta al encuentro directo con el público, donde la divulgación, el carácter educativo y el sentido lúdico forman parte de su esencia y sentido último (Hernandez, 1997 citado en Sánchez, 2002).

Por lo que consideramos que los museos de ciencias son de vital importancia en esta nueva era de la educación en donde la integración de estos con las escuelas, posibilitan una mejor forma de transmitir los conocimientos de una manera más duradera y significativa, por las cosas que brindan como lo es la interactividad con los objetos.

Según Sánchez (2004), en los últimos años se ha llegado a la conclusión de que el valor educativo es intrínseco al museo, que debe manifestar en todas sus funciones y actividades, además deben ser asequibles a todos.

El hecho de que entre la sociedad y la ciencia haya existido una incompatibilidad, debido en gran medida a dificultades de comunicación como el lenguaje utilizado por estos últimos, así como sus métodos que resultan en muchos casos excéntricos a la mayoría de la población, todo esto ha hecho surgir nuevos espacios comunicativos como los museos, donde se busca propiciar la trasmisión y comprensión de la ciencia y la tecnología (Sánchez, 2004).

Lo anterior, nos lleva a pensar que los museos de ciencias se conviertan en un componente fundamental en la educación, puesto que motiva a los alumnos a investigar y a desarrollar saber científico de una forma sencilla y sin las presiones escolares.

Ahora bien, desde las universidades se debe concienciar a los organismos públicos en la importancia que cumplen en estos tiempos los museos y como profesionales conscientes, ayudar en el desarrollo educativo de estos, como lo es llevando proyectos que ayuden en el fortalecimiento de las actividades educativas, servir de guías para

asegurar una mejor exposición de los objetos museísticos, y demás cosas que se puedan hacer.

4.1.1 Clasificación de los museos.

Los escenarios museísticos cuentan con diferentes tipologías que los posicionan dentro de los rangos de evaluación que el ICOM tiene para la clasificación que merecen, estos son: (MALOKA, 2008) ¹

- **Primera generación:** en este tipo de museo, solo el sentido de la visión tiene cabida. Los objetos son exhibidos en vitrinas y no existe una interacción real entre el público y los objetos. Permiten solo la observación.
- **Segunda generación:** donde se oprime el botón y se encuentra un poco más de información sobre el tema. Permiten la interacción.
- **Tercera generación:** son los que mayor impacto han tenido en la sociedad y la economía de los países. En estos museos se puede ver, tocar y hasta jugar. Permiten mayor interacción entre sujeto y el objeto.

¹ MALOKA. (18 de Octubre de 2008). *Universia*. Recuperado el 21 de Agosto de 2010, de Universia: <http://www.universia.net.co/noticias/noticia-del-dia/los-museos-en-el-futuro-a-que-le-deben-apuntar/clasificacion-de-m.html>

- **Cuarta generación:** hacen referencia a los parques temáticos de carácter científico.
- **Quinta generación:** utilizan la realidad virtual y los efectos especiales como atracción principal.

4.1.2 El Museo Universitario de la Universidad de Antioquia (MUUA).

El Museo Universitario Universidad de Antioquia MUUA, se constituye en 1970 como la fusión entre dos antiguos museos el de Ciencias Naturales y el de Antropología, según lo dice la edición especial de la revista CÓDICE. Está ubicado en el bloque 15 de la Ciudadela Central de la Universidad de Antioquia.

El MUUA, ha pasado por todas las generaciones, de ser de primera generación en donde se tenía colección abierta al público, a ser de segunda generación en donde ya no sólo había atención al público sino que además integró programas educativos para la formación del público, luego se posicionó como de tercera generación donde integro además la investigación. Por todas estas características el Museo de la Universidad de Antioquia se clasifica ahora como un museo de cuarta generación y donde en la última

década es registrado como museo interactivo, porque además de integrar al público con las colecciones, presenta programas de educación e investigación, la enriquece el elemento interactivo que se constituye con la sala Galileo en donde el aprendizaje de las ciencias exactas se ha convertido en un componente necesario para la enseñanza.

Lo que ha permitido el reconocimiento del MUUA como organización cultural de excelencia, en donde el público es lo primordial y es el que hace que surjan todos estos programas para su formación.

El MUUA, cuenta con el apoyo de grandes profesionales como lo son: los profesores de la Institución universitaria, quienes reconocen la importancia de preservar el patrimonio material de las comunidades y los entornos ambientales investigados, además de eso el museo universitario sirve de agente de cambio y de desarrollo social en donde construye cultura ciudadana.

Las colecciones con las que el museo cuenta son:

- **Antropología:** se compone de bienes patrimoniales arqueológicos, básicamente de restos óseos humanos, animales, y elementos etnográficos de la cultura material de los pueblos indígenas y afrodescendientes. Esta colección

antropológica es la mayor del país, con un acervo cultural de veinte mil bienes patrimoniales. La colección de antropología se encuentra ubicada en el segundo piso del edificio de la sede de la ciudad universitaria.

- **Artes visuales:** Esta colección que hasta el 2007, ha contado con 3.179 piezas en diferentes técnicas ha servido como espacio para las confrontaciones de los lenguajes artísticos. Para esta colección se cuenta con programas como: exposiciones permanentes, exposiciones semipermanentes, exposiciones itinerantes, visitas guiadas, asesorías entre otros.
- **Historia:** Aquí, se encuentran los bienes patrimoniales, en donde es muy importante la divulgación de los procesos históricos en los que la Universidad de Antioquia se vio involucrada.
- **Ciencias Naturales:** esta sección está situada en el tercer piso del MUUA, cuenta con dioramas (representaciones de paisajes naturales) que ambientan los diferentes especímenes de animales que la colección posee, hay exhibición de rocas minerales y fósiles, y además tiene programas de investigación estudiantil que son generados a partir de la colección de la sala. También cuenta con programas para todo el público en general. La colección tiene más de 24.500 piezas pertenecientes a los diferentes especímenes que hacen parte de esta.

Esta sección complementa la sala Galileo que fue creada por la necesidad de convertir el MUUA en un museo de cuarta generación, para que estuviera a la categoría de los mejores museos del mundo y para brindar al público experiencias exitosas de aprendizaje.

La colección de Ciencias Naturales, cuenta con servicios para el público como: las maletas viajeras que tienen como fin suplir las dificultades del desplazamiento al museo, y la colección de talleres relacionados con temas específicos de la naturaleza.

4.1.2.1 Sala Galileo.

La Sala Galileo Interactiva creada en el 2002, cuenta con 70 montajes sobre diversos temas de ciencias exactas y naturales, permitiendo la interacción entre el público y los objetos, desmitificando la idea de la ciencia inalcanzable para convertirla en la ciencia posible para todo tipo de persona sin importar sus conocimientos previos o su edad.

Esta sala se ha convertido en un componente básico en la educación, primordialmente en la enseñanza de la física, dándoles a los profesores la oportunidad de construir con

sus alumnos un aprendizaje más productivo, ya que la sala fue diseñada no solo para el aprendizaje, sino también para el conocimiento y la experimentación de la ciencia. Además, la sala Galileo ha sido catalogada por el Ministerio de Educación, como una de las catorce maneras de hacer pensamiento científico en el país. Es por eso, que se ha pensado en seguir mejorando la sala en cuanto a la calidad de servicio y se está trabajando en nuevos montajes:

1. Movimiento generado por inducción electromagnética y su aplicación a la dinámica de la robótica.
2. Generador de energía interactivo, utilizando el principio de inducción de Faraday por medio de la implementación de dinamos.
3. El telégrafo.

En la sala Galileo, se ha propuesto enseñar la ciencia no solo de una manera más sencilla, si no haciéndola gratificante y demostrando que visitarla, es una de las mejores maneras de adquirir conocimiento. La sala con esta filosofía, ofrece al público y especialmente al público escolar una excelente alternativa de desprenderse de los sistemas tradicionales de enseñanza. Asimismo, ofrece a sus visitantes montajes y diseños gráficos sobre diversos temas relacionados con la ciencia en general como la mecánica, la termodinámica, la electricidad y el magnetismo, biodiversidad, geometría y óptica.

En esta última, este proyecto pretende diseñar una ruta museística en donde la enseñanza de los fenómenos ópticos de Reflexión y Dispersión. Serán elementos claves para lograr los objetivos propuestos. El modulo de óptica, explica la teoría sobre la luz y la formación de los colores que son componente básico para la comprensión de los fenómenos de percepción.

La Sala Galileo Interactiva, ofrece además programas en donde juegan un papel importante los sentidos. Se trabaja talleres y obras de títeres que hacen posible una mejor comprensión de los fenómenos naturales y sus aplicaciones en la vida del hombre.

4.2 Modelo de Cambio conceptual (MCC) en el aprendizaje de la Óptica.

Al hablar de cambio conceptual, debemos necesariamente remitirnos a hablar del aprendizaje, ya que como la misma palabra lo dice cambio conceptual hace referencia a un cambio, enriquecimiento o reestructuración en nuestros conocimientos previos. Por lo que el aprender es quizá, un proceso natural en nuestras vidas, ya que desde nuestra experiencia cotidiana e incluso desde nuestra interacción con la academia (Martínez, 2004).

En este punto, el cambio conceptual tiene como hipótesis que los individuos desde temprana edad desarrollan unos procesos cognitivos, que les permite explicar cada uno de los fenómenos que se les presenta en la vida diaria, lo que es sin lugar a dudas un tipo de conocimiento que les proporciona el sentido común. Es aquí donde el modelo de cambio conceptual, busca que este conocimiento adquirido por el sentido común, que permite explicar la realidad sea lo más cercano posible al conocimiento científico. (Duschl, 1991).

Sin embargo, es necesario pensar en dos juicios importantes a la hora de hablar de cambio conceptual: el primero, se basa en que si la finalidad del cambio conceptual es la reestructuración de conocimientos, es probable que los conceptos previos o conceptos adquiridos por el sentido común sean la continuidad para llegar al conocimiento científico (Blandón & Monsalve, 2009). El segundo juicio, se basa en la posibilidad de que el sentido común sea de alguna manera lo que no permite que estas concepciones alternativas que se adquirieron por el sentido común puedan generar conocimiento científico. Vosniadou (1994).

Esta autora plantea, una propuesta dual de la continuidad y la discontinuidad en la que hace una diferenciación contextual de lo que es el conocimiento científico y el conocimiento del sentido común en la que cada uno posee estructuras ontológicas y

epistemológicas diferentes; e introduciendo una etapa en la que estos conocimientos se entrelazan, permitiendo entonces que se genere el cambio conceptual.

4.2.1 Bases epistemológicas del cambio conceptual.

En este sentido, la mayoría de profesores deben buscar estrategias para que se genere en los estudiantes el conflicto cognitivo que ese proceso de acomodación de como resultado un cambio conceptual. Lo cual es posible la reestructuración del conocimiento en sus estudiantes, centrándose en este modelo de enseñanza (MCC) que reúne estrategias educativas que pretenden enmendar las diferencias existentes entre las teorías y significados que poseen los niños con las teorías y significados que los científicos poseen sobre los mismos temas (Duschl, 1991).

Para Nussbaum (1989) al hablar de conflicto, necesariamente hay que remitirnos a Popper (1987), el cual habla de la falsación como mecanismo crucial para rechazar teorías, sin embargo, hay otros filósofos que argumentan que no necesariamente las teorías deben ser sometidas a falsación para ser rechazadas.

Según Pozo (1992), el conflicto cognitivo por más crucial que sea, no es suficiente para rechazar una concepción alternativa, ya que estas concepciones resultan de o son, teorías personales implícitas con las cuales los no expertos en un área interpretan lo que sucede a su alrededor, (Moreira & Greca, 2003 citado por Pozo, 1992).

Por otro lado, la epistemología de Thomas Kuhn (1962), es de suma importancia para entender y explicar el origen del conflicto que precede al cambio conceptual, ya que Kuhn, desarrolla una teoría en la que las anomalía (como aquellas partes que la teoría no puede explicar) como causantes del conflicto, se genera el cambio de paradigma o lo que hoy conocemos como revoluciones científicas.

Este tipo de conflictos conceptuales, pueden ser evidentes con los estudiantes, cuando sus explicaciones basadas desde el sentido común se confrontan con las ideas científicas, lo cual daría origen a diversos cambios de tipo holístico que implicarían transformaciones revolucionarias. Si examinamos un poco, esta concepción de Kuhn, acerca de las revoluciones científicas y el proceso de cambio conceptual, nos damos cuenta que el modelo de cambio conceptual implica un proceso gradual, mas no una revolución, o cambio brusco de concepciones. Lo podemos contextualizar en este estudio, cuando el profesor deja su tradicional forma de enseñar por otras diferentes como la innovación de usar nuevas estrategias lo que conduce en transformar sus ideas radicalizadas en esa enseñanza y mejorar mediante la reflexión de su actuación.

Por su parte, Imre Lakatos (1989), para quien el conflicto no existe, propone un camino para llegar al conocimiento científico por medio de los programas de investigación; que son una secuencia de teorías que utiliza cada comunidad científica, para explicar la construcción del conocimiento científico. Estos programas de investigación constan de dos partes importantes: el núcleo, en el cual está prohibida la falsación que contiene el esquema general del programa (teoría científica) y el segundo, es el cinturón protector, que alberga teorías auxiliares que protegen el núcleo.

Las reglas metodológicas fundamentales de estos programas de investigación, se centra en un proceso de evaluación heurístico (el cual se convierte en el vehículo que prohíbe la falsación del núcleo), dejando de lado, las anomalías que se puedan presentar al interior de la ciencia.

La obra de Stephen Toulmin (1972), establece la relación del ser humano con una tendencia a ser creativo por naturaleza, que lo lleva a producir innovaciones constantes de los conceptos, los cuales una vez constituidos entran en competencia con los ya establecidos por la sociedad y de esta manera unos conceptos innovadores serán aceptados y otros serán rechazados.

Toulmin, establece una relación del ser humano y el ambiente intelectual, o sea, cada contexto determina según sus circunstancias socio-culturales una forma de interpretar el mundo. Además, introduce la denominada ecología conceptual, que hace alusión a los conceptos previos que permiten la coexistencia de nuevos conceptos. Asimismo, el patrón único de desarrollo propuesto por Toulmin, se constituye a partir de un doble mecanismo: producción de innovaciones y selección crítica; este patrón de desarrollo se convierte en el motor que mueve el desarrollo y la evolución de las poblaciones conceptuales (Toulmin, 1969).

Desde esta perspectiva evolucionista de Toulmin, el cambio conceptual se llega mediante un proceso gradual, lo que significa que los conceptos no son cambiados por otros, sino que coexisten dentro de la estructura cognitiva del estudiante. De esta manera, toda transformación tiene un carácter parcial y está sometida al juicio de la comunidad intelectual (Toulmin, 1969). En este sentido, consideramos importante la transformación del profesor en favorecer el aprendizaje de sus estudiantes mediante la transformación propia en la implementación de estrategias didácticas.

Por su parte, más cerca de las visiones filosóficas de ciencia Thomas Kunh (1978), Imre Lakatos (1898), Karl Popper, Posner, Hewson, Gertzson y Strike (1982), han propuesto una teoría de cambio conceptual que entró en vigencia en la década de los ochentas.

En la actualidad, se considera que para que se dé el cambio conceptual y para nuestro caso en particular el profesor debe creer que es posible llevar a cabo su práctica incorporando los siguientes elementos para modificarla constantemente:

- 1. Inteligibilidad.** En la que el individuo debe conocer lo que significa el concepto, de igual manera debe entenderlo y no debe parecerle contradictorio (Blandón y Monsalve, 2009) . En este sentido, en el proceso de enseñanza el profesor considera pertinente, dentro de la temática de la óptica, vincular un recurso en el cual pueda contextualizar y ejemplificar los contenidos teórico científicos que se presentan en el aula de reflexión y dispersión de la luz.
- 2. Plausibilidad.** Se refiere a que el individuo debe hacer una comparación con los conceptos en cuestión y estos nuevos conceptos le deben permitir resolver los problemas generados por sus predecesores (Blandón y Monsalve, 2009). Para la enseñanza, la plausibilidad está medida cuando el profesor toma la decisión de aplicar las estrategias necesarias para llevar a cabo el proceso de enseñanza; en nuestro caso la plausibilidad es evidente cuando el profesor aplica a la enseñanza el módulo de óptica del museo posibilitando la contextualización de los fenómenos de reflexión y dispersión.
- 3. Fructibilidad.** En la que el individuo toma una decisión por un concepto y no por otro, esto conlleva a analizar la situación del individuo; esto significa que el

individuo está en la capacidad de tomar decisiones de acuerdo a la utilidad del concepto en el momento necesario para resolver los problemas que se le presentan (Blandón y Monsalve, 2009). En esta investigación la fructibilidad está medida por la interdisciplinariedad que genere el profesor a partir de la ampliación del conocimiento de fenómenos de reflexión y dispersión de la luz a otras áreas de estudio; esto permite que el estudiante a partir de estos conocimientos adquiridos se genere soluciones ante problemas que se le presenten en su cotidianidad.

De acuerdo con lo anterior, Posner (1982)²; para que exista un cambio conceptual en el individuo, es necesario que exista una insatisfacción con sus ideas previas cuando se encuentra con una nueva concepción científicamente aceptada.

Sin embargo, este modelo de cambio conceptual planteado por Posner y Strike (1982), se centraba exclusivamente en los procesos cognitivos. Lo que lo hace un trabajo frío, pero en un trabajo posterior, Strike y Posner (1992), adicionan a este modelo inicial la motivación como parte importante en el proceso de cambio conceptual, lo que permite explicar del cambio. Muy afín con el modelo anterior de Posner *et al.*, (1982), tomando como prioridad el cambio revolucionario influenciado por la noción de paradigma (Kuhn, 1979), y en la filosofía de la ciencia, Thagard (1992). Plantea que los procesos de

² Cabe mencionar que existen diferentes versiones del modelo del cambio conceptual.

cambio responden a una serie de etapas que explican tal revolución conceptual y que tienen las siguientes etapas (Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982):

1. Revisión de creencias (añadir o quitar ejemplos a una categoría)
2. Reorganización conceptual, en la cual la estructura conceptual se modifica, bien sea por descomposición, diferenciación o integración de elementos.
3. Revisión de la estructura de conocimientos, en la que uno o varios elementos pasan a otras categorías.
4. Reestructuración del árbol de conocimiento en un dominio, la cual involucra un cambio radical en la estructura de conocimiento.

Para Thagard, cuando existe un cambio conceptual radical, es necesario que la estructura de conocimiento sufra una serie de cambios que terminarán en una revolución conceptual. Y aunque, el cambio radical es importante, es necesario que no se desprecien las actividades cotidianas del aula, ya que son necesarias para que promuevan y faciliten llegar al cambio radical.

En este sentido, consideramos el cambio, no desde la perspectiva radical, sino ese cambio que se va dando de forma paulatina, es decir que las ideas alternativas se diluyen en la medida en que no ofrecen una explicación satisfactoria a un fenómeno

cotidiano, sino que prevalecen aquellas ideas que ofrecen una dimensión más amplia para la definición de dicho fenómeno.

4.2.2 Metacognición.

La Metacognición, se define como el dominio y regulación que tiene el sujeto sobre sus propios procesos cognoscitivos (Flavell, 1976). A partir de esta definición se han desprendido varias construcciones a cerca de lo qué es la metacognición. Sin embargo, algunos investigadores en este campo han establecido ciertas relaciones para definir los aportes que hace la metacognición al abordar los problemas que se presentan en la didáctica de las ciencias (Campanario, Cuerva, Moya, & Otero, 1997), y el soporte epistemológico que da, dentro de los mismos modelos que argumentan el aprendizaje por investigación (Soto, 2003).

Tovar (2005), plantea una serie de estrategias para explicar las implicaciones metodológicas de la metacognición que abarca tres dimensiones (Tovar, 2005) ver ilustración 1:

1. Dimensión de reflexión, aquí el sujeto evalúa su estructura cognitiva. En este caso, la práctica del profesor permite realizar una evaluación acerca de todo este

proceso, para determinar los aspectos en los cuales se encuentran falencias y de igual modo fortalecer aquellas en las cuales se tienen ventajas.

2. Dimensión de administración, en la que el individuo es consciente de su estado y unifica sus componentes cognitivos con la finalidad de formular estrategias para llevar a cabo su tarea.

Después de haber realizado una exhaustiva reflexión acerca de la práctica y luego de reconocer los errores y las virtudes que se poseen, el profesor en esta etapa realiza una reestructuración de las estrategias que ha utilizado en su práctica para hacer más fructífero el proceso de enseñanza; es aquí donde surgen nuevas estrategias y herramientas para llevar a cabo su labor.

3. dimensión de evaluación, en la que el individuo reflexiona sobre la implementación de sus estrategias y si ha alcanzado la meta cognitiva.

Luego de haber aplicado nuevas estrategias en el proceso de enseñanza, el profesor evalúa de nuevo su proceso, esto le permitirá enriquecer su labor reconociendo estrategias que le favorecen en su práctica. Estas habilidades cognitivas se le irán convirtiendo en un hábito que podrá transmitir a sus estudiantes en la medida en que éstos podrán tener un autocontrol de sus aprendizajes.

De acuerdo a lo planteado por el autor, podemos decir que un proceso de metacognición, nos permite dirigir nuestros aprendizajes, regular y reconocer fortalezas y debilidades para mejorar nuestros componentes cognitivos.

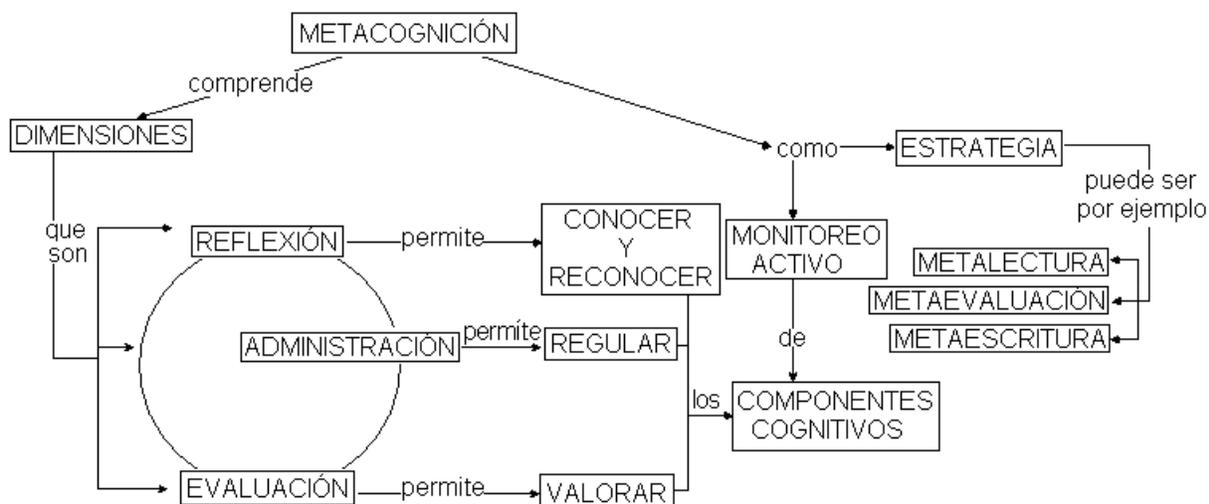


Ilustración 1 Tomado de (Tovar, 2005)

4.2.2.1 Relación Cambio Conceptual y Metacognición en el profesor para la enseñanza de las ciencias.

La Metacognición, es un proceso esencial para llegar al cambio conceptual, lo que requiere que el profesor desarrolle cierto tipo de habilidades que le permitan reflexionar acerca de lo qué va a enseñar y de qué manera lo va hacer, qué evaluar entre otros aspectos importantes a la hora de preparar las actividades de enseñanza.

El proceso metacognitivo del profesor implica potenciar sus habilidades para orientar sus acciones, regularlas y reflexionar sobre su práctica (Angulo & Garcia, 2001), esto conduce a que el profesor de ciencias que se comporta metacognitivamente es capaz de reconocer sus errores y fortalezas en su práctica, evaluarse desde su propia experiencia y verbalizar que pasó y por qué.

Esta capacidad metacognitiva del profesor le permitirá llevar a cabo el proceso de enseñar ciencias entendido como cambio conceptual y desde este punto podrá comprender lo que implica la ciencia y su enseñanza; de acuerdo con esto la modificación del status de las ideas del profesor conducen un cambio conceptual y será producto de sus habilidades metacognitivas.

Partiendo de lo anterior, el profesor debe optar por mecanismos que lo lleven a la toma de conciencia como un factor de contrastación entre sus ideas iniciales y las nuevas ideas y sobre todo que lo lleve a pensar en los desarrollos de la metacognición, centrándose en los procesos de regulación, autorregulación y evaluación. Por tal razón, el cambio conceptual involucra necesariamente la Metacognición, lo que nos lleva a afirmar la Metacognición como un camino que allana para que se dé el cambio conceptual.

Desde esta perspectiva coincidimos con Gunstone y otros (1993), cuando expresan que una de las condiciones más importantes para que los alumnos sean metacognitivos, es que su profesor lo sea. Por lo tanto, el profesor para modificar las ideas de enseñar de manera tradicional por otras más didácticas implica su reflexión de la práctica que le permitirá mirar otras formas de enseñar para que el aprendizaje sea mucho más significativo.

4.3 La Naturaleza de la Luz en el Contexto de la Física.

La Física, es de las ciencias exactas y naturales la más fundamental, esta se refiere a los principios básicos del Universo. Es la base sobre la que las otras ciencias (la astronomía, la biología, la química y la geología). La belleza de la física, radica en la simplicidad de sus teorías fundamentales y en la manera en que sólo un pequeño número de conceptos fundamentales, ecuaciones y suposiciones pueden alterar y ampliar nuestra visión del mundo que nos rodea. El estudio de la física se puede dividir en seis áreas principales (Serway, 1997):

- 1. Mecánica clásica**, que tiene que ver con el movimiento de objetos que son grandes en relación a los átomos y se mueven a velocidades mucho más lento que la velocidad de la luz;
- 2. La relatividad**, la cual es una teoría que describe los objetos en movimiento a cualquier velocidad, incluso velocidades cercanas a la velocidad de la luz;

3. **La termodinámica**, trata con del calor, el trabajo, la temperatura y el comportamiento estadístico de los sistemas con un gran número de partículas;
4. **Electromagnetismo**, se ocupa de la electricidad, el magnetismo, y campos electromagnéticos;
5. **La mecánica cuántica**, una colección de teorías que conecta el comportamiento de la materia a nivel submicroscópico a las observaciones macroscópicas.
6. **Óptica**, que es el estudio del comportamiento de la luz y su interacción con los materiales.

Es importante comprender la naturaleza de la luz, si se considera el papel fundamental que esta juega para la vida en la tierra, al ser uno de los ingredientes que la hacen posible. Es gracias al proceso de la fotosíntesis que algunos organismos como las plantas convierten la energía lumínica en energía química. La transmisión y recepción de información de todos los objetos que nos rodea y del todo el universo, se dan fundamentalmente gracias a la luz.

La naturaleza y las propiedades de la luz, han sido temas de gran interés y especulación desde la antigüedad. Los griegos pensaban que la luz estaba compuesta por diminutas partículas (corpúsculos) emitidas por una fuente luminosa y que después estimulaban la percepción de la visión al incidir en el ojo del observador. Newton,

empleo esta teoría corpuscular de la luz para explicar la reflexión y la refracción de la luz. (Serway, 1997).

En 1670, el científico holandés Christian Huygens, uno de los contemporáneos de Newton, consiguió explicar muchas de las propiedades de la luz a partir de su suposición de que esta está conformada por ondas. Unos años después Thomas Young en 1801, mostró que los haces luminosos pueden interferir entre sí, con lo cual se le dio un fuerte apoyo a la teoría ondulatoria.

En 1865, Maxwell desarrolló una brillante teoría en la que se demostró que todas las ondas electromagnéticas viajan a la misma velocidad c^3 . Con la cual la teoría ondulatoria de la luz parecía tener una base bastante firme.

Sin embargo, a principios del siglo XX, Albert Einstein, retomó la teoría corpuscular de la luz, para explicar la emisión de electrones desde las superficies metálicas expuestas a haces luminosos (efecto fotoeléctrico).

En la actualidad, el mundo científico concibe a la luz con una naturaleza dual. En algunos experimentos, la luz se comporta como partícula y en otros experimentos, lo

³ Velocidad de la luz en el vacío

hace con propiedades ondulatoria. A continuación se describe cada concepto desde la perspectiva teórica de (Serway, 1997).

4.3.1 Reflexión

Cuando un rayo de luz viaja en un medio, encuentra una frontera que conduce a un segundo, parte o la totalidad del rayo incidente se refleja en el primer medio. Los rayos reflejados son paralelos entre sí. La reflexión de la luz a partir de dicha superficie lisa recibe el nombre de **reflexión especular**. Si la superficie reflejante es rugosa, la superficie refleja los rayos no como un conjunto paralelo, sino en varias direcciones. La reflexión en cualquier superficie rugosa se conoce como **reflexión difusa**. Una superficie se comporta como lisa siempre que las variaciones en la misma sean pequeñas comparadas con la longitud de onda de la luz incidente.

4.3.1.1 Ley de Reflexión.

Considere un rayo de luz que viaja en el aire y que incide a cierto Angulo sobre una superficie plana y lisa. Los rayos incidente y reflejados forman ángulos θ_1 y θ_2 respectivamente, con una línea dibujada perpendicular a la superficie en el punto

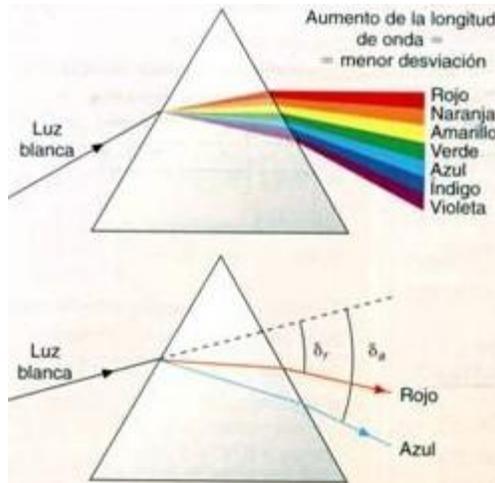
donde incide el rayo original. Llamamos a esta línea la normal a la superficie. Los experimentos muestran que el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia:

$$\theta_1 = \theta_2$$

Por convención, los ángulos de incidencia y reflexión se miden desde la normal a la superficie y no desde la propia superficie. (Serway, 1997)

4.3.2 Dispersión

En 1666, Newton observó que cuando se hacía pasar un rayo de luz solar a través de un prisma triangular de vidrio, aquel se descomponía en un conjunto de valores que se denominan espectro de la luz blanca. De esta manera Newton pudo demostrar que la luz solar (luz blanca) es una composición de ondas de distinta frecuencia. Es por esto, que el efecto que provocan en la retina las distintas frecuencias causa la sensación de color.



Sabemos que el índice de refracción de una sustancia disminuye con la longitud de onda incidente. Por tanto si un haz de luz de distintas longitudes de onda incide sobre un material refractante, como un prisma, cada radiación se desviará con un ángulo diferente (λ). A esto se le llama dispersión de la luz.

Llamaremos dispersión de la luz a la separación de un rayo de luz en sus componentes monocromáticas debido a su diferente índice de refracción. (Serway, 1997). Partiendo de lo anterior, la mayor desviación la sufre la luz violeta y la menor la luz roja.

4.4 Relación Museo - escuela (pertinencia de los Museos en la Enseñanza para el aprendizaje de la reflexión y la dispersión).

La educación, es el medio más adecuado para garantizar el ejercicio de la ciudadanía democrática, responsable, libre y crítica, que resulta indispensable para la constitución

de sociedades avanzadas, dinámicas y justas. Por ese motivo, una buena educación, es la mayor riqueza y el principal recurso de un país y de sus ciudadanos. (Martínez Agut, 2010). Por ende, la creación de una relación educativa entre el museo y la escuela, ha tomado tanta fuerza en los últimos tiempos, y ha pasado a ser una herramienta fundamental para los profesores a la hora de construir los conocimientos.

Camacho (2007), confirma que La educación en los museos ha ido pasando de ser una actividad secundaria, e incluso marginal, a constituir la función principal, el corazón mismo de la actividad museística. El profesor antes de llevar a sus estudiantes al museo, debe ser quien primero se acerque al él y observe si el museo tiene las características apropiadas para trabajar con sus alumnos y dejarles los conocimientos que pretende enseñarles. Por tal motivo, Los museos pueden dar respuesta a una gama variada de aspectos educativos que hace que el museo se reconozca como un lugar de aprendizaje, como vehículo de comunicación y centro social, pero también hay que destacar que son los museos quienes limitan las actividades del profesor, no el profesor a los museos.

El profesor debe saber qué y cómo aprenden sus estudiantes para que tengan una idea fructífera para que experiencia al vincular la escuela con el museo, tengan un aprovechamiento óptimo de los recursos o módulos que ofrece el museo.

5 DISEÑO METODOLÓGICO.

5.1 Cronograma y fases de de la investigación.

Procurando el ceñimiento a un cronograma o itinerario de trabajo, se planteó con las siguientes fases o momentos de investigación: un primer momento es la revisión bibliográfica, un segundo momento es la visita al museo (MUUA) y por último el diseño de una guía museística. A continuación se presenta el cronograma de actividades.

5.1.1 Cronograma de la investigación.

FASE	MES	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	ACTIVIDAD																				
I Fase de revisión Bibliográfica	Revisión de bases de datos académicas y revistas internacionales sobre el museo.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Configuración del marco teórico	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Identificación de antecedentes sobre Museo-Escuela, Cambio Conceptual.			■	■	■	■	■	■												
	Construcción de capítulos del marco teórico.		■	■	■	■															
II Visita al museo	Diseño de cuestionario derrotero, para aplicar al personal del MUUA.					■															
	Visita al Museo Universitario Universidad de Antioquia MUUA						■														
	Construcción de capítulo sobre Metodología.							■													
de una guía museísti	Diseño y elaboración de una guía museística.							■	■	■	■	■	■								
	Construcción de los capítulos de la Metodología			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				

5.1.2 Fases de la investigación.

El trabajo se desarrolló entre agosto y noviembre del año 2010, transitando a través de tres momentos primordialmente, uno de revisión bibliográfica, un segundo de visita al Museo Universitario de la Universidad de Antioquia (MUUA) y por último la concentración en el diseño y construcción de una propuesta de guía museística que pueda ser utilizada posteriormente por los profesores de ciencias que comprendan la didáctica con intereses en la línea de relación museo - escuela para ser aplicado en estudiantes de undécimo de bachillerato.

5.1.2.1 Primer momento de la investigación: Revisión bibliográfica

Inicialmente se estableció una pregunta problematizadora, la cual ayuda a establecer el camino a seguir durante el desarrollo de la investigación, posteriormente, se da paso a una revisión exhaustiva de bibliografía relacionada con la línea de investigación Museo - escuela, y con temáticas concernientes a algunas teorías del aprendizaje, todo esto apoyados en diferentes bases de datos académicas, en revistas internacionales y demás fuentes, procurando que estas fuesen lo más confiables y recientes.

Lo anterior, permitió amasar una numerosa y confiable bibliografía para llegar a construir el marco teórico y demás pormenores.

5.1.2.2 Segundo momento de la investigación: Visita al MUUA.

Un acercamiento a la institución museística por excelencia de la Universidad de Antioquia (el MUUA), permitió conocer de cerca toda la infraestructura física, así como las deferentes salas y sus colecciones tanto permanentes como itinerantes. De manera privilegiada también se tuvo acceso a algunas secciones en donde se recibe y se cataloga un material diverso que va desde muestras de rocas, fósiles, hasta insectos y animales, algunos de ellos disecados.

La interacción con los guías del museo y sostener una conversación fluida con ellas a manera de entrevista, permitió acceder a una visión de las instituciones museísticas desde la perspectiva del personal que labora en ellas.

5.1.2.3 Tercer momento de la investigación: Diseño y construcción de una guía museística.

Gracias al conglomerado de información con el que se dispuso, luego de haber accedido a las diferentes fuentes, entre ellas la visita al MUUA, se procedió a analizar y a discutir la manera en que debía procederse para la elaboración de la guía museística y se paso a la construcción del diseño.

5.2 Tipo de estudio.

Esta investigación adoptó un enfoque cualitativo, ya que se pueden hacer descripciones a partir de observaciones, las entrevistas, narraciones, notas de campo, grabaciones, transcripciones de audio y vídeo cassettes, registros escritos, fotografías, y películas.

Los métodos cualitativos no son concebidos únicamente como una búsqueda científica, en el sentido de acceder a las leyes generales de la sociedad, sino también como un proceso ávido de respuestas prácticas. Por otra parte, los métodos cualitativos, apuntan más a un esfuerzo por comprender la realidad

social como fruto de un proceso histórico de construcción visto a partir de la lógica y el sentir de sus protagonistas, por ende, desde sus aspectos particulares y con una óptica interna (Sandoval, 1997).

En investigaciones cualitativas, se debe hablar de entendimiento en profundidad en lugar de exactitud, se trata de obtener un entendimiento lo más profundo posible. Los métodos cualitativos aplicados en investigaciones sociales y educativas, permiten explorar, describir e interpretar el contexto y las situaciones de la realidad social en la que se mueven los actores, se apartan de las formas tradicionales de investigación en cuanto se refiere al uso predominante de información cualitativa, y a la estrategia general para llevar a cabo objetivos de investigación, a la utilización y destinatario de los resultados obtenidos y a otros aspectos propios de cada tipo.

En este sentido, “No existe una única forma de investigación cualitativa, sino múltiples enfoques cuyas diferencias fundamentales vienen marcadas por las opciones que se tomen en cada uno de los niveles: ontológico, epistemológico, metodológico y técnico” (Rodríguez, Gil y García, 1999 Citados por Giovanni, 2003). Es justamente en esta diversidad, que es posible encontrar aspectos

comunes que permitirán caracterizar una definición amplia de los métodos cualitativos.

Cook & Reichardt (1995, citados por Meza, 2002), consideran entre los métodos cualitativos a la etnografía, los estudios de caso, las entrevistas a profundidad, la observación participante y la investigación-acción.

Por las razones expuestas, optamos por ese enfoque porque permitió describir e interpretar y mediante la observación diseñar una guía museística utilizando la sala Galileo en el módulo de reflexión y dispersión de la luz.

5.2.1 Explorativo, descriptivo.

Consideramos que el tipo de estudio es cualitativo de carácter exploratorio, descriptivo, puesto que se trata de la observación de la Sala Galileo Galilei del Museo de la Universidad de Antioquia y cómo relacionar las temáticas del aula.

Los estudios exploratorios, nos permiten aproximarnos a fenómenos desconocidos, con el fin de aumentar el grado de familiaridad y contribuyen con ideas respecto a la forma correcta de abordar una investigación en particular. (Grajales G, 2000). Este tipo de estudios, requiere de una adecuada revisión bibliográfica y son más flexibles en su metodología, por lo que el estudio exploratorio se centra en descubrir.

Por su parte, los estudios descriptivos buscan desarrollar una imagen o fiel representación (descripción) del fenómeno estudiado a partir de sus características. (Grajales G, 2000). En este caso los estudios descriptivos buscan medir las variables con el fin de determinar las propiedades importantes del fenómeno que se pretende analizar.

Esta investigación pretende realizar una observación a la Sala Galileo del Museo de la Universidad de Antioquia, más específicamente en el módulo de óptica, para determinar desde una perspectiva del modelo de cambio conceptual, que tantos beneficios trae este módulo para la enseñanza de los fenómenos de reflexión y dispersión de la luz. Por lo que se realizó una visita previa a la Sala Galileo en la cual se aplicaron distintas herramientas para la recolección de información que será muy útil para la construcción de una guía museística en donde se relacionen las temáticas del aula.

5.2.1.1 Fuentes.

En esta investigación, se utilizaron como fuentes de información, la entrevista, fotografías, las observaciones al módulo de óptica de la Sala Galileo Galilei del Museo de la Universidad de Antioquia y grabaciones de la guía durante la visita a la Sala Galileo. Donde se analizaron las posibilidades didácticas que ofrece el módulo de óptica para la enseñanza de los fenómenos de reflexión y dispersión finalizando con una propuesta de una guía museística valorada desde la perspectiva del modelo de cambio conceptual.

5.2.1.2 Instrumentos y técnicas.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron la observación, la entrevista, cámaras fotográficas marca Canon y grabadoras marca Sony, fueron necesarios estos instrumentos, ya que permitieron captar todo el proceso de encuentro entre el investigador fotográfico y fotografiado, como también entre el entrevistador y la persona a entrevistar, mostrando lo que es tan difícil de escribir, es por esto que las fotografías y las grabaciones tienen un alto poder descriptivo. Estos instrumentos nos permiten un mejor acercamiento y tener una interpretación del problema de investigación.

La Observación como técnica de investigación, debe ser sistemática y controlada: la selección de un escenario relativamente acotado; una observación y registro de datos sistemático donde se especifiquen contextos, situaciones e individuos; deben propender al uso y formulación de categorías de análisis debe ser reflexiva y crítica, desechando juicios de valor y compromisos con intereses de grupo. (Guber, 2004).

En este sentido, lo que se hizo fue una observación participante, que dio paso desde el inicio de la visita al Museo, cuando empezamos a tener contacto con cada uno de los módulos que nos presentó la Sala Galileo, centrando nuestra atención en el módulo de óptica.

Nuestra observación supuso el acceso a todas las actividades de la Sala, lo cual permitió un acercamiento con la realidad educativa del proceso de enseñanza de estos módulos educativos.

Del mismo modo, se realizó una entrevista a los guías de la Sala Galileo con su consentimiento, con el fin de indagar que tantas personas asistían a la Sala, con

qué frecuencia lo hacían y si el dominio de los temas por parte ellos era el adecuado para que en los visitantes se pudiera observar el cambio conceptual.

Para esta entrevista, hicimos uso de la grabadora como herramienta didáctica que nos permitiera grabar paso a paso lo que iba transcurriendo en la determinada entrevista.

Fue un procedimiento de conversación libre con el fin de recoger la información por medio de preguntas abiertas, reflexivas y circulares las cuales serian de interés para la investigación. En cuanto a lo anterior, Schutz nos dice:

“la entrevista es una herramienta de carácter comunicativo que se propone captar significados que de ningún modo son hechos puros o simples, están mediados por la construcción que hacen los propios sujetos en base a su experiencia. Cuando nos proponemos atrapar el significado que los otros atribuyen a sus propias prácticas debemos asumir que “nuestro conocimiento del mundo supone un conjunto de abstracciones, generalizaciones, formalizaciones e idealizaciones propias del nivel respectivo de organización del pensamiento. En términos estrictos, los hechos puros y

simples no existen, por consiguiente se trata siempre de hechos interpretados” (Schutz, 1995:36).

Las cámaras fotográficas, permitieron captar y analizar el material fotográfico, las fotografías tienen un alto poder descriptivo. De esta manera utilizamos la cámara fotográfica para tomar registro de cada uno de los módulos de la Sala Galileo y de este modo poder describir más detalladamente de que consta cada uno.

5.3 Análisis de la observación.

La Sala Galileo es un lugar amplio, con un ambiente adecuado para el aprendizaje, y el cual cuenta con montajes que trata diversos temas relacionados con la mecánica, termodinámica, electricidad, óptica y demás. Esta Sala es una de las más importantes del MUUA ya que de ella depende su clasificación como museo de cuarta generación.

Con la visita que se realizó el día 11 de septiembre de 2010 a la Sala Galileo del MUUA, nos pudimos dar cuenta que esta sala a pesar de todas sus cualidades, no cuenta con una guía lo suficientemente solvente en el conocimiento de la disciplina para mostrar y explicar los fenómenos expuestos al visitante, ya que

simplemente el guía explica los montajes de toda la sala de una forma muy trivial especialmente cuando se trabaja el módulo de óptica.

Hay que tener en cuenta que hoy más que nunca el guía juega un papel muy importante en la visita al museo, pues es él quien tiene un acercamiento directo con el visitante y es a quien se le pregunta sobre las inquietudes que se tenga, y a demás la gente necesita muchas veces del guía para poder acercarse a las obras expuestas en el museo. A pesar de tratarse de personas que tienen conocimientos específicos sobre artes visuales, los guías deben preparar con tiempo y dedicación cada visita propuesta junto con los curadores y otros especialistas (Casanovas, 2010). Es por ende, que nos atrevemos a concluir que los guía de la Sala Galileo del módulo de optica del MUUA, no se encuentra lo suficientemente informado para brindar una visita bien estructurada y dispuesta a responder de una manera convincente al público todas sus preguntas, de igual manera no incita al debate sobre lo que representa cada una de las obras.

También son muchos los factores que pueden incidir en los procesos que interviene en el aprendizaje de los conceptos físicos como: la falta de motivación, el temor infundido hacia la física, la falta de utilización de diversas estrategias, entre otras falencias (Puiggrós, 2001), que se pueden solucionar si se hace un

proceso metacognitivo en dónde el maestro es el principal actor, ya que si él piensa de qué forma enseñar, enseña mejor, los estudiantes harán lo mismo de forma similar, en qué forma aprenden mejor.

Lo anteriormente expresado, nos conlleva a la tarea de formular una enseñanza del módulo de óptica para la Sala Galileo, que sirva de guía no solo al visitante, si no también al mismo guía, pues esta le servirá de apoyo y complementación a la hora de atender la visita del público, ya que nos encontramos en una época en donde el público ha perdido el temor de acercarse al museo y más cuando se trata de ir a aprender.

Esta forma de pensar la educación es un excelente pretexto para mirar de cerca los conocimientos de los museos, desde sus competencias que presentan al público; teniendo en cuenta que son vistos como legitimadores del saber (Perdomo, 2008).

5.3.1 Selección de los módulos en la sala.

La sala Galileo interactiva, hace parte de la colección de Ciencias Naturales y sirve como centro de práctica para los programas de educación y aprendizaje de las ciencias exactas, pues cuenta con diferentes módulos que hacen que las personas que los visitan comprendan que la experimentación es gratificante y se convierte en una de las mejores maneras de construir conocimiento.

La Sala Galileo Interactiva, cuenta con diferentes módulos que trabaja diferentes temáticas como:

- **Mecánica:** explica la oscilación de un péndulo y el movimiento de los astros, a través de las leyes del movimiento.
- **Termodinámica:** enseñan las interacciones que producen fenómenos para generar y transferir energía, así como para conservarla.
- **Electricidad:** permite establecer una idea clara de lo que es el campo electromagnético y los diferentes fenómenos asociados a él.
- **Geometría:** el espacio y las figuras que se pueden realizar en él, que permiten la construcción de modelos físicos y matemáticos de los fenómenos naturales.

- Óptica: explica las teorías sobre la luz (dispersión, refracción y reflexión) y la formación de los colores, los cuales juegan un papel básico en la comprensión de los fenómenos de percepción.

La manera como se trabajan todos estos módulos, permite la interacción de los visitantes con los montajes de la sala, ayuda a romper los esquemas de la enseñanza tradicional.

En este trabajo nos centramos en el módulo de óptica, para diseñar una guía de enseñanza y contribuir desde otra perspectiva la manera de enseñar las Ciencias.

6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

6.1 Propuesta didáctica, desde la inteligibilidad.

La condición de inteligibilidad se evidencia en el profesor, cuando piensa en museo y está guiada principalmente por la posibilidad que tiene el profesor en considerar la viabilidad de utilizar el módulo de óptica geométrica de la Sala Galileo Galilei del Museo Universitario Universidad de Antioquia (MUUA) para la conceptualización de los fenómenos de reflexión y dispersión de la luz para que sus estudiantes aprendan mejor y estos puedan, hacer representaciones del contenido abordado, al igual que el grado en que entienden dicha conceptualización. Para esto, se decide acudir al postulado que Hewson (2004) ofrece acerca de las condiciones del cambio conceptual, en este apartado:

“Se refiere al conocimiento de los conceptos o nociones en cuestión; es decir, el individuo debe conocer lo que un concepto u otro significa, debe entenderlo y no debe parecerle contradictorio”

De allí que la interacción directa con el modulo de óptica, al igual que con sus pares alrededor de las actividades planteadas en la guía durante la visita, le permitirán a los estudiantes durante la visita, la posibilidad de vivir de manera más tangible, temas tan complejos y abstractos como los que tienen que ver con la luz.

6.2 Propuestas de aprendizajes, desde la plausibilidad.

Para la identificación de la condición de plausibilidad puede darse en el profesor cuando este considera el museo como una herramienta didáctica que ofrece un potencial importante en el aprendizaje de los conceptos de óptica, investigaciones como la de Flórez & Moreno (2009), evidencian que el profesor al utilizar el museo como herramienta didáctica potencia el aprendizaje de conceptos, y reconocer e identificar las condiciones que pueda tener el módulo de óptica geométrica de la Sala Galileo Galilei del Museo Universitario Universidad de Antioquia (MUUA) acerca de las posibilidades para la conceptualización de los fenómenos de reflexión y dispersión de la luz, se toma como referente la visita a la Sala Galileo, donde se recorrió abordando cada uno de los módulos con un respectivo guía al cual se le aplicó una entrevista para tratar de indagar que tantas personas asistían a la Sala, con qué frecuencia lo hacían y si el dominio de los temas por parte ellos era el adecuado.

Además de esto se hace uso de la definición que Hewson (2004) ofrece sobre la plausibilidad:

“Está referida a la comparación que se da entre los conceptos en cuestión, claro está que para que se cumpla la condición de plausibilidad es necesario que tanto el profesor como el estudiante posea criterios de comparación bien definidos, estos criterios responden a compromisos epistemológicos consistentes e internos. En pocas palabras el profesor y/o estudiante ve la nueva concepción como creíble”

Con base en lo anterior decimos que el módulo de óptica es plausible en la medida en que el profesor lo aplica para la conceptualización de los fenómenos de reflexión y dispersión de la luz para que sus estudiantes mejoren sus comprensiones, ya que este módulo permite que el docente pueda utilizar la contextualización de algunos contenidos conceptuales y la ejemplificación de la forma como pueden ser observados de manera que estos fenómenos sean más significativos para los alumnos, en cuanto el docente es más explícito y esto facilita que el alumno haga una mejor comprensión de los conceptos y de igual manera posibilita enseñar de otra manera las ciencias.

Retomando lo que plantea Hewson (2004), en el alumno la plausibilidad está determinada antes que nada por lo inteligible que sea el concepto, lo que hace necesario dominar primero que todo la condición de inteligibilidad, sumándole a esto aspectos relevantes como la relación directa que este mantenga con el concepto, con su interpretación y el enlace que se genere entre el nuevo concepto y las ideas que se posee sobre este concepto. Por lo que el profesor debe trabajar en buscar estrategias que permitan al alumno entender la conceptualización de los fenómenos de reflexión y dispersión de la luz –en nuestro caso particular- identificando sus causas, logrando posteriormente que los alumnos reconozcan como fenómenos que acontece en su entorno y puedan contrastar sus conocimientos previos con los conocimientos que se construyen en el museo.

Por lo que se propone que el profesor haga uso de la Guía de Enseñanza que hemos diseñado, donde se presentan actividades en las que el alumno podrá desarrollar sus capacidades metacognitivas y posibilitar el cambio conceptual.

6.3 Propuestas didáctica desde la fructibilidad.

La condición de fructibilidad se evidencia en la medida en que para el profesor se convierta en ampliar la gama de posibilidades a nivel temático, que no solo se

pueda explicar los conceptos de reflexión y dispersión de la luz, sino otros fenómenos ópticos. Por otro lado, se hizo una entrevista que se le realizó al guía del módulo de óptica y que sirvió para darnos cuenta de la cantidad de personas que visitan el módulo de óptica, con qué frecuencia lo visitan y la edad relativa de los que más la trabajan. También se observó que tan pertinente es la información que el guía transmite y su veracidad.

Para establecer la forma precisa de hasta donde es posible la condición de fructibilidad se toma a (Hewson 2004). Como referente teórico. Él se refiere a la fructibilidad como:

“La forma según la cual el estudiante toma una decisión por un concepto y no por otro, esto conlleva a la necesidad de analizar la situación del alumno; lo cual significa, que el alumno toma una decisión no sólo de acuerdo a la utilidad del concepto en la situación o el problema del momento, sino, más bien, de acuerdo a la utilidad del concepto en otras situaciones, problemas o fenómenos”.

De acuerdo con el autor, consideramos que para el profesor que se comporta metacognitivamente y considera la idea como fructífera cuando es capaz de

trasladar el conocimiento en otras situaciones, con posibilidad de vincular otros conceptos.

La fructibilidad en el estudiante consiste en que vea la utilidad del concepto para explicar otros fenómenos, y la forma cómo él ilustra o resuelve diferentes problemas y da explicación a diferentes situaciones de la vida cotidiana.

De manera metodológica, esta guía de enseñanza le permite al profesor efectuar una confrontación en los aprendizajes, es decir, lo que los alumnos sabían con lo nuevo que han aprendido siguiendo el ciclo del aprendizaje, como se muestra en el diseño de la guía museística.

Por lo tanto, al hacer la visita al MUUA en especial al modulo de óptica el profesor podrá hacer las preguntas propuestas en la guía de enseñanza para cada montaje de los temas de reflexión y dispersión u otras en su defecto para enriquecer la misma, creando en sus estudiantes el interés y a la vez la duda de lo que ellos piensan con lo que ven, y además la argumentación y la explicación a cerca de los fenómenos vistos.

De este modo, se evidencia la fructibilidad por parte de los estudiantes. Cuando estos son capaces de contextualizar ese conocimiento en otras situaciones similares o explicaciones de fenómenos ópticos.

Asimismo, la idea es fructífera en el profesor cuando la puede llevar a nivel de otros conocimientos como la biología, puede enseñar el sentido de la visión, explicar cómo se puede ver, cómo llega la luz a nuestros ojos, cómo se forman las imágenes en el cerebro y demás particularidades. Igualmente, la refracción la puede relacionar directamente con la anatomía del ojo humano, las lentes con las enfermedades del ojo humano.

6.4 Diseño de guía de visita al modulo de la sala de ciencias.

Los análisis realizados, nos permitió la realización de la siguiente guía museística:

ÓPTICA GEOMÉTRICA: Reflexión y Dispersión

GUÍA DE ENSEÑANZA EN EL MUUA

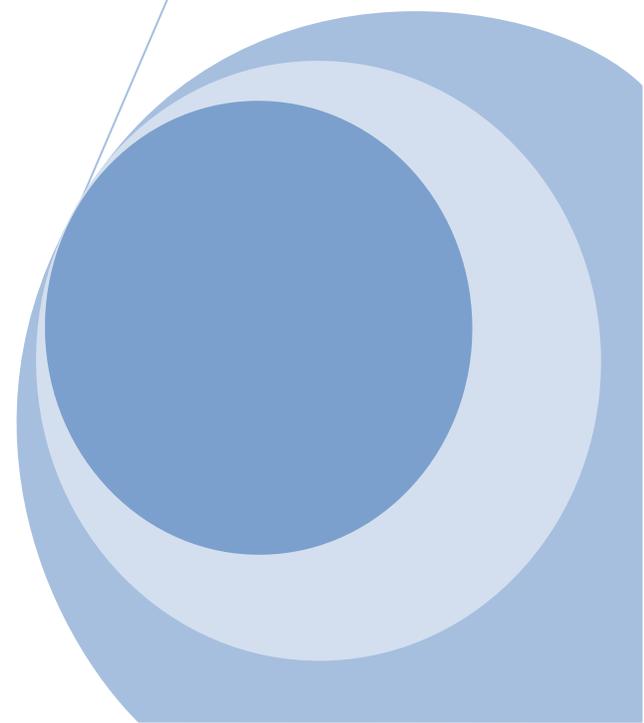
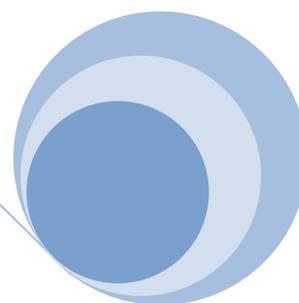
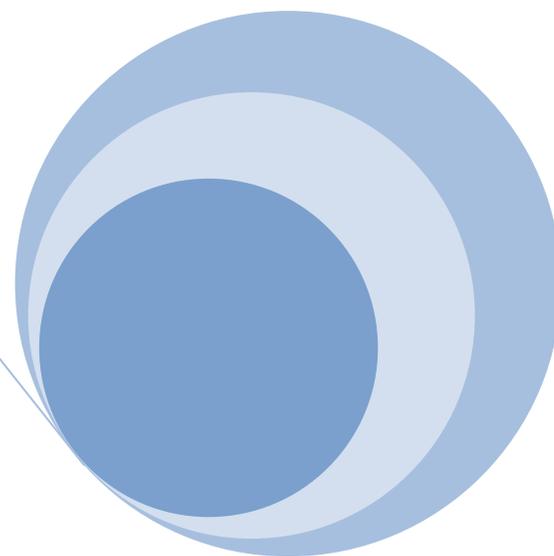
La implementación de los museos como recurso didáctico responde a la necesidad de contextualizar y ejemplificar el contenido teórico – científico de la siguiente guía museística.

SINDY CATHERINE OSORIO CASTAÑO

CAROLINA URIBE RESTREPO

**EDDISON RAMIRO VÁSQUEZ
POSADA**

Diciembre 2010



CONTENIDO

RESUMEN.....	74
METACOGNICIÓN Y CAMBIO CONCEPTUAL DEL PROFESOR.	76
EL CICLO DE APRENDIZAJE.....	78
EL MUSEO COMO FACILITADOR PARA LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA.	81
LA VISITA AL MUSEO SEGÚN EL MODELO GREM	84
FICHA OPERACIONAL.	86
OBJETIVOS	87
General:	87
Específicos:	87
CONTENIDOS A DESARROLLAR.....	88
Desarrollo de la guía didáctica.	90
“ANTES” DE LA VISITA.....	91
ACTIVIDAD #1. DE EXPLORACIÓN DE CONCEPTOS PREVIOS.....	91

Test de teorías implícitas.....	91
ACTIVIDAD #2. PARA LA INTRODUCCIÓN DE NUEVOS CONCEPTOS.....	97
1. Propagación rectilínea de la luz.....	98
2. Reflexión y formación de imágenes en espejos planos.....	100
3. Reflexión y formación de imágenes en espejos esféricos	102
4. Refracción y formación de imágenes en dioptros planos.	105
5. Refracción y formación de imágenes en dioptros esféricos.....	107
6. Refracción y formación de imágenes en lentes	110
7. Dispersión.....	113
ACTIVIDAD 3. PRESENTACIÓN DE LOS MUSEOS.	116
MOMENTOS DURANTE LA VISITA.....	118
MOMENTOS DESPUÉS DE LA VISITA.	123
ACTIVIDADES DE SÍNTESIS O DE APLICACIÓN.....	123
REFLEXIÓN SOBRE LA APLICACIÓN DE LA GUÍA MUSEÍSTICA	127
BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA PARA EL PROFESOR:	129

RESUMEN

Se presenta una propuesta de intervención didáctica para la enseñanza de los fenómenos ópticos de dispersión y reflexión de la luz a estudiantes de 15 a 17 años del grado once de educación media según el sistema educativo colombiano, en cual se incorporan algunos elementos museográficos del Museo Universitario Universidad de Antioquia (MUUA) de la ciudad de Medellín.

Se pretende hacer uso de algunos recursos culturales como el museo para abordar una temática compleja para el docente como es la contextualización y ejemplificación de algunos contenidos conceptuales, pues la comprensión de los fenómenos ópticos conlleva a que el estudiante los pueda relacionar con la vida cotidiana en su aplicación, para ello debe adoptar una actitud de participación y apropiación conceptual para el aprendizaje significativo.

De modo que La implementación de los museos como recurso didáctico responde a la necesidad de contextualizar y ejemplificar el contenido teórico – científico de la guía didáctica. Para ello el profesor debe realizar una visita previa al museo en la cual podrá reconocer las actividades, los montajes, módulos y demás

componentes que ofrece el museo para facilitar el proceso de enseñanza en cuanto a un tema determinado.

METACOGNICIÓN Y CAMBIO CONCEPTUAL DEL PROFESOR.

Esta guía didáctica se desarrolla bajo la perspectiva de aprender a enseñar ciencias, donde la Metacognición es un proceso esencial para llegar al cambio conceptual, lo que requiere que el profesor desarrolle cierto tipo de habilidades que le permitan reflexionar acerca de lo qué va a enseñar y de qué manera lo va hacer, que evaluar entre otros aspectos importantes a la hora de preparar las actividades de enseñanza.

El proceso metacognitivo del profesor implica potenciar sus habilidades para orientar sus acciones, regularlas y reflexionar sobre su práctica (Angulo & Garcia, 2001), esto conduce a que el profesor de ciencias que se comporta metacognitivamente es capaz de reconocer sus errores y fortalezas en su práctica, evaluarse desde su propia experiencia y verbalizar que pasó y por qué.

Esta capacidad metacognitiva del profesor, le permitirá llevar a cabo el proceso de reflexión en la manera de enseñar ciencias de otra forma, entendido como un cambio conceptual, y desde este punto podrá comprender lo que implica la ciencia y su enseñanza; es de acuerdo con esto que la modificación en las practicas del

profesor implican un cambio conceptual y será producto de sus habilidades metacognitivas (Angulo Delgado, 2002).

El profesor debe optar por mecanismos que lo lleven a la toma de conciencia como un factor de contrastación entre sus ideas iniciales y las nuevas ideas adquiridas y lo lleve a pensar en los desarrollos de la metacognición centrándose en los procesos de regulación, autorregulación y evaluación de sus practica de aula. Por tal razón, el cambio conceptual involucra necesariamente la Metacognición, como un camino certero que hace posible el cambio conceptual.

Desde la perspectiva de Gunstone y otros (1993), una de las condiciones más importantes para que los alumnos sean metacognitivos, es que su profesor lo sea. Es por esto que pensamos que una de las estrategias para alcanzar esta meta es a través de la aplicación de esta guía de enseñanza.

EL CICLO DE APRENDIZAJE.

Esta unidad didáctica centra su trabajo en una serie de propuestas que estimulan y facilitan la comprensión de los conceptos de difracción y dispersión, a partir de una valoración de la experiencia y conocimientos previos del estudiantado.

Una construcción del conocimiento a partir de las vivencias y el contexto conducen al desarrollo de las competencias científicas de los estudiantes, se hace patente en un conjunto de instancias educativas que contemplan la discusión y análisis de situaciones puntuales, con el apoyo a la visita al Museo de la Universidad de Antioquia (MUUA). Para ello se considera el ciclo de aprendizaje constructivista de Jorba & Sanmartí, 1996,⁴ quienes plantean que la evaluación cumple una función pedagógica, ligada estrechamente a la enseñanza y al aprendizaje.

Las actividades son:

- De exploración
- De introducción de nuevos conocimientos
- De estructuración y síntesis de nuevos conocimientos

⁴ Quintanilla, M; Camacho, J; Urra, S; Cuellar, L; Caro, R; Saffer, G, 2010. Unidades didácticas de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Volumen II. Pág. 140

- De aplicación⁵

A continuación se describirá cada fase:

- Fase de exploración: en esta los profesores deben planear actividades donde los alumnos expliciten sus concepciones.
- Fase de introducción de nuevos conocimientos: en esta fase las actividades van dirigidas a que los estudiantes identifiquen nuevos puntos de vista en relación con los temas de se están estudiando, relaciones entre conocimientos previos y nuevos.
- Fase de estructuración y síntesis de nuevos conocimientos: en esta fase el profesor deberá plantear actividades que les permita a los alumnos sistematizar y estructurar los nuevos conocimientos reconociendo modelos y sobre todo elaborando sus propios modelos animando siempre al alumno a autocriticarse.
- Fase de aplicación: el profesor ofrece al alumno la posibilidad de aplicar sus nuevos conocimientos a situaciones o contextos diferentes, además en esta

⁵ Mesa, N; Rave L; Angulo, F, 2010. Unidades didácticas de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Volumen II. Pág. 13

fase los alumnos podrán comparar los puntos de vista actuales, con los que tenían al inicio del ciclo, con el fin de que reconozcan sus progresos.

EL MUSEO COMO FACILITADOR PARA LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA.

“La vida de un museo es su público, su cuerpo son sus colecciones y sus músculos son sus programas de comunicación, educación e investigación” (Arango, 2008). Consideramos que los museos presentan una esencia transformadora en la sociedad, porque deja de lado la idea de ser un lugar en donde únicamente se coleccionan objetos antiguos, como se hacía en otras épocas, donde la gente iba con una actitud de recreación visual y de deleite, pero no se interesaban por aprender los conceptos incluidos en los objetos de conocimiento.

De tal manera, que las actividades de aprendizaje deben ser elementos de retroalimentación cuando se planifican: la visita al museo, durante y después de la misma.

Los museos son tomados ahora como legitimadores del saber, donde no solo se divulga el conocimiento, sino, que además las personas tienen la oportunidad de confrontar lo que ya sabían con lo nuevo que han aprendido, dando espacio para el enriquecimiento de los conceptos. El aprendizaje es contextual, no aprendemos

de hechos y de teorías aislados, si no en relación con lo que ya sabíamos, con lo que creemos, con nuestros prejuicios y miedos (Camacho, 2007).

De acuerdo con el ICOM de la UNESCO, el concepto de museo, hace referencia a instituciones culturales que tienen por objeto el depósito, la custodia, la exhibición y el estudio de las obras de arte o bien de objetos de valor sociológico y antropológico de interés para el patrimonio. Desde 1961 el ICOM, estableció que la educación era la función primordial de los museos, dando por sentado que ellos son facilitadores del aprendizaje.

Consideramos que los museos presentan una función primordial que apunta al encuentro directo con el público, donde la divulgación, el carácter educativo y el sentido lúdico forman parte de su esencia y sentido último (Hernandez, 1997 citado en Sánchez, 2002).

En los últimos años se ha llegado a la conclusión de que el valor educativo es intrínseco al museo y que se debe manifestar en todas sus funciones y actividades, que deben ser asequibles a todos. Por lo tanto, las diferencias epistemológicas, es decir, El hecho de que entre la sociedad y la ciencia haya

existido una incompatibilidad, debido en gran medida a dificultades de comunicación como el lenguaje utilizado por estos últimos, así como sus métodos que resultan en muchos caos excéntricos a la mayoría de la población, todo esto ha hecho surgir nuevos espacios comunicativos como los museos científicos donde se busca propiciar la trasmisión y comprensión de la ciencia y la tecnología (Sánchez, 2004).

LA VISITA AL MUSEO SEGÚN EL MODELO GREM

En Canadá el *Groupe de Recherche Sur L'éducation et les Musées* GREM ha desarrollado un modelo de trabajo que vincula el museo con la escuela, en el contexto de las actividades que se realizan en las dos instituciones (el museo como actividad complementaria) a través de unos momentos de articulación, con finalidades particulares, como se muestra en la tabla 1.

MOMENTOS	ESPACIOS	ETAPAS	ENFOQUES	PROCESOS
Antes	Escuela	Preparación (Previa)	Interrogación	Cuestionamiento del objeto
Durante	Museo	Realización	Recolección de datos y Análisis	Observación y manipulación del objeto
Después	Escuela	Prolongación (Posterior)	Análisis y síntesis	Apropiación del objeto

Tabla 1. Momentos de vinculación Museo – Escuela, según el GREM

Estos momentos se tienen en cuenta en el desarrollo de la presente guía museística.

FICHA OPERACIONAL.

Nivel en que se puede aplicar: grado once (11º) de Educación Básica (de 15 a 17 años)

Número de estudiantes por curso: 35-40

Tiempo para el tratamiento de los contenidos: 20 horas (incluyendo la visita al museo) 4 horas semanales.

Materiales mínimos requeridos: fotocopias, cartulina, marcadores, materiales de laboratorio, visita al museo.

OBJETIVOS

General:

Apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje de los fenómenos ópticos de dispersión y reflexión de la luz, haciendo uso de espacios que permitan hacer un análisis conceptual y social de los fenómenos físicos como el Museo Universitario Universidad de Antioquia (MUUA).

Específicos:

- Identificar las diferencias conceptuales entre nociones científicas de fenómenos ópticos, reflexión y dispersión.
- Manejar material experimental museístico, cuando se visite el MUUA que permita diferenciar los fenómenos ópticos de reflexión y dispersión.
- Fortalecer las competencias de pensamiento científico como la argumentación y la explicación sobre la base de fenómenos científicos que den cuenta de las diferencias entre reflexión y dispersión.

CONTENIDOS A DESARROLLAR.

Conceptuales:

- propiedades de la luz.
- Percepción de la luz.
- Propagación rectilínea de la luz.
- Leyes de la reflexión.
- Reflexión total.
- Dispersión. Espectro luminoso.

Procedimentales:

- Debates sobre temas científicos.
- Montaje de sistemas ópticos. algún instrumento óptico.
- Planificación y realización de experiencias para contrastar hipótesis.
- Aplicación del método científico.

- Comunicación oral y escrita del proceso de indagación y de los resultados obtenidos.
- Identificación e interpretación de situaciones de la vida cotidiana relacionada con los fenómenos estudiados.
- Elaboración de mapas conceptuales que sinteticen lo aprendido.
- Identificación y uso adecuado del lenguaje propio de las ciencias para la sustentación de respuestas con diversos argumentos.

Actitudinales:

- Valoración afectiva del esfuerzo de los científicos y del propio de los estudiantes.
- Contribución al fortalecimiento de la autoestima de los estudiantes.
- Cooperación responsable en el trabajo en grupos.
- Utilidad práctica del conocimiento científico.
- Curiosidad e interés por investigar fenómenos relacionados con la luz.
- Respeto a las conclusiones obtenidas por los compañeros.
- Valoración de las aportaciones de los conocimientos sobre la luz en la mejora de la calidad de vida.

- Precisión, orden y claridad en el tratamiento y presentación de datos y resultados.

Desarrollo de la guía didáctica.

Para alcanzar los objetivos propuestos en esta guía, se diseñó una ruta de enseñanza la cual realiza una serie de actividades relacionadas con los montajes ofrecidos por el centro museístico, en nuestro caso particular el MUUA.

Siguiendo el modelo GREM (1981) y el Ciclo Didáctico de Jorba & Sanmartí, 1996 la intervención consta de tres momentos: antes, durante y después de la visita al MUUA.

“ANTES” DE LA VISITA.

Este incluye las actividades previas a la visita, las cuales tienen por objetivo explorar las ideas de los estudiantes sobre la reflexión y la dispersión de la luz, introducir los contenidos y presentar a los estudiantes el museo, los objetivos, características, tipo de colecciones y las actividades que podrán encontrar.

Posteriormente se prevé una visita libre del grupo escolar, en la que los estudiantes podrán reconocer los espacios del museo y sus actividades. Durante la ejecución de este momento se tendrá en cuenta la fase de exploración y de introducción de nuevos conocimientos del ciclo de aprendizaje.

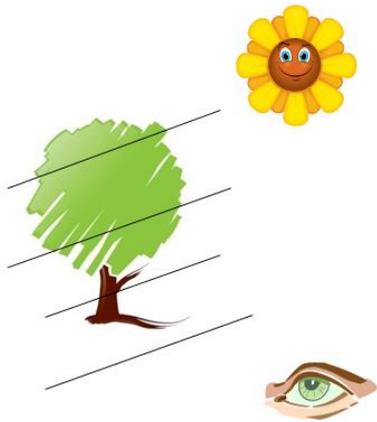
ACTIVIDAD #1. DE EXPLORACIÓN DE CONCEPTOS PREVIOS.

Test de teorías implícitas.

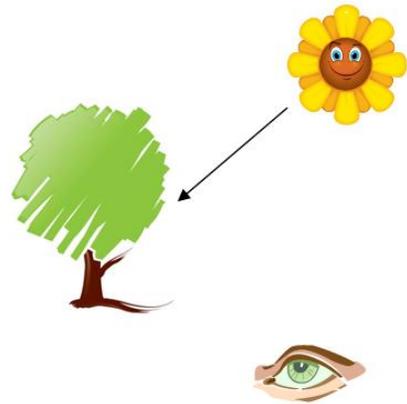
1. En una habitación, hay una lámpara encendida, un espejo, una mesa y varias sillas. ¿Dónde hay luz?:
 - a) La luz está en la lámpara

- b) En la lámpara y en el espejo.
- c) En todos los objetos: las paredes, el espejo, la mesa, las sillas....
- d) En toda la habitación

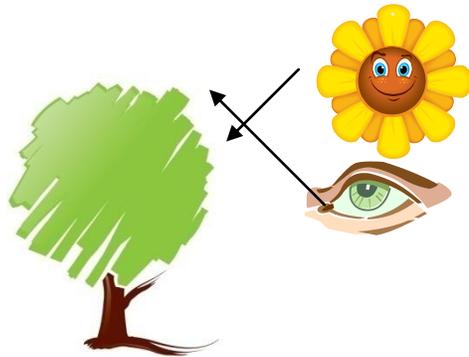
2. De los siguientes esquemas ¿Cuál crees tú que explica mejor por qué vemos el árbol?:



a) La luz del sol llena el espacio

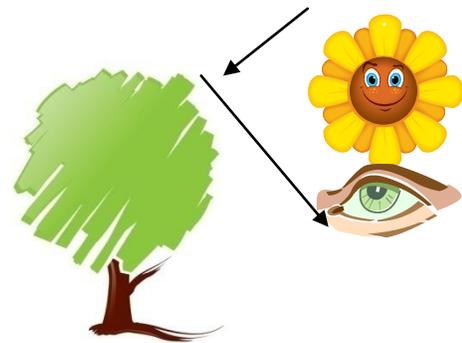


b) El árbol está iluminado por el sol



c) La visión va del ojo al árbol que está

Iluminado por el sol



d) La luz del sol se refleja en el

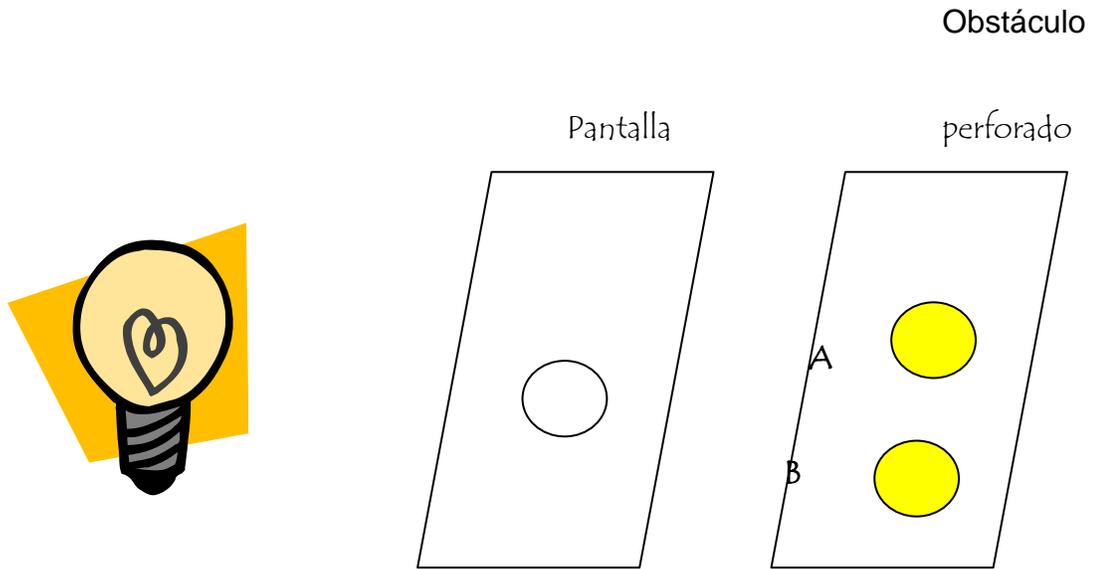
árbol y llega a nuestros ojos

Las anteriores actividades están orientadas a detectar las concepciones que los alumnos tienen sobre el mecanismo de la visión. Es muy beneficioso, que las ideas intuitivas aquí explicitadas por los alumnos puedan ser luego utilizadas en el desarrollo de los contenidos históricos, en relación con las teorías antiguas. De esta manera resultará interesante que los alumnos comprueben que sus preconcepciones coinciden

3. En la siguiente figura, se representa una bombilla, un obstáculo con un orificio y una pantalla. ¿Llegará luz a la pantalla?:

- a) No
- b) Sí, estará iluminada la zona A

- c) Sí, estará iluminada la zona B
- d) Sí, estarán iluminadas las zonas A y B



Con esta actividad se pretende detectar las concepciones que los alumnos tienen sobre la propagación rectilínea de la luz, orientadas hacia la idea de que la luz procedente de una fuente se propaga en unas direcciones preferenciales (dirección horizontal normalmente) según la situación que se plantee y no emite rayos en todas las direcciones.

- 4. La luz del sol al atravesar una lupa es capaz de quemar un papel. En esta situación se cumple por qué:
 - a) La cantidad de luz que sale de la lupa es mayor que la que llega a la lupa.

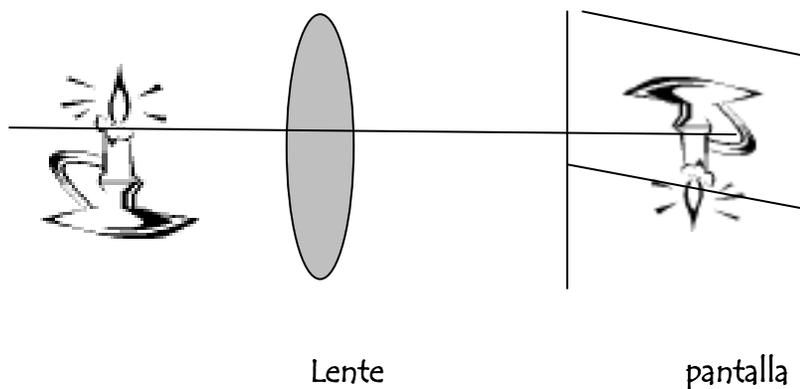
- b) La cantidad de luz que sale de la lupa es menor que la que llega a la lupa.
- c) La cantidad de luz que sale de la lupa es igual que la que llega a la lupa.
- d) La cantidad de luz que llega al papel depende de lo oscuro que sea el papel.

Esta actividad está orientada a detectar si los alumnos consideran que una lupa, es una lente convergente, aumenta la intensidad de la luz.

5. Observa la imagen invertida que de la vela forma la lente sobre la pantalla.

Al quitar la lente:

- a) La imagen desaparece
- b) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo pero derecha
- c) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo pero más pequeña.
- d) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo pero derecha y del mismo tamaño.



Esta actividad planteará en los alumnos, si la imagen existe realmente en el lugar donde se ve, y si al quitar la lente, la imagen puede seguir en aquel lugar.

6. Como en la cuestión anterior, observa la imagen formada de una vela por una lente en la pantalla. Al quitar la pantalla.
- a) La imagen no se forma.
 - b) La imagen no se ve, pero sí se forma.
 - c) La imagen no desaparece pero está derecha.
 - d) La imagen no desaparece pero se hace más pequeña.

Esta actividad está orientada a detectar si los alumnos tienen dificultad para distinguir entre "formación de una imagen real" y "percepción de una imagen real". Si se quita la pantalla para la mayoría de los alumnos la imagen no se forma o se transforma en virtual (Salinas & Sandoval, 1999). El debate puede ir dirigido hacia el papel que ejerce la pantalla en la formación de imagen.

ACTIVIDAD #2. PARA LA INTRODUCCIÓN DE NUEVOS CONCEPTOS.

Se introduce el tema a los estudiantes desde lo más abstracto a lo más concreto y al mismo tiempo a lo más cercano al conocimiento de ellos. El tema también debe proporcionar una ocasión más de seguir insistiendo en las teorías ya tratadas.

Es conveniente que dejemos participar a los alumnos libremente, sin rectificarles los errores que puedan cometer, pues con esta actividad se pretende que den descripciones partiendo directamente de la percepción de los fenómenos. Se trata de implicarlos en la experiencia y que la vivan con "gusto": La experimentación debe proporcionar sensaciones que el estudiante debe captar a un nivel **afectivo**.

Por otra parte, el profesor debe generar la discusión y obtener una síntesis mínimamente coherente, no debe caer en la tentación de dar explicaciones a los hechos observados que vayan más allá de la conjetura sobre el hecho causal fundamental con la finalidad de acercarlos al concepto científico a través de las explicaciones del fenómeno.

1. Propagación rectilínea de la luz

Material: Dos cartulinas, tijeras, una fuente de luz y una regla.

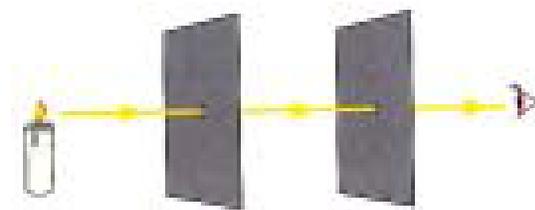
INSTRUCCIÓN: El profesor realiza un orificio en cada cartulina y las coloca de forma que los orificios queden alineados, una detrás de la otra, separadas unos centímetros, delante del foco de luz.

A continuación, enciende la fuente de luz y le pide a varios alumnos que miren a través de los orificios. Se les pide a los alumnos que indiquen cuantos detalles hayan observado.

En concreto:

- ¿Qué está ocurriendo? (*hecho causal fundamental*).
- ¿Qué ocurriría si movemos una cartulina? ¿Y si movemos la fuente o el ojo?
- ¿Cómo tenemos que colocar los elementos que forman parte de nuestra actividad para que la luz de la fuente luminosa llegue a los ojos?

(*Planteamiento de una relación*)



El profesor no indicará a los alumnos que los orificios de las cartulinas están alineados sino que montará la actividad como si no hubiese tenido en cuenta esto.

Conceptos de apoyo que han surgido: Rayo luminoso como la trayectoria seguida por la luz en su propagación.

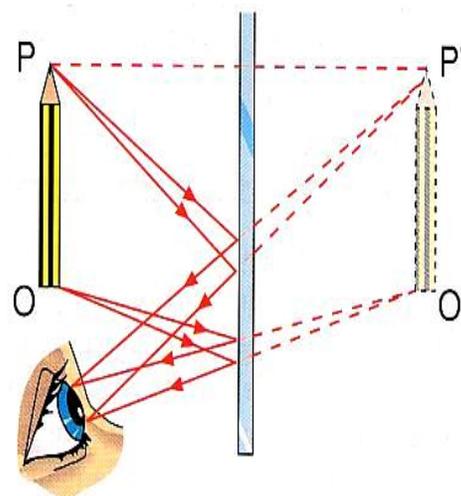
Leyes de planteamiento: Relación entre la propagación de la energía luminosa y el camino que lleva en su propagación. Como fuente luminosa se puede utilizar una linterna de oftalmólogo.

2. Reflexión y formación de imágenes en espejos planos.

Actividad # 1.

Material: Un espejo plano y un lápiz

INSTRUCCIÓN: Con un espejito, el profesor trata se captar la luz del sol que entra por la ventana del aula de clase (o de una fuente artificial, por ejemplo de un puntero láser) y dirigirla hacia la pared del salón. Se pide a los alumnos que den una explicación fenomenológica de lo que están observando. En concreto:



- ¿Qué está ocurriendo? (*hecho causal fundamental*).
- Conocida la dirección del rayo incidente en un espejo, ¿se puede predecir la dirección del rayo reflejado? ¿de qué depende? (*planteamiento de una relación*).
- Conocido el plano en el que se encuentra el haz de luz que llega al espejo, ¿Se puede predecir el plano donde se encuentra el rayo reflejado? (*Planteamiento de una relación*).

Actividad #2.

A continuación, se coloca un lápiz verticalmente frente al espejo. Les pedimos a los alumnos que observen la imagen en el espejo y expliquen el fenómeno. En concreto:

- Conocido el tamaño del objeto, ¿se puede predecir el tamaño de la imagen? ¿De qué depende? (*planteamiento de una relación*).
- Conocida la distancia, con respecto al espejo, a la que se encuentra el objeto, ¿se puede predecir la distancia a la que se encuentra la imagen? ¿De qué depende? (*planteamiento de una relación*)

En esta actividad, se tomarán conceptos de apoyo como: espejo plano, rayo incidente y reflejado, ángulo de incidencia y de reflexión, plano y normal a un plano en un punto como conceptos provenientes de la instrucción anterior, objeto e imagen, distancia objeto y distancia imagen.

Leyes de planteamiento: relación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión; relación entre el plano al que pertenece el rayo incidente y el plano al que pertenece el rayo reflejado; relación entre el tamaño del objeto y de la

correspondiente imagen; relación entre la distancia al espejo del objeto y la distancia a la que se forma la imagen.

La comunicación con los alumnos, el profesor puede plantear preguntas

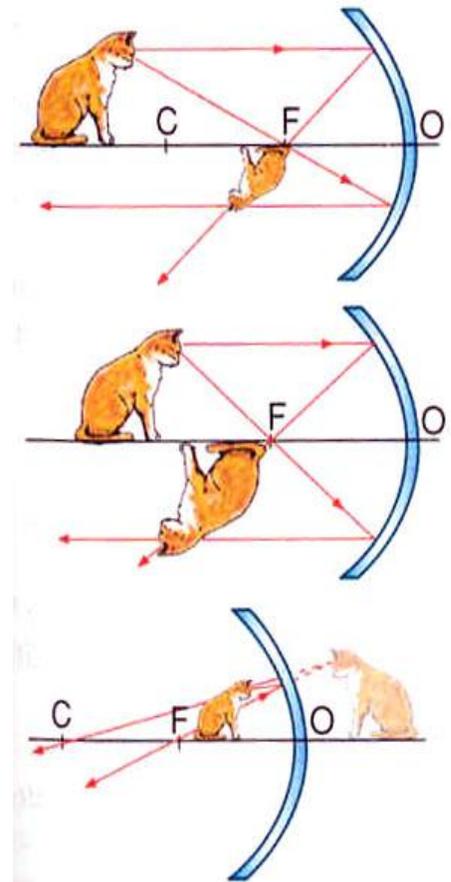
- ¿Cambiaría el tamaño de la imagen al acercar o alejar el lápiz al espejo?

3. Reflexión y formación de imágenes en espejos esféricos.

Actividad #1

Material: Espejo esférico cóncavo (sirve uno de tocador “de los de aumento”).

INSTRUCCIÓN: Se les pide a los alumnos que observen la imagen de su cara (o la de cualquier objeto), formada por el espejo, para distintas distancias del espejo con respecto a la cara.



A) Se les pide a los alumnos que indiquen cuantos detalles hayan observado. En concreto:

- ¿Qué está ocurriendo? (*hecho causal fundamental*).
- ¿Cómo es el tamaño de la cara observada en el espejo con respecto al tamaño real?, ¿de qué depende? (*planteamiento de una relación*).
- Conocida la distancia, con respecto al espejo, a la que se encuentra el objeto, ¿se puede predecir la distancia a la que se encuentra la imagen?, ¿de qué depende? (*planteamiento de una relación*).
- ¿Existe alguna posición cara-espejo donde no se vea la imagen de la cara?
- ¿Qué ha ocurrido en este caso?
- ¿Qué diferencias observas con el espejo de la actividad anterior?
- ¿Se cumplirán las mismas leyes (reflexión) que has planteado en la actividad anterior?

El profesor explicara que es un espejo esférico. Con esta actividad, se busca que los alumnos encuentren diferencias entre la imagen dada por un espejo esférico y la del espejo plano, aunque la explicación causal básica sea la misma: Cuando la luz llega a un cambio de medio puede cambiar de dirección y continuar en el mismo medio.

Si no tenemos un espejo cóncavo, podremos utilizar una cuchara que nos serviría también como un espejo convexo si le damos la vuelta a la cuchara. También se pretende que los alumnos comprendan que las leyes de la reflexión se cumplen siempre, ya sea el espejo esférico o plano.

Conceptos de apoyo que han surgido: espejo, rayo incidente y reflejado, ángulo de incidencia y de refracción, plano y normal a un plano en un punto como conceptos provenientes de la instrucción anterior, objeto e imagen real y virtual, distancia objeto, distancia imagen, superficie esférica, cóncava y convexa, como conceptos provenientes de la instrucción anterior.

Leyes de planteamiento: relación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión; relación entre el plano al que pertenece el rayo incidente y el plano al que pertenece el rayo reflejado; relación entre el tamaño del objeto y de la correspondiente imagen; relación entre la distancia al espejo del objeto y la distancia a la que se forma la imagen.

También se podría plantear preguntas como:

◊ ¿Cambiaría el tamaño de la imagen al acercar o alejar el espejo a la cara?

Cuántos más aumentos tenga el espejo mejor (de x4 ó x5)

De esta manera se podría plantear otro tema de discusión.

4. Refracción y formación de imágenes en dioptrios planos.

Actividad #1.

Material: Un recipiente con agua, un lápiz y una canica.

INSTRUCCIÓN: Los estudiantes examinarán el recipiente vacío observando principalmente la profundidad de este. A continuación el profesor introduce el lápiz, un poco inclinado, parcialmente en el agua.



A) Se les pide a los estudiantes que indiquen cuantos detalles hayan observado respondiendo a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se ve ahora el lápiz?
- ¿Qué está ocurriendo? (*hecho causal fundamental*).
- ¿De qué depende que el lápiz parezca doblarse? (*planteamiento de una relación*).

B) A continuación colocamos una canica en el fondo del recipiente y se les pide a los estudiantes que indiquen cuantos detalles hayan observado. En concreto:

- ¿A qué profundidad se observa la canica?
- ¿Qué está ocurriendo? (*hecho causal fundamental*).
- Conocida la profundidad (posición de la canica) del recipiente ¿se puede predecir la distancia a la que se ve la canica? ¿De qué depende? (*planteamiento de una relación*).

En ambos apartados puede preguntarse a los alumnos:

- Conocida la dirección del rayo incidente en la superficie del agua, ¿se puede predecir la dirección del rayo refractado? ¿De qué depende? (*planteamiento de una relación*).
- Conocido el plano en el que se encuentra el haz de luz que llega a la superficie del agua, ¿se puede predecir el plano en el que se encuentra el rayo refractado? ¿De qué depende? (*planteamiento de una relación*).

Conceptos de apoyo que han surgido: medios de propagación de la luz (como sustancia), medio transparente, dioptrio plano, rayo incidente y refractado, ángulo de incidencia y de refracción, índice de refracción (como magnitud que caracteriza a los medios), plano y normal a un plano en un punto como concepto proveniente de la instrucción anterior, objeto e imagen, distancia objeto, distancia imagen.

Conceptos que se manejan: relación entre los senos de los ángulos de incidencia y refracción y los índices de refracción del primer y segundo medio; relación entre la dirección del ángulo de incidencia y la dirección del ángulo de refracción; relación entre el plano al que pertenece el rayo incidente y el rayo refractado; relación entre el tamaño del objeto y de la correspondiente imagen; relación entre la distancia objeto y la distancia a la que se forma la imagen.

Para mejorar la discusión en el salón se pueden plantear preguntas como:

- ¿Habrá algún caso en el que el lápiz no se doble? (*planteamiento de una relación*)
- ¿Depende del tipo de líquido empleado? ¿Y del material del que está fabricado el lápiz?

5. Refracción y formación de imágenes en dioptros esféricos.

Actividad #1.

Material: Un recipiente transparente de paredes esféricas y unas canicas.

INTRUCCIÓN: Un recipiente transparente de paredes esféricas (una copa), se llena de agua, y se observa a través de las paredes algún objeto que pongamos dentro del agua (por ejemplo unas canicas). Se pide a los estudiantes una explicación global de lo que están viendo. En concreto:



- ¿Qué está ocurriendo? (*hecho causal fundamental*).
- ¿Como es el tamaño del objeto observado a través de las paredes de la pecera con respecto al tamaño real?, ¿de qué depende? (*Planteamiento de una relación*).
- Conocida la distancia, con respecto a la superficie esférica, a la que se encuentra el objeto, ¿se puede predecir la distancia a la que se encuentra la imagen?, ¿de qué depende? (*planteamiento de una relación*)
- ¿Se cumplirán las mismas leyes (refracción) que has planteado en la actividad anterior?

- Que ocurriría si miramos el interior de la pecera pero a través de la superficie superior (plana) del agua.

Conceptos de apoyo que han surgido: medios de propagación de la luz (como sustancia), medio transparente, dioptrio esférico, rayo incidente y refractado, ángulo de incidencia y de refracción, índice de refracción (como magnitud que caracteriza a los medios), plano y normal a un plano en un punto como conceptos provenientes de la instrucción anterior, objeto e imagen, distancia objeto, distancia imagen y superficie esférica, cóncava y convexa, como conceptos provenientes de la instrucción anterior.

Conceptos que se manejan: relación entre los senos de los ángulos de incidencia y refracción y los índices de refracción del primer y segundo medio; relación entre la dirección del ángulo de incidencia y la dirección del ángulo de refracción; relación entre el plano al que pertenece el rayo incidente y el rayo refractado; relación entre el tamaño del objeto y de la correspondiente imagen para el dioptrio esférico; relación entre la distancia objeto y la distancia a la que se forma la imagen para el dioptrio esférico.

6. Refracción y formación de imágenes en lentes.

Actividad #1.

Material: Un foco luminoso, una lupa (lente convergente), un folio blanco y una lente divergente (opcional).

INSTRUCCIÓN:

A) El profesor enciende el foco de luz y coloca un folio en blanco frente al foco de luz. A continuación intercala la lupa entre el foco y el folio.

Se les pide a los alumnos que:

- Indiquen las diferencias que observan en el aspecto del folio iluminado antes y después de intercalar la lente entre el foco y el folio.
- ¿A qué se debe este cambio? (*hecho causal fundamental*).

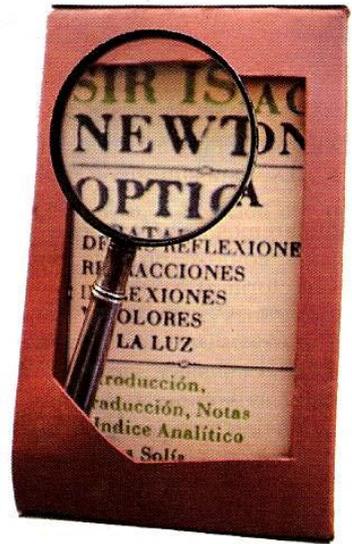
A continuación se le sugiere a los alumnos que toquen la lupa, y se les

Pregunta:

- ¿Qué forma tiene?
- ¿Dependerá el efecto producido, de la forma de la lente? (*planteamiento de una relación*).

B) A continuación se coloca la lupa entre nuestros ojos y una página del libro de Física. Se les pide a los alumnos que expliquen el fenómeno. En concreto:

- ¿Qué está ocurriendo? (*hecho causal fundamental*).
- ¿Cómo es el tamaño de las letras observado a través de la lupa respecto de su tamaño real?, ¿de qué depende? (*planteamiento de una relación*)
- ¿Habrá alguna posición para la cual no se puedan leer las letras a través de la lupa?
- En este caso ¿qué está ocurriendo? (*hecho causal fundamental*).



Explicación:

La lente convergente concentra la energía del haz luminoso y aparece menos porción del papel iluminado pero más intensamente que antes. Al contrario, con la

lente divergente: aparece más porción de papel iluminado pero de forma más débil. Se aprecia muy bien la divergencia del haz de luz si usamos luz Láser.

En esta actividad ya podemos ir recogiendo sus concepciones sobre la formación de imágenes: qué no se vea la imagen, significa ¿que no se forma?, etc.

Conceptos de apoyo que han surgido: medios de propagación de la luz (como sustancia), medio transparente, lente, rayo incidente y refractado, índice de refracción (como magnitud que caracteriza a los medios), objeto e imagen real y virtual, distancia objeto, distancia imagen, lente convergente y divergente.

Conceptos que se manejan: relación entre el tamaño del objeto y de la correspondiente imagen; relación entre la distancia objeto y la distancia a la que se forma la imagen; relación entre la forma de la lente y la convergencia (o divergencia) de los rayos refractados.

Para mejorar la discusión en el salón se pueden plantear preguntas como:

◊ Que le ocurriría a la zona iluminada del folio si alejamos o acercamos el folio

- ◊ Y si se perfila el vidrio con distinta forma que la que tiene la lupa, es decir, por los bordes más ancha que por el centro ¿Cómo afectaría a los resultados?
- ◊ Si la lupa se hace de un vidrio distinto ¿Cómo afectaría a los resultados?
(*planteamiento de una relación*)

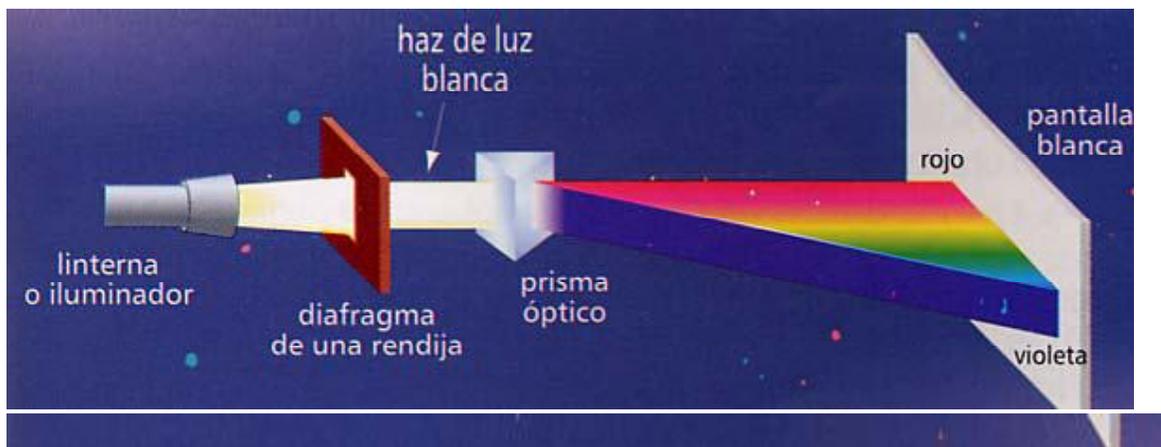
7. Dispersión.

Actividad #1.

Material: Linterna, diafragma de una rendija, prisma y un papel en blanco que hace de pantalla.

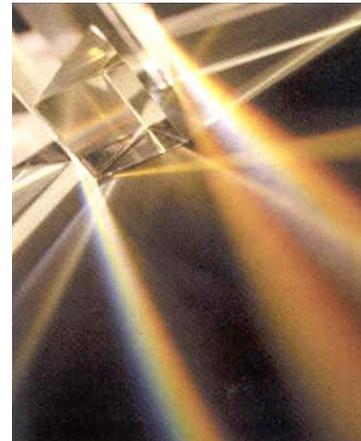
Instrucción:

Detrás de una linterna se coloca un diafragma, a continuación un prisma sobre el que se hace incidir la luz procedente de la linterna y detrás del prisma el papel en blanco.



Preguntas abiertas:

- ¿Qué le ocurre al haz que sale del prisma?
- ¿De qué depende?
- ¿Qué color se desvía más y cual menos?



Explicación:

El profesor, pondrá en común todas las respuestas. En este momento y a partir de la definición de índice de refracción, hará hincapié en la relación de éste con la longitud de onda λ que incide en el medio.

Precisará que se entiende por espectro refiriéndose al espectro electromagnético en general y al visible en particular. Definirá que se entiende por medio dispersivo.

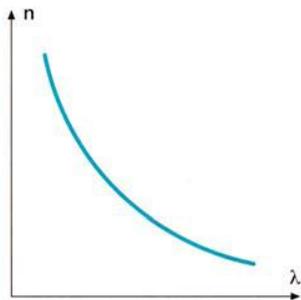
Actividad #2.

A continuación el profesor cambia el foco luminoso, utilizado anteriormente, por un puntero láser.

Preguntas abiertas:

- ¿Qué se observa ahora en la pantalla?
- ¿Habrá refracción? y ¿dispersión?

INSTRUCCIÓN.



Dispersión normal. El índice de refracción de un medio es inversamente proporcional a la longitud de onda de la radiación que lo atraviesa.

El profesor, pondrá en común todas las respuestas y concretará que se entiende por luz monocromática.

Se les pedirá a los alumnos que:

- Representen en un gráfico el fenómeno
- Relacionen este fenómeno con experiencias análogas de su entorno.
- Planteen la posible ley (cualitativamente) que rige este fenómeno.

El profesor pondrá en común todas las respuestas y dará una explicación del fenómeno.

ACTIVIDAD 3. PRESENTACIÓN DE LOS MUSEOS.

MOMENTOS PREVIOS A LA VISITA.

Para esta actividad se realizará una presentación a los estudiantes en power point con la siguiente información:

- Reglas mínimas de comportamiento.
- Actividades, montajes y experiencias interactivas que ofrece el museo.
- Objetivo de la visita para el grupo escolar (se fortalecerá el proceso de aprendizaje de reflexión y dispersión de la luz).

- Actividades que se realizarán en el museo y que serán evaluadas en el aula de clase después de las visitas.

MOMENTOS DURANTE LA VISITA.

Se refiere al momento que tiene lugar en las instalaciones del Museo Universitario Universidad de Antioquia MUUA. Se tiene previsto, que la visita sea inicialmente de carácter general, de esta manera los estudiantes tendrán la oportunidad de conocer no sólo la sala de interés para este trabajo, sino también las de más salas en las que está dividido el museo, después concentrarse en los módulos de la sección de óptica de la Sala Interactiva Galileo Galilei.

Partiendo de los objetivos y de los contenidos expuestos en la guía el profesor puede diseñar diferentes rutas de visita, dividiendo al grupo en subgrupos, cada uno de los cuales estará acompañado por un guía del MUUA quien anteriormente habrá sido contactado con el profesor y de esta manera dirija las explicaciones a los estudiantes en cuanto a sus necesidades.

NOMBRES: _____

EQUIPO #: _____

SUB-EQUIPO #: _____



1. Puede iniciar el recorrido por la experiencia de los espejos paralelos, cuando se encuentre allí, plantee hipótesis que respondan a las siguientes preguntas:
 - ¿Por qué es posible que podamos ver nuestro reflejo en un espejo y no en el suelo o una pared?
 - Si te paras en frente de los espejos y levantas la mano derecha, ¿Cuál crees que sea la mano que se vea en la imagen del espejo?
 - ¿Por qué crees que sucede esto?

2. Diríjase al siguiente espejo plano y analiza.

- ¿Cuál debe ser el tamaño mínimo de un espejo plano vertical y cómo debe estar colocado para que nos veamos de pies a cabeza?
- ¿Qué imagen da?
- ¿Cómo puedes lograr deslumbrar a una persona con un espejo?
- ¿Conoces algún caso histórico en el que se usaron espejos en alguna guerra?



3. Ahora localicen en la sala el montaje sobre dispersión de la luz y resuelvan las siguientes preguntas:

- Los humanos somos capaces únicamente de detectar los colores rojo, verde y azul! ¿Qué es lo que nuestros receptores están

detectando cuando percibimos otro color? ¿Y qué cuándo percibimos blanco o negro?

- ¿Cómo explicarías, el por qué se genera el arco iris?



4. Busquen y justifiquen el mayor número de analogías que encuentren en la sala.
5. Busquen ejemplos en la naturaleza que puedan explicarse a partir del fenómeno de dispersión, elegir uno y hacer un esquema que permita explicarlo.
6. Cada grupo elaborará un informe escrito presentando la información recolectada. El informe deberá estar organizado de la siguiente manera:
 - Título del trabajo.
 - Autores.
 - Breve resumen del trabajo.

-Información obtenida.

-Conclusiones del trabajo.

El informe podrá incluir esquemas, gráficos, figuras, imágenes y todo aquello que sirva para ilustrar más claramente los conceptos que los alumnos deseen transmitir. Cada grupo hará una breve presentación de su informe durante la cual podrán describir la especie de fenómeno óptico que estudiaron, sus características principales y los resultados más importantes.

MOMENTOS DESPUÉS DE LA VISITA.

Este momento, tiene lugar en el aula de clase en un tiempo aproximado de unos 20 minutos, durante la cual se realiza la evaluación de la visita al MUUA, este espacio será propicio para que los estudiantes tengan una libre opinión acerca de los aprendizajes promovidos por las actividades realizadas durante la visita al MUUA y los conceptos relacionados.

Se tendrá en cuenta la fase de aplicación del ciclo de aprendizaje.

ACTIVIDADES DE SÍNTESIS O DE APLICACIÓN.

Actividad # 1

En los mismos grupos de la visita al MUUA se propone trabajar en lo siguiente:

- Cada grupo investigará sobre algún experimento que pueda hacerse en el aula y que permita observar alguno de los fenómenos

estudiados en clase y durante la visita al MUUA (dispersión, percepción y absorción de la luz). Deberán conseguir los materiales y montar el experimento como si estuvieran en una muestra de ciencias.

Finalmente los alumnos, junto con el profesor, recorrerán todos los experimentos. Cada grupo tendrá 15 minutos para hacer la demostración al resto de los compañeros del salón.

Actividad # 2

Los alumnos realizarán un mapa conceptual en donde expongan, de forma jerárquica y la relación de los conceptos de una lista general, además la explicación de los tipos de fenómenos descritos.

En las actividades anteriores se ha trabajado en aspectos de la percepción de los fenómenos físicos (base para potenciar la experiencia del alumno) y en el análisis de los mismos (primer paso de la reflexión), dentro de un nivel de aplicación, como es preceptivo en la Teoría de la Elaboración. Es obligado ahora seguir con la reflexión, pero trabajando aspectos de la síntesis que proporcionen al alumno una visión de conjunto de todo lo tratado, así como una consolidación.

Esta actividad está dirigida a la repetición de los conocimientos que el alumno ha debido adquirir. Sería apropiado que realizaran un mapa conceptual, que sirva también de evaluación de la asimilación del alumno.

Actividad # 3

Los alumnos deberán confeccionar un resumen en el que figuren los siguientes elementos:

- Cada uno de los tipos de fenómenos referidos a la actividad anterior.
- Un ejemplo práctico de aplicación (en la vida real) de cada uno de ellos.
- Un sencillo esquema de cada uno de ellos.

Actividad # 4

- Los estudiantes, trabajarán en los mismos grupos que venían trabajando y construirán juegos didácticos donde se expliquen los diferentes fenómenos ópticos aprendidos y algunas situaciones de la vida cotidiana donde se evidencian.
- Posteriormente, todos los trabajos realizados en el aula se exhibirán en el colegio, para que otros estudiantes puedan sacar beneficio de estos informes, juegos y demás trabajos.

REFLEXIÓN SOBRE LA APLICACIÓN DE LA GUÍA MUSEÍSTICA

La aplicación de esta guía museográfica es una vía que pretende hacer más estrecha la relación existente entre el museo y la escuela, potenciando el desarrollo de competencias científicas como: la exploración, la descripción y la explicación; lo cual permitirá que el alumno comprenda las diferentes situaciones en las que están presentes fenómenos ópticos como la dispersión y la reflexión.

Por tal razón, esta propuesta requiere que el profesor realice una visita detallada a la institución museográfica, en nuestro caso el MUUA, con objetivos y los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales expuestos para la realización de esta guía museística.

Para que la visita al museo sea realmente significativa para los alumnos es de vital importancia la afinidad y complementariedad entre lo que pasa antes y después de la visita, en el aula, con lo que pasa durante la visita, esto fortalecerá la comunicación entre las dos instituciones y se podrá lograr desarrollar la permanencia de los aprendizajes en los alumnos.

Así pues, queda abierta la propuesta para que los profesores exploren la importancia de establecer relaciones con instituciones museográficas en sus actividades escolares.

7 BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA PARA EL PROFESOR:

Angulo Delgado, F. (2002). *Aprender a enseñar ciencias: análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de secundaria, basada en la metacognición*. Barcelona, España.

Angulo, F., & Garcia, m. (2001). *Designing Activities to Teach Fossils. A Social Interaction* (Vol. 1).

Arango, D. L. (2008). El Museo Universitario: centro cultural y centro de cambio. *CÓDICE*, 7-13.

Beyer, M. E. (2003). Razones y significados del museo de ciencias. *Elementos: ciencias y cultura*, 37-41.

Blandon Salazar, J. S., & Monsalve Agudelo, C. M. (2009). La extinción: ¿una consecuencia de la selección natural o de los efectos antrópicos? un estudio de caso sobre el aprendizaje en el MUUA.

Camacho, M. F. (2007). Aprender en el museo: Los programas educativos de los Museos del Banco Central. *IX Congreso Nacional de Ciencias*, 15.

Campanario, J. M., Cuerva, J., Moya, A., & Otero, C. (1997). El Papel de las Estrategias Metacognitivas en el Aprendizaje de las Ciencias. *Enseñanza de las ciencias* (Extra), 447-448.

- Casanovas, L. (25 de Enero de 2010). Guía de Museo, un oficio exigente. *Diario La Nación* .
- Duschl, R. A. (1991). Perspectivas Epistemológicas del Cambio Conceptual: Implicaciones para la práctica educativa. *Journal of Research in Science Teaching* , 28 (9), 839-858.
- Flavell, J. (1976). Metacognitive Aspects of problem solving. *Resnick L. B. (Ed): The nature of Intelligence* .
- Flores, V. N., & Moreno, J. E. (2009). Aprender a enseñar ciencia vinculando el museo como recurso didáctico para la enseñanza del sistema circulatorio humano. Medellín.
- Gisasola, J., Azcona, R., Etxaniz, M., Mujika, E., & Morentin, M. (2005). Diseño de estrategias centradas en el Aprendizaje para las visitas escolares a los Museos de Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* , 19-32.
- Grajales G, T. (27 de Marzo de 2000). Recuperado el 10 de Septiembre de 2010, de <http://tgrajales.net/investipos.pdf>
- Guber, R. (2004). *El Salvaje Metropolitano. Reconstrucción del conocimiento social en el trabajo de campo*. Buenos Aires. Paidós.

- Guisasola, J., & Morentin, M. (2007). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias ? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de las Ciencias* , 401-414.
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. (1992). The Status of Students' conceptions. . *Research in Physics Learning: Theoretical issues and empirical Studies* , 59-73.
- Kuhn, T. (1979). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México: FCE.
- Linares, P. P. (2003). *Museos Escolares*. Recuperado el 10 de junio de 2010, de Red de Museos escolares del municipio de Moran: <http://s3.amazonaws.com>
- MALOKA. (18 de Octubre de 2008). *Universia*. Recuperado el 21 de Agosto de 2010, de Universia: <http://www.universia.net.co/noticias/noticia-del-dia/los-museos-en-el-futuro-a-que-le-deben-apuntar/clasificacion-de-m.html>
- Martínez Agut, M. d. (2010). Relaciones entre la Educación Artística, patrimonio y las tecnologías de la información y la comunicación: el caso de los museos valencianos y la inserción del pedagogo. *Revista Iberoamericana de Educación/ Revista Ibero-americano de Educacao* .
- Martínez Fernandez, R. (2004). Concepción de aprendizaje, metacognición y cambio conceptual en estudiantes universitarios. Barcelona, España.

- Martínez, M. d. (2010). Relaciones entre la Educación Artística, patrimonio y las tecnologías de la información y la comunicación: el caso de los museos valencianos y la inserción del pedagogo. *Revista Iberoamericana de Educación/ Revista Ibero-americano de Educacao* .
- Mazarí Triana, I. (2006). *www.bibliotecas.cu*. Recuperado el 10 de junio de 2010, de *www.bibliotecas.cu*: <http://www.bibliotecas.cu>
- Ministerio de cultura Gobierno de España. (2008). *Ministerio de cultura Español*. Recuperado el 21 de Agosto de 2010, de Ministerio de cultura Español: <http://www.mcu.es/estadisticas/MC/EM/index.html>
- Moreira, M. A., & Greca, I. M. (2003). Cambio conceptual: Análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciencia y Educacion* , 9 (2), 301-315.
- Nussbaum, J. (1989). Classroom ConceptualChange: Philosophical Perspectives. *International Journal of Science Education* , 11, 530-540.
- Perdomo, J. M. (2008). La educación en el museo universitario. *CÓDICE* , 58-60.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education* , 66 (2), 211-227.

- Rajadell Puiggrós, N. (2001). *Los perocesos formativos en el aula: estrategias de enseñanza - aprendizaje*. Barcelona.
- Rosario, U. n. (2009). "El edificio del Museo y su entorno" Rosariazo, *revueltas sociales en 1969*. Recuperado el 2010, de Rosariazo, *revueltas sociales en 1969*: <http://www.museodelaciudad.org.ar>
- Salinas, J., & Sandoval, J. (1999). Objetos e imágenes en la enseñanza de la óptica geométrica. *Revista Española de Física* , 23 - 36.
- Sánchez Mora, M. d. (Marzo-Mayo de 2004). *Ciencia y Cultura: Elementos*. Recuperado el 27 de Agosto de 2010, de *Ciencia y Cultura: Elementos*: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/294/29405305.pdf>
- Sandoval Casilimas, C. (1997). *Investigación cualitativa en: Programas de especialización en teorías, métodos y técnicas de investigación social*. Santa Fé de Bogotá, Colombia.
- Serway, R. A. (1997). Física. En R. A. Serway, *Física* (Cuarta edición ed., págs. 1023-1093). Santafé de Bogotá, Colombia: Mc Graw Hill.
- Soto Lombana, C. A. (2002). *El Cambio Conceptual, una teoría en evolución*.
- Soto Lombana, C. A. (2003). *Un análisis de la producción científica sobre cambio conceptual en la educación científica, desde las perspectivas de Kuhn y Lakatos*. Tesis doctoral, Valencia España.

Toulmin, S. (1969). Hacia una teoría de las Aproximaciones Conceptuales.

Tovar Gálvez, J. C. (2005). Modelo Metacognitivo como integrador de estrategias de aprendizaje de las ciencias, y su relación con las competencias. *Revista Iberoamericana de Educación* .

8 CONCLUSIONES

- Al efectuar el rastreo bibliográfico sobre los museos de ciencias en la enseñanza de la física, se requiere didáctizarla en la forma como se presentan los fenómenos de dispersión y reflexión de la luz, para hacerla comprensible y fomentar las competencias científicas en la explicación de los fenómenos ópticos por parte de los estudiantes.
- El diseño de la guía museística sobre el modulo de óptica en los temas de reflexión y dispersión es de gran ayuda para los docentes, ya que se ha diseñado pensando en su labor y en la innovación en la práctica educativa.
- El museo juega un papel fundamental a la hora de enseñar ciencias porque permite llevar más allá (a la escuela) el aprendizaje informal, teniendo en cuenta que este es un espacio de interés para los visitantes y estudiantes ya que trabaja métodos diferentes como lo es la interacción con los objetos para dar explicación a los fenómenos ópticos, despertando la curiosidad y el interés por aprender.

- La perspectiva de la relación museo escuela, genera un impacto positivo ya que ha llegado a evolucionar la educación dándole al profesor de ciencias herramientas para hacer diferente su forma de enseñar.
- Las herramientas didácticas que el módulo de óptica presenta para el desarrollo de las temáticas, son un poco complicadas de comprender sobre todo cuando se desarrollan los temas de refracción y difracción de la luz, ya que por medio de la visita realizada al MUUA, nos dimos cuenta que las explicaciones dadas al momento de trabajar el módulo son muy superficiales y no dejan claro el concepto, por lo cual se le hace muy complicado al estudiante entender la significación de los conceptos.

9 RECOMENDACIONES

- El museo a través de los tiempos ha ido evolucionando la educación, es por ende que este proyecto recomienda a todos los profesores de ciencias fomentar la relación Museo-Escuela, para romper con los esquemas tradicionales de la educación y generar en los estudiantes empatía por aprender, el querer explorar y el interés por preguntar.
- La guía museística sobre los fenómenos de óptica en especial los temas de reflexión y dispersión, se realizó pensando en mejorar el desarrollo de la labor docente, recomendamos a los maestros tomar esta guía como herramienta de apoyo a la hora de construir los conocimientos físicos, no solo enseñar de una manera más atractiva para los estudiantes, sino llevar su labor a otros entes educativos como los museos, generando así lazos más sólidos en la relación museo-escuela.
- Partiendo de las actividades propuestas en esta guía se pueden crear instrumentos por estudiantes para exponer en feria de la ciencia escolar.

- Teniendo en cuenta las cualidades que presenta esta guía museística, recomendamos al museo de la Universidad de Antioquia (MUUA), implementarla como herramienta de trabajo en el desarrollo de los módulos, en especial en el modulo de óptica de la sala Galileo, para facilitarle al profesor su trabajo y a los alumnos la comprensión de los temas.

- A las próximas generaciones de docentes, se les recomienda seguir elaborando y perfeccionando guías museísticas, según las necesidades que se presenten en el momento de enseñar, para continuar innovando y generando responsabilidad y creatividad en el quehacer docente.

10 BIBLIOGRAFÍA

Angulo Delgado, F. (2002). *Aprender a enseñar ciencias: análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de secundaria, basada en la metacognición*. Barcelona, España.

Angulo, F., & Garcia, m. (2001). *Designing Activities to Teach Fossils. A Social Interaction* (Vol. 1).

Arango, D. L. (2008). El Museo Universitario: centro cultural y centro de cambio. *CÓDICE* , 7-13.

Beyer, M. E. (2003). Razones y significados del museo de ciencias. *Elementos: ciencias y cultura* , 37-41.

Blandon Salazar, J. S., & Monsalve Agudelo, C. M. (2009). La extinción: ¿una consecuencia de la selección natural o de los efectos antrópicos? un estudio de caso sobre el aprendizaje en el MUUA.

Camacho Rojas, M. F. (2007). Aprender en el museo: Los programas educativos de los Museos del Banco Central. *IX Congreso Nacional de Ciencias* , 15.

Camacho, M. F. (2007). Aprender en el museo: Los programas educativos de los Museos del Banco Central. *IX Congreso Nacional de Ciencias* , 15.

Campanario, J. M., Cuerva, J., Moya, A., & Otero, C. (1997). El Papel de las Estrategias Metacognitivas en el Aprendizaje de las Ciencias. *Enseñanza de las ciencias* (Extra), 447-448.

Casanovas, L. (25 de Enero de 2010). Guía de Museo, un oficio exigente. *Diario La Nación* .

Duschl, R. A. (1991). Perspectivas Epistemológicas del Cambio Conceptual: Implicaciones para la práctica educativa. *Journal of Research in Science Teaching* , 28 (9), 839-858.

Flavell, J. (1976). Metacognitive Aspects of problem solving. *Resnick L. B. (Ed): The nature of Intelligence* .

Flores, V. N., & Moreno, J. E. (2009). Aprender a enseñar ciencia vinculando el museo como recurso didáctico para la enseñanza del sistema circulatorio humano. Medellín.

Gisasola, J., Azcona, R., Etxaniz, M., Mujika, E., & Morentin, M. (2005). Diseño de estrategias centradas en el Aprendizaje para las visitas escolares a los Museos de Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* , 19-32.

Grajales G, T. (27 de Marzo de 2000). Recuperado el 10 de Septiembre de 2010, de <http://tgrajales.net/investipos.pdf>

Guber, R. (2004). *El Salvaje Metropolitano. Reconstrucción del conocimiento social en el trabajo de campo*. Buenos Aires. Paidós.

Guisasola, J., & Morentin, M. (2007). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias ? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de las Ciencias* , 401-414.

Hewson, P. W., & Hewson, M. G. (1992). The Status of Students' conceptions. . *Research in Physics Learning: Theoretical issues and empirical Studies* , 59-73.

Kuhn, T. (1979). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México: FCE.

Linares, P. P. (2003). *Museos Escolares*. Recuperado el 10 de junio de 2010, de Red de Museos escolares del municipio de Moran: <http://s3.amazonaws.com>

MALOKA. (18 de Octubre de 2008). *Universia*. Recuperado el 21 de Agosto de 2010, de Universia: <http://www.universia.net.co/noticias/noticia-del-dia/los-museos-en-el-futuro-a-que-le-deben-apuntar/clasificacion-de-m.html>

Martínez Agut, M. d. (2010). Relaciones entre la Educación Artística, patrimonio y las tecnologías de la información y la comunicación: el caso de los museos valencianos y la inserción del pedagogo. *Revista Iberoamericana de Educación/Revista Ibero-americano de Educacao* .

Martínez Fernandez, R. (2004). Concepción de aprendizaje, metacognición y cambio conceptual en estudiantes universitarios. Barcelona, España.

Martínez, M. d. (2010). Relaciones entre la Educación Artística, patrimonio y las tecnologías de la información y la comunicación: el caso de los museos valencianos y la inserción del pedagogo. *Revista Iberoamericana de Educación/Revista Ibero-americano de Educacao* .

Mazarí Triana, I. (2006). *www.bibliotecas.cu*. Recuperado el 10 de junio de 2010, de *www.bibliotecas.cu*: <http://www.bibliotecas.cu>

Ministerio de cultura Gobierno de España. (2008). *Ministerio de cultura Español*. Recuperado el 21 de Agosto de 2010, de Ministerio de cultura Español: <http://www.mcu.es/estadisticas/MC/EM/index.html>

Moreira, M. A., & Greca, I. M. (2003). Cambio conceptual: Análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciencia y Educacion* , 9 (2), 301-315.

Nussbaum, J. (1989). Classroom ConceptualChange: Philosophical Perspectives. *International Journal of Science Education* , 11, 530-540.

Perdomo, J. M. (2008). La educación en el museo universitario. *CÓDICE* , 58-60.

Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education* , 66 (2), 211-227.

Rajadell Puiggrós, N. (2001). *Los perocesos formativos en el aula: estrategias de enseñanza - aprendizaje*. Barcelona.

Rosario, U. n. (2009). "El edificio del Museo y su entorno" Rosariazo, revueltas sociales en 1969. Recuperado el 2010, de Rosariazo, revueltas sociales en 1969: <http://www.museodelaciudad.org.ar>

Salinas, J., & Sandoval, J. (1999). Objetos e imágenes en la enseñanza de la óptica geométrica. *Revista Española de Física* , 23 - 36.

Sánchez Mora, M. d. (Marzo-Mayo de 2004). *Ciencia y Cultura: Elementos*. Recuperado el 27 de Agosto de 2010, de Ciencia y Cultura: Elementos: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/294/29405305.pdf>

Sandoval Casilimas, C. (1997). *Investigación cualitativa en: Programas de especialización en teorías, métodos y técnicas de investigación social*. Santa Fé de Bogotá, Colombia.

Serway, R. A. (1997). Física. En R. A. Serway, *Física* (Cuarta edición ed., págs. 1023-1093). Santafé de Bogotá, Colombia: Mc Graw Hill.

Soto Lombana, C. A. (2002). *El Cambio Conceptual, una teoría en evolución*.

Soto Lombana, C. A. (2003). *Un análisis de la producción científica sobre cambio conceptual en la educación científica, desde las perspectivas de Kuhn y Lakatos*. Tesis doctoral, Valencia España.

Toulmin, S. (1969). Hacia una teoría de las Aproximaciones Conceptuales.

Tovar Gálvez, J. C. (2005). Modelo Metacognitivo como integrador de estrategias de aprendizaje de las ciencias, y su relación con las competencias. *Revista Iberoamericana de Educación* .

11 CIBERGRAFÍA.

España, M. d. (2008). *Ministerio de cultura Español*. Recuperado el 21 de Agosto de 2010, de Ministerio de cultura Español: <http://www.mcu.es/estadisticas/MC/EM/index.html>

Grajales G, T. (27 de Marzo de 2000). Recuperado el 10 de Septiembre de 2010, de <http://tgrajales.net/investipos.pdf>

Linares, P. P. (2003). *Museos Escolares*. Recuperado el 10 de junio de 2010, de Red de Museos escolares del municipio de Moran: <http://s3.amazonaws.com>

Maloka. (18 de Octubre de 2008). *Universia*. Recuperado el 21 de Agosto de 2010, de Universia: <http://www.universia.net.co/noticias/noticia-del-dia/los-museos-en-el-futuro-a-que-le-deben-apuntar/clasificacion-de-m.html>

Mazarí Triana, I. (2006). *www.bibliotecas.cu*. Recuperado el 10 de junio de 2010, de *www.bibliotecas.cu*: <http://www.bibliotecas.cu>

Rosario, U. n. (2009). *"El edificio del Museo y su entorno" Rosariazo, revueltas sociales en 1969*. Recuperado el 2010, de Rosariazo, revueltas sociales en 1969: <http://www.museodelaciudad.org.ar>

Sánchez Mora, M. d. (Marzo-Mayo de 2004). *Ciencia y Cultura: Elementos*.

Recuperado el 27 de Agosto de 2010, de Ciencia y Cultura: Elementos:

<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/294/29405305.pdf>

http://www.fisicanet.com.ar/fisica/ondas/ap12_dispersion_de_la_luz.php