

LA HISTORIA DE LA LUZ: UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA ABORDAR EL
FENÓMENO EN LA EDUCACIÓN MEDIA.

LUIS MAURICIO ROMERO NIETO

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ D.C.
2024

LA HISTORIA DE LA LUZ: UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA ABORDAR EL
FENÓMENO EN LA EDUCACIÓN MEDIA.

LUIS MAURICIO ROMERO NIETO

Trabajo de grado presentado para obtener el título de Licenciado en Física

Asesora
Diana Carolina Castro Castillo

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ D.C.
2024

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	7
CAPITULO I	11
CONTEXTO DE LA EXPERIENCIA DIDÁCTICA: RECONOCIENDO LA IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DEL CONCEPTO DE LA LUZ EN LA EDUCACIÓN MEDIA	11
1.1. Caracterización del contexto escolar y la población.....	11
1.1.2. Problemática en torno a la enseñanza	15
1.2. OBJETIVOS.....	17
1.2.1. Objetivo de la experiencia didáctica	17
1.2.2. Objetivos específicos.....	17
1.3 JUSTIFICACIÓN	17
CAPITULO II	20
MARCO TEORICO	20
UN RECORRIDO HISTORICO DEL CONCEPTO DE LA LUZ Y SU APORTE EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS ...	20
2.1 Recorrido histórico de los diferentes modelos explicativos de la luz.....	20
2.1.1 Modelos griegos de la luz.....	21
2.1.1.1 Modelo de luz propuesto por Empédocles (495.C.-435 a.C.).....	21
2.1.1.2 Modelo de luz propuesto por Demócrito (460 a. C.- 360 a. C.) y Platón (427 a. C.347 a. C)..	22
2.1.1.4 Modelo de luz de la luz de Aristóteles (384 a. C. - 322 a. C.).....	22
2.1.1.5 Modelo geométrico de la luz propuesto por Euclides (367 a.C.- 283 a.C.).....	23
2.1.1.6 Modelo geométrico de la luz propuesto por Ptolomeo (100d.C.-170d.C.)	24
2.1.2 Pensadores árabes	25
2.1.2.1 Modelo de la luz de Alhacén (932 d.C.-1039 d.C.).....	25
2.1.3 Pensadores renacentistas	26
2.1.3.1 Modelo ondulatorio de Rene Descartes (1596 d.C.-1650d.C.).....	26
2.1.3.2 Modelo particular de Pierre Gassendi (1592 d.C.-1655 d.C.)	28
2.1.3.3 Modelo ondulatorio de Rober Hooke (1635 d.C.-1703 d.C.).....	29
2.1.3.4 Modelo corpuscular de la luz de Newton (1642 d.C.-1727 d.C.)	29
2.1.4 Modelo ondulatorio de la luz Christiaan Huygens (1629-1695)	32
2.1.5 Modelo ondulatorio de la luz de Augustín Fresnel (1788-1827)	33
2.1.6 Modelo ondulatorio, el experimento de Thomas Young (1773-1829)	33
2.1.7 La historia de la ciencia como recurso didáctico	34

CAPÍTULO III	38
MARCO METODOLOGICO: ESTRUCTURANDO LA EXPERIENCIA DIDÁCTICA.....	38
3.1 Propuesta metodológica	38
3.1.1 Fases de la investigación	39
3.2 Estrategia didáctica	40
3.2.1 Cartilla de trabajo.....	43
CAPITULO IV	46
SISTEMATIZACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	46
4.1 Experiencia en torno a la implementación	46
4.3 Perturbemos las cosas	56
4.4 Descartes, el plenum y el regreso de las partículas	57
4.5 Las ideas particulares de Newton	62
4.6 Huygens, Young, Las ondas y la doble rendija	64
4.7 Cierre de la experiencia didáctica	66
CAPITULO V	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
5.2 Recomendaciones	73
BIBLIOGRAFIA.....	75
ANEXOS	77
Formatos de recolección de información	77
Anexo 1	77
Anexo 2	80
Ilustraciones y respuestas de los estudiantes.....	83
anexo 3.....	83
Anexo 4	85
Cartilla	89

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado a mi mamá y a mi papá, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración, apoyo incondicional y ejemplo de esfuerzo y dedicación. Su amor, sacrificio y valores han sido los pilares que me han impulsado a alcanzar mis metas y a nunca rendirme ante los desafíos.

A mi hermana y mi sobrino, quienes han sido mi alegría y motivación constante. Su amor, compañía y sonrisas han iluminado mi camino y han dado sentido a cada esfuerzo realizado.

A mis amigos Juan Camilo, Jaime Pinzón y Juan Pablo, quienes han sido mi apoyo incondicional. Su amistad, palabras de aliento y momentos compartidos han hecho más ligero el camino y han enriquecido cada etapa de este proceso. Gracias por estar siempre presentes, por creer en mí y por ser parte fundamental de mi vida.

Agradecimiento

A mi alma mater, la Universidad Pedagógica Nacional. Gracias por brindarme las herramientas y conocimientos necesarios para mi desarrollo académico y personal.

A mi profesora Diana Castro por su dedicación, infinita paciencia y profunda sabiduría. Sus enseñanzas han dejado una huella imborrable en mi camino académico, inspirándome a esforzarme cada día por alcanzar mis metas y superar mis desafíos.

A todo el equipo de maestros, compañeras y compañeros de la línea cuatro de profundización “Enseñanza Y Aprendizaje De Las Ciencias: Enfoques Didácticos” que me han ayudado a encontrar mi camino como estudiante y futuro maestro, les expreso mi más sincero agradecimiento. Gracias por haberme guiado y por haber sido parte fundamental de los semestres más enriquecedores de mi formación académica.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al Colegio Julio Garavito Armero I.E.D, a la profesora Diana Castro y a la coordinadora Janeth Valenzuela por su invaluable gestión y por brindarme el espacio necesario dentro de la institución para llevar a cabo la presente investigación.

finalmente, gracias a todos por haber sido parte fundamental en este proceso. ¡Su ayuda ha sido invaluable!

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado se realiza bajo la modalidad de experiencia didáctica. Se centra específicamente en el abordaje del concepto de la luz desde una perspectiva histórica. Esta experiencia se fundamenta en la combinación de la reflexión pedagógica y la investigación práctica realizada por el maestro en formación. A través de este estudio, se busca acercar a los estudiantes a la construcción de conocimiento científico para promover el pensamiento crítico en el ámbito de la física.

El trabajo se implementó con estudiantes de la educación media del Colegio Julio Garavito Armero IED situado en la ciudad de Bogotá, siendo este el espacio de práctica educativa del investigador. En el primer apartado de este documento se analiza detalladamente las características del entorno escolar y la diversidad de la población estudiantil, para lo que realizó un cuestionario como instrumento de recolección de información, el cual permitió explorar las percepciones y conocimientos previos de los estudiantes en relación con el concepto de la luz. Estas observaciones iniciales sugieren un interés particular de los estudiantes por las ciencias naturales, aunque revelan la necesidad de fortalecer y profundizar en la comprensión científica de fenómenos físicos. Asimismo, se pone en escena que, en muchos casos, no se dan los tiempos necesarios que demanda la comprensión de ciertas temáticas y que la influencia de la visión de ciencia que tiene el docente puede condicionar el aprendizaje en esta área. Los jóvenes muestran curiosidad por temas científicos que les llegan a través de estrategias de divulgación, lo que los motiva a explorar este campo. No obstante, en ocasiones, estos temas no se abordan en el aula con la profundidad necesaria para ampliar su estudio, planteando así la necesidad de reflexionar sobre las prácticas pedagógicas actuales y proponer enfoques más enriquecedores y significativos para abordar el campo de la óptica en el contexto educativo de la institución.

El problema de investigación surge al constatar que, si bien la luz es algo cotidiano para los estudiantes debido a su interacción con ella, es relevante abordar que la luz constituye un campo de fenómenos muy diversos. En algunos casos, las estrategias educativas actuales no permiten una comprensión integral del mismo. La matematización, si bien es relevante, no debe eclipsar otros aspectos cruciales como el contexto histórico de las teorías ópticas, que abarcan

desde las concepciones griegas hasta las modernas teorías de la física. Por otro lado, se evidencia que los jóvenes tienden a percibir la ciencia como algo ajeno a su entorno social y cultural, lo que indica una falta de humanización de la ciencia en el aula. La ausencia de ejemplos concretos y de conexiones con la vida real, la historia y la cultura, limita el desarrollo de habilidades críticas y la comprensión de la ciencia como un proceso en constante evolución.

En este contexto, surge la pregunta: ¿Cómo contribuye el uso de la historia en la construcción del conocimiento científico escolar al estudiar el fenómeno de la luz? Esta interrogante invita a reflexionar sobre la importancia de integrar la historia en el proceso educativo, con el fin de enriquecer la comprensión de los estudiantes, fomentar el pensamiento crítico y promover una visión más amplia y contextualizada de la ciencia en su relación con la sociedad, a partir de esta pregunta investigativa nacen los objetivos de esta experiencia didáctica la cual se centra en enriquecer el proceso de aprendizaje de los alumnos mediante un enfoque que vincula el desarrollo histórico de la óptica con las prácticas educativas actuales.

En este sentido el objetivo general del trabajo de grado es analizar el papel fundamental que desempeña la historia en la construcción del conocimiento científico escolar, a través de la implementación de una estrategia didáctica diseñada para los estudiantes del grado undécimo del Colegio Julio Garavito Armero IED.

Teniendo presente este contexto, se hace evidente la necesidad de incorporar la historia de las ciencias en la enseñanza de la física, ya que las ideas de los estudiantes pueden estar influenciadas por los pensamientos de autores que han trabajado en el mismo fenómeno. Como menciona Martins (2006), el estudio de episodios históricos en ciencia revela la interconexión entre la ciencia, la cultura y la sociedad, demostrando que la ciencia es parte integral del desarrollo humano. Por las razones expuestas, resulta crucial llevar a cabo una estrategia didáctica que destaque el impacto que tiene en el proceso de enseñanza al dar prioridad en el aula a la historia de un concepto de la física, particularmente en el caso de la luz. Se busca que los estudiantes comprendan la evolución de las teorías en función del contexto y la época, desarrollen una conciencia para discernir los descubrimientos y explicaciones respaldados por la comunidad científica, fomenten el pensamiento crítico y reconozcan la ciencia desde una perspectiva narrativa y humana.

En el segundo capítulo, se presenta el marco teórico, donde se exponen algunas de las explicaciones dadas por algunos autores sobre el fenómeno. Se destaca, la importancia de conectar estas propuestas a través del tiempo de tal manera que se perciba, cómo evoluciona el modelo de la luz, cómo se discuten estos modelos y cómo se busca dar explicación mediante la observación experimental al fenómeno físico. En el marco teórico no solo se incorpora el contenido plenamente disciplinar de la física si no que se aborda principalmente la historia de la ciencia como recurso didáctico donde se elabora una contextualización sobre que es la didáctica de las ciencias y como nace la didáctica de las ciencias con el objetivo de alfabetizar científicamente la población y como esta necesidad que aún está vigente en la actualidad dándole pertinencia a la estrategia didáctica.

Con relación a la metodología del trabajo de grado la propuesta metodológica – descrita en el capítulo tres - se enmarca en la investigación cualitativa, buscando interpretar la realidad de un contexto social específico, en este caso, las dinámicas presentes en un aula de clase. Se adopta la investigación acción como tendencia, donde el docente identifica una problemática, propone soluciones a partir de la investigación y lleva a cabo acciones para abordarla. En este caso se concibe una estrategia didáctica como el conjunto de procedimientos, métodos y actividades que un docente lleva a cabo para dirigir acciones propias del proceso formativo, a través de una reflexión que permita construir y alcanzar las metas del proceso de enseñanza, atendiendo a las necesidades de los individuos que forman parte de la clase o grupo de trabajo. A lo largo de esta estrategia didáctica, se analizan los modelos de la luz, explorando sus fundamentos teóricos, principales defensores y experimentos realizados para respaldarlos expuestos en la cartilla elaborada por el investigador.

Al cabo de la implementación de la experiencia didáctica, se procedió a la fase de sistematización y análisis de los resultados obtenidos. Esta etapa es crucial para evaluar la efectividad de la estrategia didáctica implementada con la finalidad de identificar el impacto que tuvo en el proceso de enseñanza y aprendizaje sobre el concepto de la luz en los estudiantes. Durante el proceso de sistematización, se recopilaron y organizaron los datos relevantes obtenidos a lo largo de la experiencia didáctica. Se analizaron las respuestas de los estudiantes, las observaciones del investigador, las interacciones en el aula que permitiera evaluar el grado de

comprensión y asimilación de los contenidos presentados en la cartilla y las actividades propuestas, el análisis de los resultados permitió identificar los puntos fuertes de la estrategia didáctica, así como las comprensiones a las cuales llegaron los estudiantes.

En el último apartado del trabajo de grado, se presentan las conclusiones que abordan los aspectos clave de la experiencia didáctica. En este apartado, se busca responder de manera integral a la pregunta de investigación planteada. Las conclusiones reflejan el impacto positivo de la estrategia didáctica basada en la historia de la óptica en el proceso educativo de los estudiantes, destacando el enriquecimiento significativo en su comprensión de los conceptos ópticos.

CAPITULO I

CONTEXTO DE LA EXPERIENCIA DIDÁCTICA: RECONOCIENDO LA IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DEL CONCEPTO DE LA LUZ EN LA EDUCACIÓN MEDIA

Este primer capítulo tiene como objetivo presentar los aspectos generales que motivan la creación de una experiencia didáctica que aproxime a los estudiantes de educación media al concepto de la luz desde una perspectiva histórica. Esta experiencia se basa en los ejercicios de reflexión pedagógica desarrollados en los seminarios de investigación y práctica del ciclo de profundización de la Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional. Dicho seminario fomenta el desarrollo de habilidades investigativas para abordar diversos ejes conceptuales que favorecen la educación científica.

En este apartado se describen las características del contexto escolar, que corresponde a un aula regular de una institución educativa de la ciudad de Bogotá. Los estudiantes de este curso tienen diversos intereses, entre los que destaca la formación posmedia en campos como la administración y la ingeniería. Por ello, manifiestan curiosidad por la construcción de montajes, la realización de experimentos sencillos y otras actividades que les permitan observar una aplicación tangible de los fenómenos estudiados. Asimismo, se resalta la problemática en torno a la enseñanza que se pretende abordar a través de un ejercicio de investigación empírica. Para ello, se proponen un conjunto de objetivos y la justificación.

1.1. Caracterización del contexto escolar y la población

El Colegio Julio Garavito Armero IED, se encuentra ubicado en la localidad 16, Puente Aranda, específicamente en el barrio Muzú. La institución cuenta actualmente con tres sedes denominadas A, B y C siendo esta última, la más moderna (en cuanto a sus instalaciones) y donde se orienta parte de la educación básica (grado octavo y noveno) y la educación media. Se centra la atención en la sede C en este documento, por ser el lugar que acoge la población objeto de estudio. Esta sede cuenta con 16 aulas generales, laboratorios integrales de física y química,

aulas multimedia, aulas de informática, emisora de radio, salas de lectura, audiovisuales y dotada de una amplia terraza, para organizar diferentes encuentros y actividades con los estudiantes.

El sector industrial, con énfasis en el comercio textil, es una característica relevante de la localidad. Un número significativo de familias de la comunidad se dedica a la comercialización de telas e insumos para la confección, la manufactura y el diseño. Esto hace que los estudiantes, en promedio, pertenezcan a un estrato socioeconómico medio. Sin embargo, la ubicación de la institución y la variedad de vías de acceso, como la Carrera 68, la Avenida Primero de Mayo y la Autopista Sur, atraen a estudiantes de diferentes localidades. El colegio alberga niños, niñas y jóvenes de Ciudad Bolívar, Tunjuelito e incluso del municipio de Soacha, quienes ven en él una oportunidad para el crecimiento personal y académico.

Los estudiantes están inscritos en la jornada única, lo que implica que los horarios del proceso académico sean más extensos, comenzando a las 6:30 a. m. y finalizando a las 2:30 p. m. Además, la institución ofrece el programa de Jornada Educativa Complementaria (JEC), que incluye actividades deportivas, artísticas y culturales después de las clases regulares. Los jóvenes de undécimo grado tienen edades comprendidas entre los 15 y los 18 años, se encuentran distribuidos en cuatro grupos (cuatro cursos), los cuales son heterogéneos. La educación media se organiza en cuatro énfasis, siendo predominantes la ingeniería, la gestión empresarial, la administración y la seguridad en el trabajo.

Los educandos de la institución demuestran disposición hacia los procesos educativos y participan de la articulación de la media con la Universidad San Buenaventura según sus intereses académicos. Algunos de ellos se enfocan en la producción de textos, las matemáticas, la física, la ingeniería, entre otras áreas, interactuando con estudiantes de diversos semestres en el campus universitario, aspecto que enriquece no solo la comprensión de los diferentes campos del conocimiento, sino que amplía su percepción de mundo a partir del diálogo y convivencia con agentes externos.

Al realizar una revisión sobre el desempeño académico del curso 1103 dentro de la institución – lo que llevan en la educación media, es decir, grado décimo -, se puede indicar que

posee un buen rendimiento, el mayor promedio lo alcanzan en las asignaturas de inglés y filosofía con una valoración numérica de 4.3, seguido de física y química con 4.0. Los promedios registrados en tecnología y matemáticas son de 3.7 y 3.8. Más que los “resultados”, en el discurso los estudiantes hacen evidente que sienten agrado por estar en el colegio, por participar en las actividades, debido a que consideran relevante la enseñanza y las explicaciones de los maestros que no solo se basa en exposiciones teóricas sino en acciones que los prepara para enfrentarse a las realidades en sus futuros escenarios académicos y laborales.

La dinámica en el curso genera un ambiente de aprendizaje propicio, un grupo específico de estudiantes tienden a ser competitivos. Estos estudiantes se desafían constantemente, buscando responder correctamente en el menor tiempo posible, ofrecer argumentos claros, comprender las temáticas presentadas y obtener los mejores resultados. Estos factores contribuyen en gran medida a crear un ambiente óptimo en la mayoría de los casos. Aunque este hecho es liderado por un pequeño grupo, es notable que el resto de los estudiantes también se ven involucrados en esta dinámica. Muchos expresan que aprenden de las explicaciones proporcionadas por sus compañeros en ciertos momentos, lo que demuestra que la competencia beneficia no solo a los participantes activos, sino también al grupo en su conjunto.

Por otro lado, con el objetivo de comprender las representaciones iniciales que tienen los estudiantes sobre el fenómeno de la luz, se llevó a cabo la implementación de un instrumento de recolección de información, específicamente un cuestionario. Este cuestionario tenía como propósito: 1) Explorar cómo los estudiantes definen el fenómeno de la luz, 2) Identificar qué personajes históricos asocian con las explicaciones sobre la luz, y 3) Determinar qué comportamiento le atribuyen a la luz al atravesar un prisma. En total, 27 estudiantes respondieron a las preguntas planteadas. Al sistematizar y analizar la información recopilada, fue posible inferir:

1. A pesar de que la luz es un fenómeno cotidiano para los estudiantes, ellos tienen dificultades para expresar respuestas argumentadas que permitan caracterizarlo adecuadamente. Uno de los estudiantes sugirió que la luz necesita un medio de propagación "que sea eléctrico" para viajar a través del espacio, mientras que los otros no

consideraron que esto fuera necesario. Además, indicaron que la luz tiene una velocidad límite o constante, justificando esta afirmación con frases como "porque no vemos lo rápido que va" o "porque es lo que he entendido de lo que nos han enseñado", sin establecer una relación directa con el fenómeno en sí mismo.

2. En la pregunta número cinco del instrumento de recolección de información (véase el anexo 1) los estudiantes expresan que para ellos la luz "es energía" relacionado la luz con el electromagnetismo algunas de estas respuestas fueron por ejemplo: "Es una fuente de energía que alimenta a nuestro hogar" "para mi la luz es un tipo de electricidad para ver en la oscuridad" "es un fenómeno que nos permite alimentar diversas actividades en forma de energía" "la luz es una energía que ilumina" estas repuestas reflejan una comprensión básica pero significativa sobre la interpretación del papel que la luz desde la perspectiva de los estudiantes.
3. Se puede observar que los estudiantes reconocen a algunos personajes que trabajaron con este fenómeno natural, como Einstein, Thomas Edison y Nikola Tesla. Indican que estos fueron influyentes en la formulación de ideas sobre la naturaleza de la luz, como los estudios sobre el electromagnetismo. Además, definen el fenómeno natural como "una composición eléctrica de átomos, cargas positivas y negativas, o una composición de fotones y energía".
4. En cuanto al comportamiento de luz al atravesar un prisma, los estudiantes no logran realizar la representación geométrica, dibujan en la hoja un conjunto de rayos que no tienen relación con la respuesta que la ciencia ha dado para explicar el fenómeno de la difracción.

Lo anterior, pone en escena que los estudiantes tienen un interés particular por el estudio de las ciencias naturales, su participación en la escuela los ha involucrado en explicaciones del mundo científico que les permite acercarse a la comprensión del mundo, no obstante, el tiempo destinado para abordar determinadas temáticas es muy corto y de acuerdo con la visión de ciencia que tenga el maestro, se privilegia la modelización matemática, las prácticas experimentales, los análisis a través de plataforma digitales, entre otros. Los estudiantes verbalizan que el fenómeno de la luz ha sido trabajado desde los primeros niveles educativos, pero es complejo hablar de la temática desde las explicaciones científicas, porque de fondo no

existe una comprensión de este. Con esta idea, se da apertura al siguiente apartado que describe la problemática que enmarca la propuesta de trabajo de grado.

1.1.2. Problemática en torno a la enseñanza

Al hacer un ejercicio de indagación y de análisis de la forma como se enseñan en las aulas regulares en la educación media el fenómeno de la luz, se pudo identificar que la metodología empleada principalmente por algunos docentes se fundamenta en las explicaciones de corte matemático y geométrico, haciendo que, en muchos casos, no se estudie en sí el concepto sino algunas de sus manifestaciones. El trabajo del estudiante se basa en relacionar elementos experimentales de difracción y refracción mediante el uso de lentes y espejos. Cuando se realiza un acercamiento al contexto histórico y su relación con los modelos de la luz, este se orienta a realizar un paralelismo con el espectro electromagnético al momento de abordar los prismas.

En algunos documentos de política pública educativa, como los Estándares Básicos de Competencias, se encuentran acciones de pensamiento en las que se reconoce la importancia de comprender y establecer diferencias entre los modelos existentes para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz (MEN, 1998). Sin embargo, estos procesos se reducen en el aula al exponer una línea de tiempo en la que se escribe un listado de nombres (Demócrito, Huygens, Newton, Young, Fresnel, Maxwell, Einstein por citar algunos) con un conjunto de palabras que no tienen sentido para los estudiantes como éter, teoría corpuscular, teoría ondulatoria, ondas electromagnéticas, sin establecer una relación entre ellas.

Lo que permite inferir, que los estudiantes se aproximan al planteamiento de explicaciones científicas o a los modelos matemáticos sin hacer ejercicios de reflexión. Por citar otro ejemplo, al hacer las portadas de inicio de periodo (aspecto común en las asignaturas que se orientan en la institución), en el cuaderno de física realizan dibujos sobre Einstein, asociado a la fórmula $E = mc^2$, al indagar por el significado de dicha expresión, son pocos los estudiantes que logran precisar que la ecuación relaciona la energía, la masa y la velocidad de luz. Otros señalan que la imagen la reproducen de lo que encuentran en páginas de internet. En cierta medida, los jóvenes manifiestan que sienten curiosidad por estudiar estos temas que llegan a ellos como una estrategia

de divulgación científica, pues los incentiva a inmiscuirse en el mundo de la ciencia, pero en algunas ocasiones no se abordan en el aula con la profundidad necesaria para ampliar sus comprensiones.

En ese orden, el problema de investigación surge de encontrar que la luz es un fenómeno que hace parte de la realidad de las personas que pueden ver, pero algunas de las estrategias empleadas en la escuela, como la centralización en el modelo matemático o la preocupación por estudiar solo las manifestaciones, dejan de lado, pensarse lo que es realmente el fenómeno natural de la luz. Si bien, la matematización juega un papel importante en la formalización de los modelos, es necesario reconocer otros factores, como el contexto histórico en el que se dan las teorías, que pueden incluir desde la visión de los griegos, la teoría corpuscular de Newton, hasta la teoría electromagnética de Maxwell y la teoría cuántica de Einstein. -por citar algunas - aspecto que permite aproximarlos a diferentes formas de pensamiento.

Por otro lado, los jóvenes de la institución tienen el imaginario que la ciencia es algo aislado del contexto social y cultural, por lo tanto, se concluye que la ciencia no se humaniza en las aulas en la mayoría de los casos. Al revisar el currículo y la forma como se trabajan los diferentes fenómenos naturales, se observa que se carece de ejemplos y casos concretos que permitan vincular los conceptos con la vida real, la historia, los intereses de la comunidad, la cultura y la historia. Pese a que es importante, la educación en ciencias no puede reducirse a la memorización de hechos y formulas, debido a que los estudiantes no logran identificar la manera como se desarrollan los conceptos a lo largo de la historia, que los lleve a reconocer que las explicaciones científicas no son verdades absolutas, sino que están sujetas a transformaciones por las investigaciones constantes y que en el proceso de construcción se han presentado errores, fracasos y descubrimientos inesperados, aspectos que permiten tener una mayor perspectiva del conocimiento científico y el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, entre otras, que los lleve a reflexionar sobre como la ciencia impacta en la sociedad.

Es necesario reconocer que la luz es fenómeno complejo, que demanda entender determinados principios físicos como la radiación electromagnética, pues no es visible en sí, si bien la luz no se puede percibir directamente, su presencia se evidencia a través de los efectos

que genera en los objetos que ilumina. La dualidad de la luz, que se manifiesta tanto como onda y partícula según las explicaciones científicas, puede resultar confusa para los estudiantes. Por lo tanto, se reconoce que el estudio de los modelos teóricos que describen la naturaleza de la luz puede ser complejo debido a los niveles de conceptualización que se necesitan para comprenderla en su totalidad. Lo que demanda emprender caminos didácticos que permitan que los estudiantes comprendan fenómenos que hacen parte de la naturaleza y herramientas tecnológicas - dispositivos – que relacionan con principios físicos de la óptica, la fotónica y la fibra óptica (por ejemplificar algunos). Por lo tanto surge la pregunta *¿Cómo aporta la implementación de una estrategia didáctica, centrada en el uso de la historia, en la construcción de conocimiento científico escolar cuando se estudia el fenómeno de la luz?*

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo de la experiencia didáctica

Analizar el papel de la historia en la construcción de conocimiento científico escolar a través de la implementación de una estrategia didáctica para estudiantes del grado undécimo del Colegio Julio Garavito Armero IED

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar una revisión teórica que permita comprender las explicaciones que se han establecido para estudiar el fenómeno de la luz.
- Establecer criterios pedagógicos y didácticos que permitan el estudio del fenómeno de la luz en estudiantes de grado undécimo teniendo como eje central el desarrollo histórico del concepto.
- Realizar un pilotaje de la estrategia didáctica con estudiantes de grado undécimo, con el propósito de recopilar información acerca de cómo se lleva a cabo la reconstrucción histórica del fenómeno de la luz en la educación científica

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los métodos utilizados en la enseñanza de la física a menudo se limitan a la resolución de problemas de ejercicios fuera de contexto, para despejar las fórmulas, que conducen a los datos que dan respuestas sesgadas generando respuestas parciales a los enunciados propuestos (Vargas, 2020). Por lo que se considera pertinente abordar las explicaciones desde otras perspectivas que permitan a los estudiantes darles sentido y significado a los diferentes fenómenos del mundo natural, en este caso, desde la historia y la realización de experiencias sencillas.

El fenómeno de la luz ha sido abordado por el hombre en diferentes momentos, teniendo cambios trascendentales en el siglo XVII con la postura corpuscular propuesta por Newton, no obstante, estas ideas no serían las únicas que hicieron eco en esa época puesto que Huygens, propone la teoría ondulatoria. Actualmente se consideran estos dos modelos como una forma de analizar el mismo fenómeno natural, a pesar de que las perspectivas e implicaciones son distintas, es oportuno hablar de la modelización de los fenómenos naturales y del contexto en el que surgen. En ese orden, se requiere exponer el fenómeno, dándole una mayor importancia a la historia de las ciencias, dado que, las ideas de los estudiantes pueden llegar a tener una relación con la mirada de autores que trabajaron el fenómeno. “El estudio de episodios históricos permite mostrar que la ciencia no es una cosa aislada de todas las demás, sino es parte de un desenvolvimiento histórico, de una cultura, de un mundo humano, sufriendo influencias e influenciando a su vez aspectos de la sociedad” (Martins, 2006 citado en Mora Penagos, 2015, p.25).

Para ampliar las reflexiones y el desarrollo de habilidades de pensamiento científico se requiere enriquecer las comprensiones de los estudiantes, explicando que la ciencia es un asunto de humanos y que a través de la historia se han consolidado algunas explicaciones sobre los fenómenos lo que permite formalizar las interpretaciones del mundo físico. “Al introducir aspectos históricos y filosóficos en la enseñanza de la ciencia, se promueve una formación ciudadana en ciencias, debido a que suscita una ciencia con conciencia” (Morales, 2015, p.26).

En general, incluir aspectos históricos en la educación científica hace que el estudiante se interese por la construcción de conocimiento científico escolar, dado que se humaniza la ciencia, haciendo que el estudiante puede conectar aspectos personales, éticos y culturales del contexto en

el que surgen las teorías, se promueve una comprensión más profunda del contenido científico y estimula el pensamiento crítico y la capacidad de razonamiento (Matthews, 1994 citado en Mora Penagos, 2015). Permitiendo que el estudiante pueda ver que la ciencia no es algo apartado de la cotidianidad que las personas sino una construcción cultural. En este sentido:

“La perspectiva histórica ilumina aspectos de las ciencias que, sin ella, resultarían invisibles desvela actuaciones humanas impulsadas por el deseo de conocer y de comunicar; valora el carácter retórico y simbólico del lenguaje, la función de los instrumentos y del contexto en la resolución de los problemas científicos, los valores que la guiaron y que influyeron en su desarrollo y la función de la enseñanza en todo ello.” (Izquierdo, et al., 2016, P. 40)

Por estas razones se considera importante realizar una estrategia didáctica que permita reconocer como se afecta el proceso de enseñanza cuando se privilegia en el trabajo de aula, la historia de un concepto de la física, en nuestro caso, la luz. En este orden, se espera que los estudiantes comprendan como se desarrollaron las teorías, en atención a un contexto y época, se genere una conciencia para identificar los descubrimientos y explicaciones avalados por la comunidad científica, se fomente el pensamiento crítico y se reconozca la ciencia desde la narrativa humana.

CAPITULO II
MARCO TEORICO
UN RECORRIDO HISTORICO DEL CONCEPTO DE LA LUZ Y SU APORTE EN LA
EDUCACIÓN EN CIENCIAS

En este capítulo se presentan las comprensiones alcanzadas por el autor sobre la forma como se han establecido las explicaciones a lo largo de la historia sobre el fenómeno de la luz y cómo estos principios son abordados en la enseñanza de las ciencias. Por lo que se hacen explícitos algunos conceptos disciplinares y pedagógicos que influyen en la investigación. Por tanto, en el desarrollo disciplinar se describen las concepciones que ha tenido la humanidad sobre el fenómeno de la luz, llegando a la teoría corpuscular y a la teoría ondulatoria dado que estos dos modelos son los trabajados en grado undécimo. En el aspecto pedagógico, se abordará el papel de la historia en la enseñanza de las ciencias, el cual no solo se basa en exponer las conclusiones alcanzadas por los diferentes pensadores a lo largo de la historia, sino hacer evidente cómo se llegó a ellas. El procedimiento histórico implica pensar y en muchos casos experimentar, lo que lleva comprender el mundo y ver la física como una actividad humana maravillosa con una tradición de modos evolutivos de adaptación y cambio (Brush, 1991).

2.1 Recorrido histórico de los diferentes modelos explicativos de la luz

La luz es un fenómeno fascinante que ha sido objeto de estudio desde épocas remotas. En la antigua Grecia, los filósofos, ansiosos por entender mejor el mundo que los rodeaba, comenzaron a investigar la naturaleza de la luz y su comportamiento. A lo largo del tiempo, esta comprensión ha evolucionado gracias a los avances tecnológicos y científicos que se han logrado. Actualmente, se tiene una mirada distinta y profunda del fenómeno de la luz en comparación con nuestros antepasados. En este marco teórico busca explorar la historia de la luz, desde sus orígenes en la filosofía antigua hasta el siglo XVIII. Se destacarán hitos y descubrimientos importantes que permitieron a los científicos y filósofos de la época avanzar en su comprensión de la luz. Examinaremos las teorías y experimentos de personajes como Newton, Huygens y Descartes, entre otros. Además, discutiremos cómo estos modelos de luz han cambiado a lo largo de la historia.

2.1.1 Modelos griegos de la luz

En la filosofía antigua, se postularon varios modelos de la luz para tratar de explicar su comportamiento y la naturaleza. Estos primeros acercamientos de la luz fueron descritos en la *Ilíada* y la *Odisea* de Homero. Según Darrigol (2012), en la comprensión popular griega del proceso visual, se creía que el ojo emitía fuego y que la luz son rayos de fuego sutil proyectados por los ojos. Según esta concepción, la visión es generada por el encuentro de este fuego interior con el fuego exterior. Es importante tener presente que la mirada de los filósofos antiguos sobre lo que los rodeaba se basaba fundamentalmente en cuatro elementos: fuego, aire, tierra y agua). Aunque estas ideas recolectadas por Homero sirvieron como una primera mirada en la comprensión del fenómeno de la luz, posteriormente, la filosofía y la ciencia continuaron con su evolución para ofrecer explicaciones más detalladas.

2.1.1.1 Modelo de luz propuesto por Empédocles (495.C.-435 a.C.)

Empédocles propuso la noción de cuatro elementos fundamentales (tierra, agua, aire y fuego) que, a través de sus interacciones cambiantes, explicaban los fenómenos de cambio observados en la naturaleza. El primer modelo de la luz se concibe desde una perspectiva de la filosofía dual de los fenómenos. En esta visión, los efluvios (una especie de emanación o flujo) se desplazan desde los objetos hacia los ojos durante la fase cósmica del amor. Por otro lado, durante la fase cósmica del odio, los efluvios se dirigen desde los ojos hacia los objetos. Estos efluvios se consideraban como fuego, emitido tanto por los ojos como por los objetos. Podemos imaginar esta idea como si los ojos fueran linternas que proyectan este fuego al espacio.

En síntesis, el primer enunciado concibe la luz como efluvios emitidos por los objetos, que interactúan con el sujeto. El segundo enunciado sugiere que los ojos son los que emiten la luz hacia los objetos, permitiendo así la identificación de estos. Aunque estas ideas pueden parecer curiosas desde nuestra perspectiva actual, marcaron los primeros pasos en la comprensión del fenómeno de la luz y su relación con la visión.

2.1.1.2 Modelo de luz propuesto por Demócrito (460 a. C.- 360 a. C.) y Platón (427 a. C.347 a. C)

Posteriormente, los filósofos antiguos Demócrito y Platón propusieron modelos particulares sobre la naturaleza de la luz. Estos modelos, aunque compartían ciertas similitudes, diferían en otros aspectos clave. (Darrigol, 2012). En estas explicaciones atomistas se concebía que los efluvios eran como un chorro de partículas, los cuales tienen una velocidad finita y es el ojo quien las percibe de manera constante.

Demócrito, por un lado, concebía la luz como una serie de partículas en movimiento, las cuales tenían diferentes formas y orientaciones. Estas partículas, aunque eran aparentemente vacías, se combinaban para formar los distintos colores que percibimos. Platón, por otro lado, sostenía que la luz está compuesta por tetraedros sólidos de diferentes tamaños y velocidades, que también contribuían a la formación de los colores. Sin embargo, ambos filósofos tuvieron la dificultad de comprobar estos modelos de la luz por la falta de métodos experimentales en la antigüedad para verificar sus teorías. Además, las características del enfoque cualitativo del fenómeno, donde la luz viaja por el vacío, limitaban su aceptación y validación del modelo en la comunidad científica de la época. En consecuencia, sus propuestas eran más bien especulativas y filosóficas, sin posibilidad de ser sometidas a pruebas rigurosas en ese momento histórico.

2.1.1.4 Modelo de luz de la luz de Aristóteles (384 a. C. - 322 a. C.)

Aristóteles propuso una teoría dinámica de la luz en la que los efluvios perturban el medio, generando así la sensación visual. Esta perturbación se caracteriza de tal forma que se propaga de manera instantánea Cristiani, (2006). Aunque este modelo de la luz no está muy alejado de las ideas actuales, Aristóteles basaba su representación en la necesidad de un medio de propagación – el médium – para que la luz se desplazara, rechazando la idea de vacío presente en el modelo granular. Esta oposición al concepto de vacío sería retomada posteriormente por Descartes durante el Renacimiento, reavivando así la disputa entre los modelos dinámicos y particulares. “Aristóteles consideraba la transmisión de colores como procesos instantáneos y globales que no implicaban desplazamiento de las partes del medio” (Darrigol, 2012, p.6). Aristóteles considera

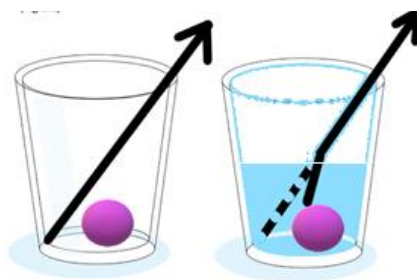
que la luz se propaga de manera instantánea. En resumen, Aristóteles rechaza las ideas particulares de Platón y Demócrito, al tiempo que sostiene la necesidad de un medio en la propagación de la luz, donde su desplazamiento es instantáneo. Esta perspectiva podría considerarse vanguardista, como una mirada ondulatoria del fenómeno.

2.1.1.5 Modelo geométrico de la luz propuesto por Euclides (367 a.C.- 283 a.C.)

Euclides escribió un tratado sobre óptica en el que realizó un estudio matemático de la luz y formuló suposiciones importantes sobre sus propiedades. Afirmaba que la luz viaja en línea recta y que los rayos de luz tienen una forma cónica discontinua (Darrigol O. 2012). En su trabajo, también describió y analizó matemáticamente las leyes de la reflexión. En su obra “Catóptrica”, Euclides presenta un experimento en el cual se coloca un objeto en el fondo de un recipiente, y se aleja lo suficiente para perderlo de vista. En este momento inicial, el objeto dentro del recipiente no se puede observar, no obstante, al llenar el recipiente con agua el objeto es visible para el observador, desde la misma posición en la que no se podía ver el objeto, como se pone en manifiesto en la Figura 1.

Figura 1.

Modelo Geométrico de luz propuesto por Euclides



La idea de los rayos luminosos propuesta por Euclides se retoma más adelante en la óptica geométrica, siendo este un primer elemento de los modelos actuales de la luz. Aunque se originó en una reflexión filosófica propia de la época, se logra establecer una mirada geométrica de la vida. La concepción de los rayos de luz cónicos como una forma de explicar geoméricamente cómo vemos y qué es la perspectiva, es notable. Sin embargo, es importante reconocer que el intento por refutar este argumento mediante un primer experimento óptico fue novedoso el

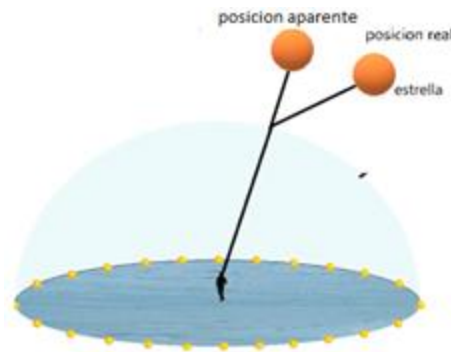
momento. Aunque este primer bosquejo explicativo intenta dar una explicación a la perspectiva, el modelo se vuelve más robusto con pruebas experimentales.

2.1.1.6 Modelo geométrico de la luz propuesto por Ptolomeo (100d.C.-170d.C.)

Tanto Ptolomeo como Euclides comparten la idea de un modelo de luz cónica. No obstante, en el modelo de Ptolomeo, los conos son continuos, lo que permite a los observadores identificar la distancia de los objetos. Ptolomeo fue el autor de un libro titulado “Óptica” basado en los principios euclidianos, que marcó el comienzo del estudio de la reflexión y refracción, especialmente, la refracción atmosférica. El modelo explicativo de la reflexión de Ptolomeo se presenta en la Figura 2.

Figura 2

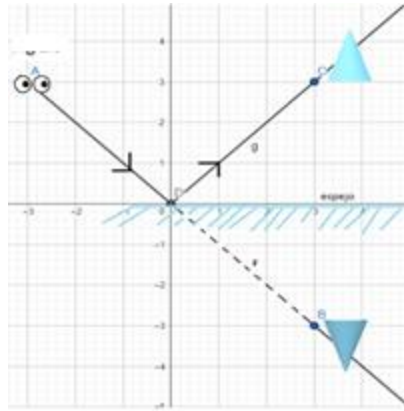
Modelo explicativo de la reflexión de Ptolomeo



En la Figura 3 se puede ver un triángulo en el punto C y su imagen en el espejo en el punto B. El observador emite un rayo de luz desde el punto A el cual interactúa con el espejo en el punto D. Desde esta perspectiva, Ptolomeo afirma que las líneas (D-C) y (D-B) son perpendiculares a la superficie del espejo y que forman ángulos iguales. Estas ideas de la óptica aún se utilizan en la actualidad. En cuanto al modelo explicativo de la refracción propuesto por Ptolomeo, desde su mirada como astrónomo, identificó los errores de posición de las estrellas con respecto al firmamento, postulando que la luz sufría un cambio en la de dirección, ocasionado al cambiar de un medio a otro, sufriendo de esta manera una desviación (Figura 2). A su vez postuló que la luz al pasar de un punto A un punto B gasta siempre el menor tiempo.

Figura 3

Explicación geométrica de la reflexión de la luz dada por Ptolomeo



Esta mirada astronómica e interpretación del mundo, tanto de Euclides como de Ptolomeo, y los modelos de la luz mencionados anteriormente, serán retomados por los pensadores árabes. Para ser más específicos, nos ubicaremos en el Cairo, Egipto durante los años 1000 d.C. En ese momento histórico, la Universidad Al-Azhar era un centro importante, y allí se encontraba el pensador árabe Alhacén. Este personaje aportó nuevas perspectivas sobre la óptica, basándose en las ideas griegas y refutándolas. No es de sorprender que se aborde a un pensador árabe, dado que es necesario reconocer la importancia del islam en el desarrollo occidental. Gran parte del conocimiento griego perdido en Europa fue redescubierto gracias a las traducciones de los pensadores árabes. La perspectiva de los griegos sirve como punto de partida en el estudio de la luz, del tratar de responder preguntas como: ¿Cómo vemos? ¿Qué es la luz? Alhacén utilizó esta construcción conjunta de conocimiento para postular sus propuestas novedosas sobre la óptica.

2.1.2 Pensadores árabes

2.1.2.1 Modelo de la luz de Alhacén (932 d.C.-1039 d.C.)

El modelo explicativo de luz de Alhacén iba en contra de la teoría Euclides y Ptolomeo, quienes postulaban que los rayos se expanden desde el ojo hacia el objeto. Para Alhacén, la luz proviene de los objetos luminosos, como el sol o el fuego. Proporcionó ejemplos específicos

para apoyar sus argumentos en contra de este modelo explicativo Ptolomeico-Euclidiano según González-Cano, A. (2015). Se apoyó del deslumbramiento, que ocurre al mirar fijamente una fuente de luz brillante, según él, los factores externos deberían ser los culpables, si se experimentan molestias en los ojos al mirar dichas fuentes. En otras palabras, la luz no es generada por los ojos, sino por los objetos luminosos. Alhacén afirmó que los cuerpos que irradian luz, como el fuego o el sol, son los que emiten los rayos de luz en todas direcciones en forma rectilínea, que, al entrar en contacto con los cuerpos opacos, estos absorben la luz y emiten rayos indirectos.

El modelo explicativo de Alhacén tiene mayor afinidad con el modelo explicativo aristotélico, donde la luz es la que permite al sujeto ver. Pero en sí misma, la luz no es visible; solo podemos observar sus propiedades, como el color. Alhacén, en su libro de óptica, aborda de forma rigurosa los modelos explicativos euclidianos y ptolomeicos, rescatando los análisis geométricos propuestos anteriormente.

Si bien los avances en el estudio de la óptica entre el siglo XI al XVI se caracterizan por el estudio de las lentes, por ejemplo, la implementación del uso de las gafas, alrededor de los años 1300 d.C., o el uso de los telescopios a principios de 1600 d.C., no fue hasta el siglo XVII que se retomó con mayor ímpetu el estudio propio del modelo de la luz con el pensador Rene Descartes, considerado el padre de la filosofía moderna.

2.1.3 Pensadores renacentistas

2.1.3.1 Modelo ondulatorio de Rene Descartes (1596 d.C.-1650d.C.)

Si bien René Descartes hizo contribuciones a la filosofía, también realizó numerosas contribuciones en distintos ámbitos del conocimiento humano. Para ejemplificar, Descartes introdujo el concepto de ejes en el plano, que actualmente se conoce como el plano cartesiano. Esto permitió la asociación de cada punto del plano con pares de números, estableciendo así una conexión entre la geometría y el álgebra, iniciando lo que hoy se conoce como geometría analítica. Además, Descartes se preguntó ¿qué es la luz? Para comprender mejor su

pensamiento y contexto histórico, es necesario explorar su visión del universo. Descartes es reconocido por su modelo mecánico del universo, que buscaba unificar todos los procesos del este. Contempló la idea de que la materia estaba compuesta por partículas, llegando a esta conclusión, a partir de la observación del polvo que flotaba sobre una llama.

Aunque la mirada de Descartes hacia la naturaleza se puede considerar atomista, el filósofo se diferenció de esta postura en dos aspectos fundamentales. En primer lugar, sostuvo que los átomos no eran indivisibles, ya que Dios debe ser capaz de dividir cualquier cosa en infinito si se considera posible. En segundo lugar, rechazó la idea del vacío propuesta por Demócrito, quien asumía que los átomos eran estructuras separadas y libres para moverse en el espacio, lo cual implicaba la existencia de regiones vacías en el espacio. Esta idea fue cuestionada por varios pensadores antiguos, entre ellos Aristóteles, quien negó su existencia.

Durante la Edad Media, las ideas aristotélicas se mantuvieron predominantes, por lo que no es de extrañar que Descartes rechazara la propuesta de vacío. Descartes esbozó su propia visión de la naturaleza de las sustancias corpóreas, creyendo que no podía existir un espacio físico independiente de la materia (Darrigol O. 2012). Por lo tanto, no podía aceptar la existencia de un vacío carente de tamaño espacial. Propuso la existencia de un fluido llamado "plenum" un concepto aristotélico, el cual llenaba todos los espacios vacíos en los que no había materia para corregir la idea del vacío. Este fluido estaba compuesto por partículas extremadamente pequeñas, veloces y flexibles, que se infiltran en todos los "huecos" que han quedado libres entre las demás sustancias. La extensión de los objetos no es la única característica que los define, pero es la que se requiere para definir todas las demás propiedades físicas de un objeto.

La idea del "plenum" no está lejos del concepto del éter lumínico, un medio extremadamente sutil a través del cual se propaga la luz. Al considerar la luz como una perturbación, es necesario un medio que pueda ser perturbado para que la luz se propague. Estas ideas se exponen en la obra "Dióptrica", donde Descartes presenta sus interpretaciones sobre la luz. Descartes concebía su modelo de la luz como una presión que se propagaba a través del "plenum". Según su visión, esta propagación era instantánea hasta llegar a los ojos, que eran capaces de interactuar con este medio y detectar los cambios. Aunque la idea de un medio

perturbado es plausible desde una perspectiva aristotélica, fue necesario reconsiderar las ideas atomistas de Demócrito y Platón, que ya se mencionaron en secciones anteriores.

El experimento propuesto por Evangelista Torricelli marcó un punto de inflexión en la concepción del vacío. En su medición de la presión atmosférica utilizando el famoso barómetro de Torricelli, demostró experimentalmente la existencia del vacío, de un vacío entorno a la ausencia de materia no obstante este experimento tiene vital importancia dado que trae de nuevo a la discusión una propuesta particular de la luz. Este experimento tuvo lugar aproximadamente en 1643 (Cristiani, 2016).

2.1.3.2 Modelo particular de Pierre Gassendi (1592 d.C.-1655 d.C.)

Después del experimento de Torricelli, varios pensadores de la época se cuestionaron sobre la naturaleza de la luz desde una perspectiva atomista siendo que la idea de vacío ya no tenía tantas problemáticas. Uno de ellos fue Pierre Gassendi, quien, desde una perspectiva materialista, propuso un modelo de la luz como una propiedad de átomos especiales los cuales son expulsados por fuentes luminosas (Cristiani, 2016). Estos átomos viajarían por el espacio vacío en línea recta y, al interactuar con nuestros ojos, nos permitirían ver. Esta perspectiva se vuelve congruente con la óptica geométrica, donde se asumiría la luz como un modelo corpuscular con movimiento rectilíneo, similar a la idea del haz o rayo de luz mencionada anteriormente si bien para Descartes el “Plenum” está compuesto por partículas la luz es la presión ejercida en ese medio el cual viaja de manera instantánea a los ojos mientras que Pierre Gassendi, concibe que los corpúsculos de luz (partículas) son el objeto en sí y debe de desplazarse de manera física a los ojos.

Estos modelos explicativos tienen sus bases en dos puntos de vista diferentes. Descartes se acerca más a las ideas de Aristóteles, mientras que Pierre tiene un enfoque mayor hacia las ideas de Demócrito. Mientras el primero requiere de un medio que sea perturbado, el segundo no necesita del medio y la luz adquiere un papel geométrico. Estos dos modelos explicativos de la luz generarán fuertes discusiones y análisis desde ambas perspectivas, que pueden ser denominados modelo corpuscular por un lado y el modelo ondulatorio.

2.1.3.3 Modelo ondulatorio de Robert Hooke (1635 d.C.-1703 d.C.)

Robert Hooke, además de su contribución a la mecánica clásica con su famosa Ley de Hooke – trabajo sobre la elasticidad -, también realizó aportes significativos en el campo de la óptica. Basándose en experimentos y observaciones, plasmó sus hallazgos en su libro titulado “*Micrographia*”. En esta obra, Hooke describió cómo, con la ayuda de un microscopio, examinó películas de colores generadas por la luz que incide en las burbujas de jabón. A partir de este hecho, Hooke propuso que la luz tiene ciertas propiedades similares a las ondas propagadas por un medio líquido. Desde una perspectiva aristotélica, defendió la visión propuesta por Descartes.

Hooke también estudió las franjas coloreadas observadas en sus experimentos, las cuales se debían a la interferencia de las ondas luminosas. Desde su perspectiva espacial, respaldó el modelo explicativo de la luz que requiere un medio de propagación, conocido como el “plenum”. Sin embargo, se distanció de la idea de presión propuesta por Descartes, concibiendo la luz como impulsos generados por las fuentes luminosas, es decir, perturbaciones del medio.

En sus experimentos, Hooke utilizó un prisma para descomponer un rayo de luz blanca en una pantalla, lo que resultaba en una marca blanca con colores en los bordes. Aunque esta perspectiva está relacionada con la teoría ondulatoria, otros pensadores que también emplearon prismas explicaron el fenómeno desde una mirada corpuscular de la luz. El ejemplo más destacado en esta perspectiva es Isaac Newton, quien, gracias a los experimentos de Hooke descritos en “*Micrographia*”, se motivó a investigar y cuestionar: ¿qué es realmente la luz?

2.1.3.4 Modelo corpuscular de la luz de Newton (1642 d.C.-1727 d.C.)

El modelo de la luz de Newton es uno de los más influyentes en la historia de la ciencia. En su obra "Opticks", publicada en 1704. Propuso que la luz estaba compuesta por partículas, o corpúsculos, que se movían a gran velocidad en línea recta. Esta teoría contrastaba con la teoría ondulatoria de la luz propuesta por Huygens, que sostenía que la luz era una onda que se propagaba en el espacio. El modelo de Newton tuvo un gran impacto en la física y la óptica de

su tiempo. Según Cristiani (2016) Newton defendía la idea de que la materia estaba compuesta por partículas llamadas "corpúsculos" en lugar de "átomos". A diferencia de la concepción atomista de Gassendi, Newton sostenía que estas partículas podían dividirse aún más, en unidades más pequeñas. La elección del término "corpúsculos" en lugar de "átomos" se debía a la implicación etimológica de la indivisibilidad asociada con este último. En ese sentido, se consideraba que los corpúsculos eran las unidades fundamentales de la materia, pero a su vez creía, en la posibilidad de su subdivisión en partículas más pequeñas.

Hubo diferencias significativas entre Newton y Descartes en relación con la idea del vacío y la naturaleza de la luz. Mientras Descartes negaba la existencia del vacío y argumentaba que la luz estaba compuesta por una especie de plenum (Éter) en constante movimiento, Newton sostenía que la luz estaba formada por corpúsculos (partículas) que se movían en línea recta y uniforme, incluso en el vacío, sin la necesidad de un plenum (Éter).

Las ideas de Newton sobre la naturaleza corpuscular de la luz y su movimiento en el vacío ganaron mayor aceptación gracias a su descripción matemática y experimental. Newton desarrolló la teoría de la luz en su obra "Opticks" y realizó experimentos con prismas y lentes para estudiar la refracción y la dispersión de la luz (Cristiani, 2016). Además, proporcionó una descripción matemática de estos fenómenos ópticos mediante su teoría de la gravedad y las leyes del movimiento. Estos avances en la descripción matemática y experimental de la luz por parte de Newton permitieron convertir sus ideas en una teoría científica ampliamente aceptada. Su enfoque basado en la observación, el razonamiento matemático y los experimentos rigurosos sentó las bases de la física moderna y contribuyó al desarrollo de la metodología científica. No obstante, uno de los elementos que convencieron a Newton de la validez de la teoría corpuscular fue la propagación rectilínea de la luz. Durante siglos, por lo cual es pertinente hablar de cómo se dio esa validez en las ideas newtonianas de la luz, la óptica geométrica se basó en la idea de que los rayos de luz se propagaban en línea recta. Newton consideró que este comportamiento era incompatible con la naturaleza ondulatoria, ya que las ondas se propagan en forma radial y no rectilínea.

Para Newton, el hecho de que la luz se propagara en línea recta respaldaba la idea de que estaba compuesta por corpúsculos (partículas) que se movían en trayectorias rectas. Esta observación le llevó a rechazar la posibilidad de que la luz tuviera una naturaleza exclusivamente ondulatoria. Además, desde la perspectiva de la primera ley de Newton, la idea de inercia también respaldaba esta postura (Cristiani, 2016). La ley de la inercia establece que un cuerpo, en ausencia de fuerzas externas, mantendrá su estado de movimiento rectilíneo y uniforme. Sin embargo, si consideramos que las partículas luminosas también están sujetas a la gravedad, esto no cambiaría significativamente las cosas. Por ejemplo, cuando lanzamos una piedra, esta sigue una trayectoria parabólica en lugar de una línea recta. Lo mismo ocurre cuando disparas un proyectil, como una bala de cañón, aunque en este caso la parábola es tan abierta que parece casi recta. Dada la alta velocidad a la que se mueven las partículas de luz, podemos concluir que, en términos prácticos, sus trayectorias no se distinguirían de líneas rectas ideales.

Otro punto a favor de la teoría corpuscular se basaba en el experimento del prisma que se mencionó anteriormente. Aquellos que apoyaban la teoría ondulatoria, como Hooke, argumentaban que la formación de zonas de colores se debía a ciertas distorsiones causadas por la propagación de las ondas en el vidrio. Sin embargo, Newton logró demostrar, mediante un sistema mejorado y aislando el montaje experimental en un lugar oscuro, que, al dejar pasar un haz de luz hacia el prisma, era posible separar los colores de manera clara. Además, utilizando un segundo prisma invertido, demostró que era posible volver a combinar los colores, obteniendo un haz de luz blanca nuevamente. Este experimento respaldó la idea de que la luz consiste en partículas de diferentes colores que pueden ser separadas y luego reagrupadas.

Aunque esta puede ser una buena manera de dar explicación al fenómeno teniendo una explicación sólida cabe resaltar que Newton consideraba que la luz al pasar por un medio sea aire, agua o un cristal este medio no ejercía ninguna fuerza sobre la luz no obstante desde su perspectiva al momento de explicar la refracción, era necesario, que la luz al entrar en contacto con otro medio, esta aumentara su velocidad. Supóngase que la luz pasa de un medio compuesto por aire a un medio líquido (el agua) desde esta perspectiva los corpúsculos deberían viajar más rápido en el agua que en el aire.

A pesar de que Newton fue capaz de describir adecuadamente el fenómeno de refracción, era necesario tener esta consideración en las velocidades. Esta idea es contradictoria a los resultados experimentales, puesto que la velocidad de la luz es menor en el agua que en aire, aun así, la refracción y reflexión pueden ser argumentadas bajo este modelo explicativo “los intereses de Newton por el fenómeno de la luz desbordan los márgenes de una óptica concebida retrospectivamente como una subdisciplina de la física. La luz era –y sigue siendo- más que un simple fenómeno natural” (Pimentel, J. 2015). No obstante, esta idea corpuscular no ganaría el debate, para ello se abordarán varios autores con una mirada ondulatoria de la luz tales como Cristian Huygens.

2.1.4 Modelo ondulatorio de la luz Christiaan Huygens (1629-1695)

El modelo ondulatorio propuesto por Christiaan Huygens en el siglo XVII revolucionó la comprensión de la luz y estableció bases para la óptica moderna. En su tratado "*Traité de la Lumière*", presentó una teoría que explicaba la propagación de la luz como ondas en lugar de partículas, compartiendo la misma perspectiva de Descartes, concibiendo la luz como una la perturbación de un medio material (Cristiani, 2016).

Huygens concebía que estas ondas no eran constantes, sino que variaban en el tiempo moviéndose en el medio a una velocidad finita, estas ideas estaban en contraposición de autores como Descartes o los mismos pensadores griegos, que concebían que la luz se debía propagar de manera instantánea. Suponer que la luz se propagaba de manera finita fue el salto conceptual para dar mayor robustez a este modelo explicativo. Para esto, fue necesario el trabajo experimental desarrollado por Ole Romer, que desarrolló la medición de la velocidad de la luz mediante la observación astronómica, trabajo realizado mediante los eclipses de los satélites de Júpiter. Se estimó la velocidad de la luz a 250.000 km/s valor bastante aproximado al dato actual de la velocidad de la luz.

Huygens explicó fenómenos ópticos complejos, que desde la óptica geométrica no se podían abordar. Propuso inicialmente que la luz se propaga en forma de ondas esféricas que se originan de una fuente luminosa. Autores como (Blanco Laserna, D. (2015) se refieren a esta

perspectiva de Huygens como “Huygens toma de las ondas en el agua la (propagación gradual en círculos), pero advierte que (responden a una causa diferente)” Estas ondas se comportan de manera análoga a las ondas en el agua, donde cada punto de la onda se convierte en una fuente adicional de ondas secundarias. Este principio, conocido como el principio de Huygens, fue fundamental para la comprensión de fenómenos como la reflexión y la refracción de la luz. A su vez, desde este modelo de la luz es posible abordar la reflexión, refracción y difracción. La reflexión, según Huygens, ocurre cuando las ondas de luz golpean una superficie y se reflejan en ángulos iguales pero opuestos. Esto se debe a que cada punto de la onda actúa como una fuente secundaria de ondas, creando una onda reflejada.

En cuanto a la refracción, Huygens propuso que cuando las ondas de luz pasan de un medio a otro con diferente densidad, cambian de dirección. Esto se debe a que las ondas se ralentizan o aceleran al pasar de un medio a otro, lo que provoca un cambio en su dirección de propagación. Adicionalmente, explicó la difracción y la interferencia de la luz. La difracción se refiere a la capacidad de las ondas de luz para rodear obstáculos y propagarse en diferentes direcciones después de pasar por una rendija o borde. La interferencia, por otro lado, se produce cuando dos o más ondas de luz se superponen y crean patrones de interferencia.

2.1.5 Modelo ondulatorio de la luz de Augustín Fresnel (1788-1827)

Augustin Fresnel fue un ingeniero francés, reconocido por sus aportes a la óptica, en particular, a la descripción de la difracción en base al modelo ondulatorio. Fresnel propone su propio modelo ondulatorio de luz, afirmaba que la amplitud de onda de la luz al pasar través de una abertura o al ser interceptada por un obstáculo, esta luz es la suma de todas las ondas secundarias provenientes de la abertura o del obstáculo constituyendo dicha amplitud. Este fue el tema de debate en la teoría corpuscular de Newton y la teoría ondulatoria de Fresnel en la Academia Francesa de Ciencias en 1819 en compañía del físico Arago. Finalmente, estudio la reflexión parcial, concluyendo que el modelo ondulatorio es el más adecuado al momento de estudiar la interacción de la luz.

2.1.6 Modelo ondulatorio, el experimento de Thomas Young (1773-1829)

El experimento de Young, también conocido como experimento de la doble rendija, fue llevado a cabo por el científico inglés Thomas Young a principios del siglo XIX. El propósito del experimento era demostrar la naturaleza ondulatoria de la luz y respaldar la teoría de que la luz se comporta como una onda, una idea previamente postulada por Christiaan Huygens en el siglo XVII. El experimento consiste en dirigir la luz a través de una pantalla con dos pequeñas rendijas, lo que crea un patrón de franjas de luz y sombra en una pantalla ubicada detrás (Beléndez, 2015). Este patrón se debe a la interferencia entre las ondas de luz que atraviesan las dos rendijas.

La revisión teórica tiene como propósito comprender las diversas explicaciones históricas en torno al estudio de la luz y, a partir de ello, proponer una estrategia didáctica que permita analizar el papel de la historia en la construcción del conocimiento científico escolar. A continuación, se presentan ideas sobre cómo algunos autores consideran la historia como un recurso valioso en la educación científica. Es relevante señalar que, más allá de un simple recuento cronológico, esta revisión busca cuestionar la forma convencional de abordar los fenómenos luminosos en entornos educativos, introduciendo así un enfoque crítico y reflexivo en la enseñanza.

2.1.7 La historia de la ciencia como recurso didáctico

La enseñanza de la ciencia ha jugado un papel importante en el desarrollo de las sociedades debido a que ha ayudado a mejorar la calidad de vida de las personas de acuerdo con el desarrollo científico y tecnológico. Por lo que es necesario que el estudiante cuente con ambientes de aprendizaje que fomenten la curiosidad y la cultura científica para desarrollar un pensamiento crítico y participar en la toma de decisiones en el ejercicio de la ciudadanía (Burbano, 2001). En este orden, se han emprendido diferentes reflexiones para alcanzar dichos propósitos.

Por esto, la historia y filosofía de las ciencias se ha venido incorporando cada vez más en la didáctica de las ciencias, en búsqueda de fortalecer una alfabetización científica en las comunidades. Este interés por alfabetizar científicamente la población surgió a raíz de la

preocupación en Estados Unidos, tras el lanzamiento del primer satélite por la Unión Soviética, lo que generó la necesidad de promover una cultura científica según Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002). Esta necesidad cobró relevancia a partir de mediados del siglo XX, con el impulso de fomentar la alfabetización científica de la población extendiéndose por gran parte del mundo anglosajón entre la época de los 50 y 60 (Bybee, 1977, citado en Adúriz Bravo, A. 1999, p.64).

A lo largo del tiempo, la didáctica de las ciencias ha experimentado varios cambios. A pesar de esto, la preocupación inicial por la necesidad de la alfabetización científica en la población se mantiene vigente, puesto que en la actualidad la tecnología y la ciencia avanzan a pasos agigantados, por lo cual es necesaria una población informada y crítica para la toma de decisiones fundamentadas. En la actualidad, la didáctica de las ciencias es una disciplina consolidada y autónoma, separada de la didáctica general. Representa un campo específico de investigación que ha evolucionado a lo largo del tiempo, contribuyendo al desarrollo de estrategias efectivas para enseñar y aprender ciencia. (Gil-Pérez et al., 1999, citado en Morales, 2015.). La pandemia del 2020 puso de manifiesto la importancia de la alfabetización científica. Reveló nuestra dependencia de la tecnología y la ciencia, así como la falta de conocimiento en la población sobre este tema. Los negacionistas del virus, la percepción errónea de la eficacia de las vacunas y la resistencia a las medidas de cuarentena fueron ejemplos claros de esta situación. En este contexto, se hace evidente la necesidad de abordar la didáctica de la ciencia en el aula. Esta disciplina se centra en la enseñanza de las ciencias y busca promover la alfabetización científica entre los estudiantes mediante mediaciones pedagógicas. Al situar la didáctica de las ciencias como un problema de investigación propio, se establece una estructura específica para su estudio.

La historia y la filosofía de la ciencia se ha venido incorporando poco a poco en la didáctica de la ciencia contribuyendo en la fundamentación epistemológica de las ciencias, permitiendo en su introducción al aula “proporcionar narraciones e historias que introducen a los estudiantes en la actividad científica llevada a cabo por personas «reales»” según (Martínez, Á. G., & Aymerich, M. I. 2014, p.266). Teniendo este presente, es pertinente reconocer que las ideas científicas provienen de personas reales que vivieron momentos históricos específicos, los cuales enfrentaron ciertas problemáticas. En este orden, se ha tenido cada vez mayor aceptación y se han realizado diferentes propuestas llevadas al aula con un enfoque hacia la enseñanza de la historia de la ciencia

en el aula. Forato, et al., (2012) realizaron un pilotaje de la historia de la óptica en secundaria a partir de tres episodios, abordado algunos puntos epistemológicos.

También se puede ver un trabajo de investigación desarrollado en Italia por Dibattista y Morgese, F. (2013), una revisión documental donde indagan la pertinencia de la introducción de la historia y filosofía de la ciencia en el aula. Se puede vislumbrar que este campo se ha venido incorporando en la escuela con diferentes propuestas y mediaciones como las unidades didácticas, elaboración de libros de texto, estudios de caso y la réplica de experimentos, concluyendo sobre la enseñanza de la física a partir de la historia “se producen visiones más próximas a la manera en que se crea el conocimiento científico y a la actividad científica misma, con menos estereotipos y con una postura más crítica y reflexiva.” (Martínez y Aymerich, 2014, p. 266).

El uso de la historia de la ciencia como recurso didáctico que proporciona una base sólida para la comprensión del mundo, promoviendo un pensamiento crítico, a través del análisis de evidencias, la interpretación de datos, con su uso, se aprende a cuestionar la validez de las teorías y a formular preguntas sobre ellas. Se muestra un carácter humano, alejado de los estereotipos de una ciencia inalcanzable y desconectada de la realidad. Así mismo, lleva a entender las circunstancias o las formas como se han configurado las explicaciones sobre los fenómenos que hacen parte de la cotidianidad en un momento específico, asignando un sentido y significado a los modelos establecidos. Por ejemplo, en el pasado, la dualidad onda-partícula presentaba un desafío aparentemente insuperable. Los modelos científicos eran incompatibles: pensar en una partícula implicaba imaginar un objeto físico con dimensiones y velocidad, mientras que concebir una onda se refería a la perturbación de un medio con una velocidad de propagación. Estas dos perspectivas aparentemente opuestas intentaban dar sentido y forma a algo tan abstracto como la luz.

Sin embargo, a lo largo de la historia, la ciencia ha evolucionado. El modelo del fotón, que considera válidas ambas descripciones, representa un hito importante. Este enfoque reconcilia la dualidad al reconocer que la luz puede comportarse tanto como partícula como onda. Así, la ciencia avanza, se corrige y se adapta, mostrándonos su naturaleza evolutiva.

La integración de la historia de la ciencia en la enseñanza, especialmente en el contexto de la física, enriquece la experiencia educativa. Contextualiza el conocimiento al mostrar cómo las teorías han evolucionado con el tiempo. Además, motiva la curiosidad al explorar los desafíos que enfrentaron los científicos del pasado. Fomenta el pensamiento crítico al cuestionar suposiciones y humaniza la ciencia al revelar los esfuerzos y errores de quienes la han construido. En última instancia, promueve la alfabetización científica al ofrecer una visión más completa y profunda del mundo natural.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLOGICO: ESTRUCTURANDO LA EXPERIENCIA DIDÁCTICA

En este capítulo se describe la metodología empleada en la investigación con el fin de lograr los objetivos establecidos dentro de la experiencia didáctica. Se describe la ruta seguida para comprender el papel de la historia como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias y la forma como se consideró se podría implementar un ejercicio dentro del aula basado en este aspecto. Adicionalmente se presenta la síntesis de la estrategia planteada y el material que lo dinamizó en el aula – Cartilla didáctica – que se configura en una guía de enseñanza para organizar la información que se quería dar a conocer a los estudiantes con el fin de generar nuevas experiencias, despertar el interés y la motivación por el aprendizaje de las ciencias.

3.1 Propuesta metodológica

La presente propuesta se enmarca en la investigación cualitativa, en la que se busca interpretar la realidad de un contexto social, en este caso, las dinámicas propias de un aula de clase. La tendencia a emplear es la investigación acción, en la que el maestro emprende acciones en las que identifica una problemática y propone soluciones a partir del ejercicio investigativo. El proceso por seguir de acuerdo con Restrepo (2004) es la reflexión acerca del problema por transformar, la recolección de datos relacionados con la situación; la planeación y aplicación de acciones renovadoras, acompañadas de estrategias para recolectar datos sobre la aplicación de la acción, e investigación acerca de la efectividad de estas acciones. En este caso, se toma este enfoque porque se desea generar un conocimiento significativo sobre la manera como se aproximan los estudiantes al estudio de temáticas de la física, promoviendo cambios en el proceso de enseñanza. En este sentido, se involucra a los participantes en la toma de decisiones para la construcción del material – cartilla – que orienta este ejercicio investigativo, estos a su vez, realizan ejercicios de reflexión constante sobre los resultados que se obtienen en el proceso, con la mediación del investigador.

En este orden, se identificó como problemática en un primer momento la forma como se aborda el concepto de la luz en la escuela, donde se hizo evidente que se requiere tener en cuenta otras

estrategias que superen la modelización matemática, posteriormente, se planea establecer el diseño e implementación de una estrategia didáctica como acción renovadora, centrada en el uso de la historia y uso del modelo, para finalmente analizar los resultados.

3.1.1 Fases de la investigación

El estudio se dividió en cuatro etapas, iniciando con la fase de reconocimiento en el aula. Durante esta etapa, se realizó un diagnóstico para identificar las características de la población y algunas representaciones iniciales sobre el concepto de la luz en los estudiantes de grado undécimo del Colegio Julio Garavito Armero IED. Esta información brinda al investigador una base sólida para comprender el nivel de conocimiento inicial de los estudiantes y así diseñar una estrategia didáctica efectiva que aborde la complejidad de este concepto físico mediante la historia de la óptica.

La segunda etapa de la investigación consistió en la construcción del marco teórico. En esta etapa, se trazó una ruta que busca contextualizar históricamente algunos modelos explicativos de la luz hasta el siglo XVIII. Dado el gran número de autores relevantes en el estudio de la óptica – los cuales se seleccionaron por el impacto y trascendencia en el campo científico - con el objetivo de establecer conexiones significativas entre cada uno de ellos. Asimismo, se incorporan conceptos disciplinares relacionados con el uso de la historia de la ciencia en el aula, con el fin de fortalecer la postura acerca de la relevancia de la investigación.

La tercera etapa de la investigación consistió en la construcción de la experiencia didáctica, la cual tuvo como objetivo aproximar a los estudiantes al estudio de la luz utilizando la historia como recurso didáctico, esta estrategia didáctica, se concretó a través de una cartilla la cual permite establecer un diálogo con los estudiantes, empleando diferentes recursos para abordar conceptos y experimentos relacionados con la óptica y los modelos explicativos de la luz a lo largo de la historia.

La etapa cuatro de la investigación se centró en la sistematización y el análisis de la implantación de la estrategia didáctica, con el fin de determinar el impacto de la utilización de la historia como recurso didáctico en los estudiantes de grado undécimo.

3.2 Estrategia didáctica

Se concibe dentro de este trabajo, una estrategia didáctica como el conjunto de procedimientos – métodos, actividades, – que realiza un docente para encaminar acciones propias del proceso formativo, a partir de un ejercicio reflexivo que permita construir y alcanzar las metas del proceso de enseñanza en atención a las necesidades de los sujetos que hacen parte de la clase o grupo de trabajo. Para Sánchez, et al, (2020) “Las estrategias didácticas hacen referencia a las actividades que utilizan los profesores y alumnos en el proceso de aprender. Incluyen métodos, técnicas, actividades y recursos para el logro de los objetivos de aprendizaje” p. 11. En este caso, se configuran un conjunto de elementos para posibilitar un proceso de enseñanza del concepto de la luz en estudiantes de la educación media.

La estrategia didáctica presentada en la Tabla 1, aborda diversas teorías y modelos que han surgido a lo largo del tiempo sobre la luz. Para ello, se emplearán cuatro modelos, cada uno representa una etapa crucial en la evolución sobre el conocimiento de este fenómeno. Cada modelo ofrece una perspectiva única sobre la naturaleza de la luz y su interacción con el mundo que nos rodea, reflejando las distintas épocas y sus explicaciones del fenómeno. Al explorar estos modelos, no solo podremos apreciar la evolución de las explicaciones, sino también comprender el avance de la ciencia a lo largo del tiempo. Además, nos permitirá reflexionar sobre la importancia de la experimentación, la observación y el pensamiento crítico en el desarrollo de nuevas teorías y conceptos. A lo largo de esta estrategia didáctica, se plasmarán los modelos de la luz, explorando sus fundamentos teóricos, sus principales defensores y los experimentos realizados para respaldarlos. Al final del recorrido, se espera que los participantes adquieran un conocimiento más amplio sobre diversos conceptos involucrados en la óptica, desde una visión enriquecedora de la historia de la luz y de cómo ha influido en la comprensión del mundo, para establecer relaciones entre diferentes variables, fomentar actitudes positivas frente el aprendizaje, como la curiosidad y la creatividad, entre otros aspectos.

Tabla 1

Momentos de la estrategia didáctica

Momentos de la estrategia didáctica	Objetivo	Actividad	Recursos
Sesión 1			
Motivación sobre el concepto de luz I	Despertar el interés y la curiosidad de los estudiantes sobre el fenómeno de la luz	Actividad experimental. Realizar una aproximación del experimento de Euclides para explorar las ideas previas de los estudiantes en torno al fenómeno de la luz	Cartilla: Experimento del vaso página 7. Recurso físico Un vaso el cual no sea transparente, agua y un objeto solido para dejar dentro del recipiente
Motivación sobre el concepto de luz II		Responder las preguntas relacionadas con el experimento y su concepción del fenómeno natural.	Cartilla: Preguntas de la cartilla página 8
Aproximación a la teoría primer modelo	Familiarizar a los estudiantes con el primer modelo de la luz, comprendiendo sus fundamentos teóricos y su importancia en la comprensión inicial de la luz.	Realizar una lectura guiada sobre el primer modelo de la luz, en la que los estudiantes podrán explorar sus conceptos clave y reflexionar sobre cómo este modelo sentó las bases para futuras teorías.	Cartilla: Lectura página 9 y 10
Sesión 2			
Aproximación al segundo modelo de la luz	Explorar el segundo modelo de la luz, específicamente el modelo propuesto por filósofos como Platón y Demócrito, con el objetivo de comprender su influencia en la percepción de la naturaleza de la luz en aquel contexto histórico.	Realizar una lectura guiada sobre el segundo modelo de la luz, enfocándose específicamente en el modelo particular propuesto por ciertos filósofos. Los estudiantes pueden recopilar información sobre los fundamentos teóricos y las características principales de este modelo particular. Representar gráficamente los modelos propuestos.	Cartilla: Lectura página 11 y 12
Aproximación al tercer modelo de la luz	Realizar una aproximación a la teoría del tercer modelo de la luz, enfocándose en el modelo dinámico propuesto por Aristóteles, con el objetivo de comprender cómo esta mirada del fenómeno influyó en la concepción de la luz	Realizar una discusión en grupos pequeños sobre las ideas fundamentales del modelo dinámico de la luz, debatiendo sobre las diferencias y similitudes con los modelos anteriores. Realizado la lectura de la cartilla en el apartado de Aristóteles	Se proporcionarán los materiales de lectura que presenten de manera clara y concisa los conceptos clave del modelo dinámico de la luz (cartilla). Además, se utilizarán materiales experimentales mediados por las TICS. Simulador de Phet https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_all.html?locale=es)
Sesión 3			

Aproximación al cuarto modelo de la luz	Realizar una aproximación a la teoría del cuarto modelo de la luz, enfocándose en el modelo cónico propuesto por Ptolomeo y Euclides, con la finalidad de comprender cómo esta teoría planteada	Explicación del modelo cónico: Definición de los conceptos básicos: luz, rayo, haz, cono de luz. Presentación del modelo cónico de Ptolomeo y Euclides. Explicación de las propiedades de la luz según este modelo.	Cartilla: Página 19 al 20
Cierre del cuarto modelo la luz	Trabajar sobre la idea del modelo de Alhacén con la refutación del modelo propuesto por Euclides y Ptolomeo	Realizar una lectura guiada sobre Alhacén y su explicación del modelo de la luz	Cartilla: página 21
Sesión 4			
Renacimiento el modelo ondulatorio y particular de luz	Aproximación a los principios de la óptica desde Descartes y su modelo ondulatorio.	Lectura guiada del modelo de descartes Actividad Experimental: En esta actividad, los estudiantes observarán cómo la luz se refleja en un objeto sumergido en agua. Este fenómeno se puede explicar mediante el modelo ondulatorio de Descartes, que propone que la luz es una onda que se propaga en todas direcciones. Cuando un rayo de luz llega a un objeto opaco, se refleja en todas las direcciones. Si el objeto está sumergido en agua, los rayos de luz se refractan al pasar del aire al agua. Al observar el experimento, los estudiantes podrán identificar los fenómenos de reflexión y refracción de la luz. Esto les ayudará a comprender mejor el modelo ondulatorio de Descartes. Responder a las preguntas de la cartilla página 24 ¿Qué observas? ¿Cómo explicas lo que observas?	Cartilla página 22 a 24 Materiales: Un recipiente transparente, Agua, Una fuente de luz, Una pantalla blanca Para profundizar la observación como apoyo se propone un laborío virtual https://labovirtual.blogspot.com/search/label/Reflexión-refracción
Modelo particular de pierre y modelo ondulatorio de Robert Hooke	Contextualización del enfrentamiento de los modelos ondulatorios y particulares desde Pierre Gassendi y Rober Hooke	Realizar una lectura guiada de la cartilla sobre el motivo por el cual se remota el modelo particular y la discusión que generan ambos modelos de la época	Lectura guiada página 25
Sesión 5			
Modelo particular de newton	Comprender el modelo corpuscular de Newton para la luz, a través de una actividad	Realizar la lectura sobre Newton propuesto en la cartilla y llevar a cabo el montaje experimental descrito en la misma. Se utilizará	Lectura de la cartilla página 27

	experimental y la contextualización del momento histórico.	la rueda de Newton como apoyo para la actividad, en un entorno de laboratorio virtual.	Actividad experimental disco newton y preguntas página 28 https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_all.html?locale=es
Modelo ondulatorio de Huygens	Comprender el modelo ondulatorio de Huygens, a través de a la contextualización del momento histórico.	Realizar una lectura guiada de la cartilla sobre Huygens Responder las preguntas del apartado de Huygens	Cartilla: página 30 a 31
Sesión 6			
Thomas Young experimento de la doble rendija	Comprender el modelo ondulatorio de Young, a través de a la contextualización del momento histórico y el experimento de la doble rendija.	Realizar una lectura guiada de la cartilla sobre Thomas Young y realizar el experimento de la doble rendija y responder las preguntas propuestas	Cartilla: página 32 Experimento de la doble rendija Laboratorio virtual https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_all.html?locale=es
Preguntas finales	Reconocer las apreciaciones y las comprensiones de los estudiantes sobre la historia de la luz y sus modelos explicativos	Responder las siguientes preguntas ¿Cómo ha evolucionado nuestra comprensión de la luz a lo largo de la historia? ¿Cómo influyó la filosofía griega en la comprensión de la luz en la antigüedad? ¿Cómo influyó la revolución científica en la comprensión de la luz en el siglo XVIII? ¿Qué experimentos realizó Thomas Young para demostrar la naturaleza ondulatoria de la luz? ¿Cuál es el modelo de luz que tu prefieres? Entre otros	Test individual

3.2.1 Cartilla de trabajo

Con el fin de dinamizar y organizar las acciones de trabajo en aula, la estrategia didáctica se plasmó en una cartilla – producto de la experiencia didáctica – en la que se plasmó el conjunto de actividades intencionadas (expuestas en la Tabla 1) para alcanzar las metas de enseñanza y aprendizaje propuestas por el autor. Este documento, consta de 39 páginas y en ella se

encuentran descritas las experiencias, lecturas, preguntas propuestas para los participantes, entre otros aspectos, que permitieron llevar una secuencia en la implementación. Esta se diagramó haciendo uso de la página web Canva, la cual posee herramientas de diseño gráfico, que pueden ser usadas de manera gratuita. En el Anexo 1, se puede observar la Cartilla de trabajo diseñada, y en la Figura 4, la portada y otros apartados.

Figura 4

Imágenes de la cartilla



Es necesario precisar que la cartilla es un recurso valioso para trabajar el concepto de la luz basado en la evolución histórica, porque permite estructurar de manera clara y organizada los conceptos a través de las lecturas y las actividades que llevan a ampliar la información por medio

de imágenes y explicaciones detalladas. Asimismo, puede ofrecer una enseñanza más personalizada y dirigida, abordando las fortalezas y debilidades individuales de cada estudiante en relación con las respuestas que dan, lo que permite realizar un seguimiento más riguroso. Sin embargo, este material debe estar acompañado de las orientaciones y diálogo constante del maestro para que se resuelvan las dudas que surgen en el proceso y se dé una verdadera comprensión sobre la temática abordada.

CAPITULO IV

SISTEMATIZACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presenta la sistematización de los datos y el análisis respectivo de cada una de las preguntas y actividades propuestas en la cartilla. Este análisis está dividido en dos partes. El primer apartado se centra en las respuestas de los estudiantes a lo largo de la implementación de la cartilla, mientras que el segundo apartado se enfoca en la estructura de la cartilla en relación con las actividades propuestas. El objetivo de este estudio fue aproximar a los estudiantes al estudio de la luz utilizando la historia como recurso didáctico. En este ejercicio, se tendrán en cuenta todos los aspectos que el investigador consideró relevantes para conceptualizar y comprender la forma en que se abordó el fenómeno en un contexto histórico y cultural específico. Este análisis se llevó a cabo en un curso de grado undécimo con un total de 24 estudiantes, donde se distribuyeron 19 cartillas. De estas, 5 cartillas se trabajaron en parejas y las demás de manera individual. Aunque el trabajo en muchos casos fue individual, se destacó la cooperación y la ayuda entre pares académicos a lo largo de la implementación, la cual consistió en seis sesiones, cada una de dos horas de duración (véase la tabla 1).

4.1 Experiencia en torno a la implementación

Durante la implementación de la cartilla, se llevaron a cabo momentos de diálogo en los cuales fue necesario dinamizar las lecturas. Esta necesidad se hizo evidente desde la primera lectura, que abordaba el primer modelo de la luz. Este apartado resultó especialmente complejo de trabajar debido a la dificultad inherente de la lectura, lo que requirió tomar acciones para facilitar la comprensión. Se optó por realizar la lectura de manera guiada, incentivando la participación de los estudiantes. Durante este proceso, se observaron diversas posturas críticas hacia el modelo explicativo de la luz presentado en la cartilla. Algunos estudiantes lo percibieron como absurdo o excesivamente simplificado, especialmente en su representación visual en la cartilla.

No fue sino hasta la página seis de la cartilla que las ideas comenzaron a adentrarse en conceptos más complejos, como las propuestas de los atomistas, que algunos estudiantes

relacionaron con sus estudios previos en filosofía, señalando a Demócrito como su principal referente histórico. En este punto, la cartilla exploró la perspectiva de la luz de Demócrito, así como la relación entre la luz y los sólidos platónicos, centrándose en el tetraedro como un ejemplo representativo. La actividad de construcción del tetraedro mediante origami resultó desafiante para algunos estudiantes, quienes manifestaron cierta frustración durante su realización. Por otro lado, algunos estudiantes completaron la actividad de manera rápida y sin dificultades aparentes. A pesar de estas diferencias en la ejecución, la actividad fue significativa para todos los estudiantes, ya que el simbolismo del tetraedro se volvió recurrente en los esquemas y reflexiones realizadas al finalizar la implementación. En la Figura 5 se observan algunos de los tetraedros realizados por los estudiantes.

Figura 4

Tetraedros elaborados por los estudiantes



La implementación se destacó por la participación de las estudiantes, a pesar de las dificultades que se daban para el desarrollo de secciones, puesto que la implementación se realizó en las dos últimas horas de clase de los viernes, donde por las dinámicas escolares se organizan eventos en las instituciones, no obstante, los estudiantes fueron muy receptivos y responsables con el uso de la cartilla, realizaron las lecturas, las practicas experimentales y generaron un ambiente propicio para el abordaje de la temática.

4.2 Comencemos experimentando

Este momento constaba de cinco preguntas que surgían a partir de una pequeña experiencia diseñada para despertar el interés de los estudiantes en el estudio de un concepto presente en la vida cotidiana (Véase el anexo 5, página, 1). A continuación, se analizarán los elementos más relevantes para responder cada una de ellas.

En cuanto a la primera pregunta, se buscaba conocer la representación inicial que los estudiantes tenían sobre los elementos necesarios para ver. Todos los participantes indicaron que se requerían tres elementos: el canal receptor (los ojos), el objeto a visualizar y la luz. Esto sugiere que los estudiantes ya habían reflexionado sobre esta temática en situaciones anteriores, lo que evidencia un interés previo en el estudio del fenómeno. Al indagar sobre este hecho, los estudiantes expresaron que habían realizado consultas sobre óptica en el ámbito académico de la física y que, por lo tanto, el tema era relevante para ellos.

Continuando con la investigación, se exploró cómo los estudiantes concebían la luz mediante la realización de un esquema. Como se mencionó anteriormente, los estudiantes tenían un buen entendimiento del tema, lo que se reflejó en sus representaciones, donde destacaban la luz como partícula, como onda, como rayo o energía, y como una combinación de onda y partícula. A continuación, en la Figura 5, se presentan algunas de las imágenes más destacadas del ejercicio realizado.

Figura 5

Dibujos realizados por los estudiantes, la luz como una partícula

Figura 5 a

Modelo particular de la luz (realizado por el estudiante con número de la cartilla 8)

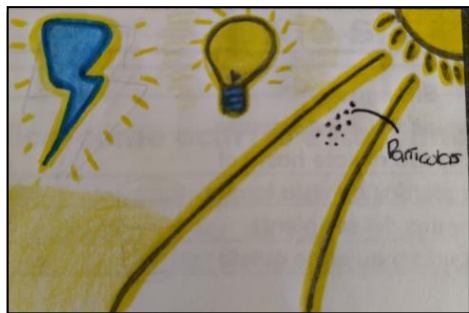


Figura 5b

Modelo particular de la luz (realizado por el estudiante con número de la cartilla 12)



Nota. Representación gráfica un modelo particular de la luz de los estudiantes de grado undécimo.

En estos diagramas, se evidencia que los estudiantes señalan diferentes fuentes de luz, como la natural del sol, la luz artificial producida por un bombillo y el destello de luz producido por un rayo. Centrándonos en la actividad particular, se observa que los estudiantes enfocan su atención en la luz como una partícula proveniente de la fuente de luz, ya sea el destello de un rayo, un foco encendido o la luz del sol. En ambas representaciones, se percibe la luz como partícula. Sin embargo, es notable la diferencia entre las observaciones de los estudiantes para la Figura 5a, donde se destaca principalmente la fuente de luz, y para la figura 5b. donde se resalta no solo la fuente de luz, sino también el objeto y el objeto sensible que permite la visión.

Otro aspecto destacado en la figura 5b., es el sentido de direccionalidad de la luz que el estudiante comprende, donde se plantea un modelo en el cual la luz llega primero a los ojos y luego al objeto, permitiendo su percepción. Esta idea, es contraria a la concepción aceptada actualmente, según la cual la luz llega primero al objeto y luego a nuestros ojos. Estas dos ideas fueron debatidas en la antigüedad, desde la postura de Euclides con su teoría cómica de la luz, que sostenía que los ojos emitían luz hacia los objetos, similar a la representación hecha por el estudiante en la Figura 5b. Aunque este modelo no es aceptado en la actualidad, comprender por qué dejó de ser aceptado puede permitir una transición a una postura más sólida, mostrando el proceso y los motivos detrás de la construcción del conocimiento científico escolar, yendo más allá de una simple corrección en la dirección de la luz.

Otro aspecto relevante en los diagramas realizados por los estudiantes es la representación de la luz como una onda, como se observa la Figura 6.

Figura 6

Dibujos realizados por los estudiantes, la luz como una onda.

Figura 6a

Modelo ondulatorio de la luz (realizado por el estudiante con número de cartilla 15)

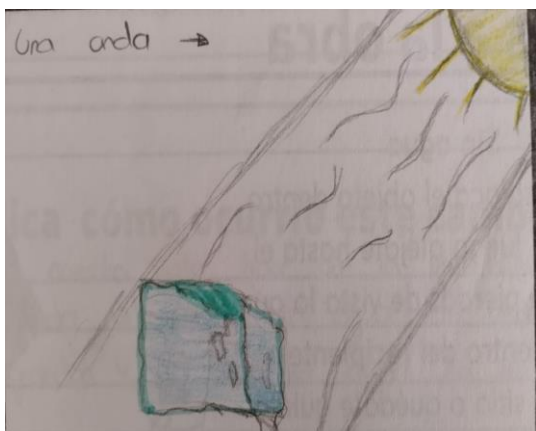
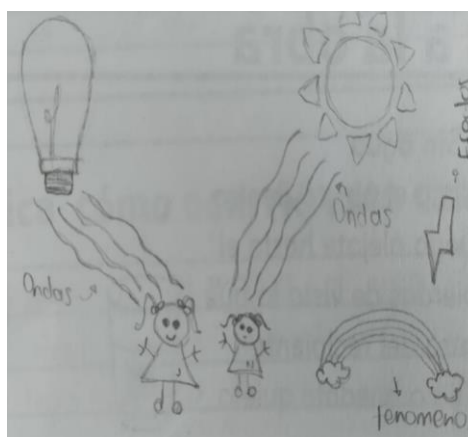


Figura 6b

Modelo ondulatorio de la luz (realizado por el estudiante con numero de cartilla 14)



Nota. Representación gráfica un modelo ondulatorio de la luz de los estudiantes de grado undécimo

Al igual que en los dibujos anteriores, están plasmadas las fuentes de luz, están pueden ser el sol o un foco; sin embargo, el modelo representativo de la luz es un modelo ondulatorio que, además, muestra ciertos efectos y fenómenos, como se puede apreciar en los diagramas expuestos. Se destaca una propiedad térmica, como se puede observar en la Figura 6 a, o la relación entre la luz y el arco iris, como se muestra en la figura 6b. Como se evidenció en la primera pregunta, los estudiantes ya tienen una noción de óptica desde la formalidad de los espacios académicos. En estos esquemas, la luz se representa como una onda, presumiblemente electromagnética, debido a sus características térmicas y la idea de difracción de la luz presente en el arco iris.

Aunque tanto el modelo corpuscular como el modelo ondulatorio son los más básicos al abordar el tema de la óptica en la escuela, se presentaron otros modelos explicativos de la luz, como el modelo onda/partícula desde la perspectiva de la mecánica cuántica, y otro al que se le dio el título de "modelo de energía". Como se evidencia en la **Figura 7**.

Figura 7.

Representaciones de la luz como energías realizadas por los estudiantes.

Figura 7a

Modelo de energía de la luz (realizado por el estudiante con número de cartilla 18)

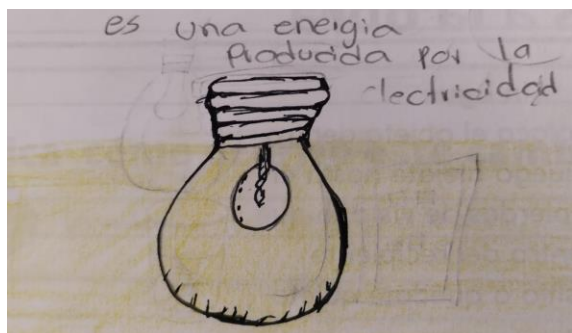
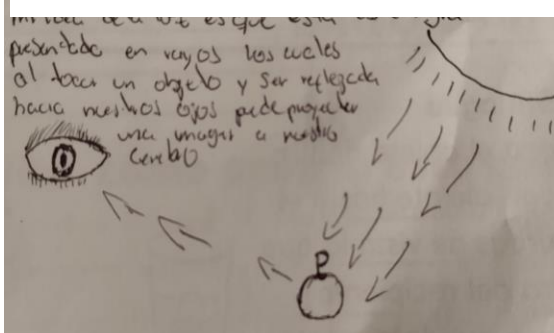


Figura 7b

Modelo de energía de la luz (realizado por el estudiante con número de cartilla 10)



Nota. Representación gráfica de un modelo de energía de la luz de los estudiantes de grado undécimo

En estos esquemas, se destaca la luz como energía producida por la electricidad o representada mediante rayos de luz, siendo, en este caso, la luz considerada como energía. Sin embargo, bajo el imaginario de los estudiantes y desde ambas perspectivas, es notable primero la identificación de la fuente de luz y la dirección de los rayos de luz, que intentan representar cómo se puede visualizar un objeto. Al indagar con los estudiantes que entendían la luz como energía, expresaron que esta tenía que ser energía porque es producida por la electricidad o el sol, como se muestra en la Figura 7 a, y al ser energía, no era posible ser representada. Para comprender la luz desde esta perspectiva, es necesario considerar el contexto de la institución, que tiene un enfoque hacia la ingeniería. Es común que los estudiantes asocien la luz con la energía, ya que esta es producida por fuentes de energía como la electricidad o el sol. Además, en actividades anteriores en las clases de tecnología y física, han trabajado con celdas solares.

Si bien la luz es una forma de energía, es importante tener en cuenta que no es un tipo de energía que se pueda almacenar como la electricidad, sino que se transmite a través de ondas electromagnéticas. Por lo tanto, aunque la percepción de la luz como energía producida por la

electricidad o el sol es un concepto válido, es fundamental comprender las diferentes facetas de la luz, su relación con la energía y cómo se manifiesta en la naturaleza y en nuestra percepción visual de los objetos.

En estos últimos diagramas de la Figura 8, se destacan principalmente las fuentes de luz, ya sea el sol o el foco, junto con un modelo representativo onda/partícula. Incluso en uno de estos esquemas, se representa la reflexión de la luz mediante el modelo particular de la misma (véase la figura 8 a). Es destacable cómo en esta representación de la reflexión de la luz, utilizando un modelo particular, se recurre a una representación común en la óptica geométrica, donde el ángulo de incidencia de la luz es igual al ángulo de reflexión. La profundidad de estas figuras muestra una comprensión más profunda del fenómeno a estudiar. Por ejemplo, si comparamos la figura 8c con la figura 7 a, aunque ambas representan un bombillo, la profundidad que se le da es diferente. En la figura 8c, se visualiza el objeto transmisor y se representan las partículas como objetos, lo que sugiere una comprensión más profunda en torno a la luz.

Trabajos como el de la figura 8d también muestran esta misma profundidad, ya que dibujan los tres elementos necesarios para ver que fueron mencionados en la pregunta uno. En este caso, se aprecia primero el dibujo del ojo, seguido del objeto y la fuente de luz que emite tanto ondas como partículas. Esto demuestra un interés de los estudiantes en torno a la luz. Por lo tanto, en la gran mayoría de los dibujos, los estudiantes logran evocar la idea de luz al ejemplificarla con el sol o un bombillo. Esto sugiere que tienen presente la noción de luz y su fuente. Al asociar los elementos con lo que conocen, se abren posibilidades para diversas reflexiones en torno al fenómeno, como se pudo apreciar en cada una de las representaciones. Este análisis permite reflexionar sobre la representación y comprensión de la luz por parte de los estudiantes en los diagramas analizados, revelando la diversidad de enfoques y perspectivas que pueden surgir al abordar un fenómeno aparentemente simple como la luz, incluso en un grupo homogéneo que ya ha estudiado óptica, las construcciones realizadas son de diferente orden.

Figura 8

Representaciones de un modelo onda/partículas realizadas por los estudiantes.

Figura 8a

Modelo onda/partícula de la luz (realizado por el estudiante con número de cartilla 9)



Figura 8b

Modelo onda/partícula de la luz (realizado por el estudiante con número de cartilla 7)



Figura 8c

Modelo onda/partícula de la luz (realizado por el estudiante con número de cartilla 19)

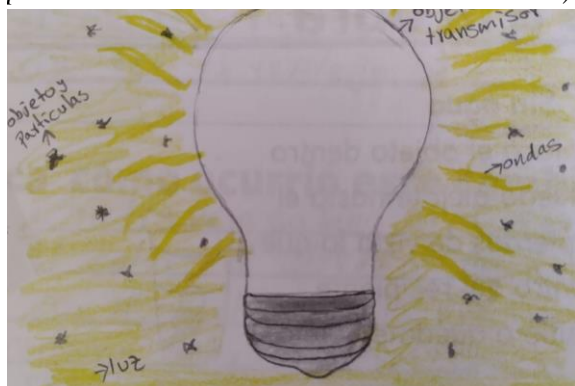
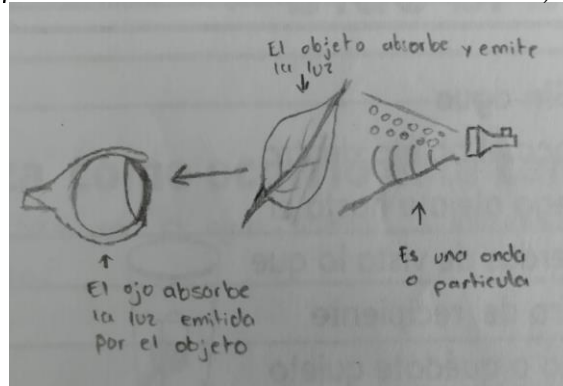


Figura 8d

Modelo onda/partícula de la luz (realizado por el estudiante con número de cartilla 6)



Nota. Representación gráfica de un modelo onda/partícula de la luz de los estudiantes de grado undécimo

Para concluir esta sesión, se llevó a cabo un montaje experimental sencillo con el objetivo de que los estudiantes verbalizaran, en base a su conocimiento teórico, una explicación al fenómeno presentado en el experimento, que trataba sobre la refracción. Los materiales utilizados fueron un vaso de plástico no transparente, una piedra de colores suministrada por el investigador (u otro objeto que no flotara) y agua. El experimento se dividió en dos etapas: en la primera etapa, se colocó el objeto dentro del vaso y se procedió a alejarse lentamente hasta un punto donde el objeto dentro del vaso ya no fuera visible, marcando dicho punto.

En la segunda etapa, se volvió a acercarse al vaso y se vertió agua en él. Luego, se repitió el proceso de alejarse lentamente hasta un punto donde el objeto dentro del vaso dejara de ser visible, marcando nuevamente dicho punto. Una vez finalizado el experimento, los estudiantes debían responder tres preguntas generadoras: ¿notaron algún cambio y, de ser así, ¿cuál fue? ¿qué papel juega la luz en esta situación? Y finalmente, ¿pueden explicar cómo ocurrió este cambio?

La primera pregunta tenía como finalidad que los estudiantes identificaran y describieran las diferencias observadas entre los dos momentos del experimento, con y sin agua. La segunda pregunta buscaba que los estudiantes relacionaran el fenómeno con la luz, y la tercera pregunta tenía como propósito que los estudiantes verbalizaran y explicaran el motivo por el cual el objeto se volvía visible al agregar agua.

En la primera pregunta, "¿Notaste algún cambio? ¿Cuál fue?", todos los estudiantes observaron un cambio en los dos momentos del experimento. Principalmente, verbalizaron que, al agregar agua, el objeto se volvía más grande o visible. Esto se puede apreciar en la siguiente respuesta: "Sí, cuando el vaso está vacío, el objeto se ve solo hasta cierto punto, pero al haber colocado el agua, aumentó de tamaño, su reflejo y se podía ver aún más" (Nota del estudiante en la cartilla 10). Sin embargo, esta no fue la única respuesta; algunas señalaron que, al sumergir el objeto en agua, este cambiaba de posición o se veía desplazado al verter el agua. Esta fue otra interpretación, como se muestra en la siguiente respuesta: "Cuando se vierte el agua, el objeto cambia de posición gracias a la entrada del agua y esta presión se encarga de desplazar el objeto de su lugar". Aunque fue una minoría, es posible que el estudiante, bajo su interpretación, infiriera que el cambio de posición es lo que afecta, sin que la luz tenga alguna participación.

En la segunda pregunta, los estudiantes destacaron principalmente la importancia de la luz junto con el agua, como se puede apreciar en la siguiente respuesta: "La luz juega un papel muy importante y al verter el agua genera una ilusión óptica haciendo que el objeto se vea más grande. En este caso, el agua también juega un papel importante". Sin embargo, las respuestas de este apartado también fueron utilizadas para intentar verbalizar por qué el objeto es visible. Como se muestra en la siguiente respuesta: "La luz, al interactuar con el agua, hace que cambie

un poco el ángulo del objeto, también viéndose más grande, por ello se alcanza a ver". Aunque en su mayoría verbalizaron la necesidad de la luz en el experimento, solo hubo un caso en el que se presentó una respuesta donde la luz no jugaba un papel trascendental: "En este caso, la luz no juega un papel, pero la óptica sí, ya que al agregar agua se ve el objeto". Al indagar sobre esta respuesta con el estudiante, consideraba que el estudio de la luz y la óptica eran dos campos diferentes. Como se puede ver en su respuesta, ella afirmaba desde sus conocimientos previos en óptica que el objeto era visible gracias a la refracción, y este era el campo de la óptica. Después de realizar la explicación que la óptica se encarga de estudiar el comportamiento y las propiedades de la luz, se evidenció una confusión que pueden tener los estudiantes al momento de relacionar lo visto en clase con algo fuera del mismo espacio.

En la tercera y última pregunta, al momento de explicar por qué es posible ver el objeto, los estudiantes recurrieron a palabras como refracción, reflexión, ángulo, ondas, posición, perspectiva, distorsión y tamaño en sus diversas respuestas. Algunos hicieron referencia a la refracción de la luz, como en la siguiente respuesta: "El agua refleja la luz a otro ángulo, haciéndolo más visible desde otra perspectiva". Otros estudiantes optaron por diferentes explicaciones, como el cambio en la posición del objeto debido al agua: "Cuando se introdujo el agua al vaso, se evidenció que el objeto había cambiado de posición y ahora se logra ver desde el mismo punto en el que antes no se veía". Otra respuesta fue en torno a un cambio de tamaño del objeto debido al agua: "Al verter el agua en el vaso con el objeto, se puede ver cómo aumenta de tamaño". Finalmente, hubo verbalizaciones de la explicación del experimento mediante la reflexión de la luz: "El ángulo de reflexión de la luz cambia cuando entra en contacto con el agua, lo que hace que se vea desde otro ángulo desde la perspectiva visual".

En resumen, las respuestas coincidieron en explicar cómo el agua y la luz interactúan para modificar la percepción visual de los objetos cuando se vierte agua en el vaso, destacando la importancia de estos elementos en el proceso de visualización. Palabras como reflexión, refracción y ángulo fueron destacadas en las respuestas de algunos estudiantes. Sin embargo, se evidenció cierta confusión entre reflexión y refracción de la luz, así como la diferencia entre sus formas de ejemplificar la misma luz mediante un modelo explicativo. A pesar de ser un grupo

homogéneo, se destaca la diversidad de pensamiento e interpretación de un fenómeno que a simple vista puede parecer sencillo.

4.3 Perturbemos las cosas

Durante esta sesión, se abordaron los dos principales modelos explicativos de la luz: la luz considerada como un objeto (partículas), propuesta por los atomistas como Platón y Demócrito, y una mirada ondulatoria, descrita como la perturbación de un medio, propuesta por Aristóteles. Estas son dos explicaciones de un mismo fenómeno que difieren entre sí. El objetivo de esta introducción era que el estudiante identifique cómo se crean modelos explicativos para un fenómeno abstracto como la luz, mostrando que existen múltiples maneras de interpretar y explicar un mismo fenómeno, en este caso, la luz.

Es crucial considerar las visiones filosóficas y culturales de quienes desarrollaron estos modelos, ya que reflejan cómo las diferentes concepciones del mundo influyen en la forma en que se explica un fenómeno natural. Al finalizar este recorrido histórico hasta Aristóteles, se planteó una pregunta que invita a reflexionar sobre las diferencias entre el modelo dinámico y el modelo particular propuesto sobre la luz. Los estudiantes destacaron principalmente las diferencias en torno a la propagación de cada modelo y la velocidad de la luz. Algunas de las respuestas más destacadas fueron: “El modelo de partículas dice que la luz tiene una velocidad finita y el modelo dinámico trata de que la luz se propaga instantáneamente y se necesita de un medio para propagarse” (respuesta cartilla 11); “Aristóteles decía que la luz se propagaba al instante” (respuesta cartilla 18); “Que el modelo dinámico se propaga de manera instantánea y necesita un medio para propagarse, mientras que el modelo particular se refleja en pequeñas figuras geométricas” (respuesta cartilla 9). Se hace evidente que algunos estudiantes mencionan aspectos relacionados con la teoría, como la diferencia entre la velocidad finita e instantánea en los modelos, la necesidad de un medio para la propagación en uno de ellos, y la representación en figuras geométricas en el modelo particular.

Sin embargo, también se observan respuestas incompletas o contradictorias en las afirmaciones de algunos estudiantes, lo que sugiere una comprensión parcial o confusa de los

conceptos. Por ejemplo, se presenta la siguiente respuesta de un estudiante que deja incompleta la idea: "En el modelo dinámico la luz necesita un medio para la propagación de la luz sea instantánea y en el... (respuesta cartilla 6)". Aunque la idea del estudiante concuerda con lo trabajado en la cartilla, en relación con la necesidad de un medio de propagación de la luz y la velocidad instantánea en el modelo dinámico propuesto por Aristóteles, es evidente que falta un contraste para diferenciar el modelo particular del modelo dinámico al no cerrar la idea. También se presentaron casos donde se observan ideas contradictorias en torno a los modelos explicativos de la luz, tales como: "El modelo particular dice que las partículas se mueven a una velocidad finita, mientras que el modelo dinámico se mueve en el vacío (respuesta cartilla 1)" y "El modelo particular menciona que las partículas se mueven a una velocidad finita mientras que el otro se mueve en el vacío (respuesta cartilla 2)". En estos casos, se evidencian ciertas confusiones sobre el medio de propagación de la luz. Aunque la interpretación de la velocidad de la luz está en línea con lo trabajado en la cartilla, surge confusión en relación con el medio de propagación de la luz, relacionando la idea de vacío con el modelo dinámico, lo que resulta en dos ideas contradictorias. Una de las dificultades en la aceptación del modelo particular era la necesidad de la propagación de la luz en el vacío, ya que la idea de vacío resultaba inconcebible bajo la perspectiva de Aristóteles, quien propuso un medio de propagación sutil que más tarde se establecería como el éter lumínico.

A pesar estas situaciones, es evidente que la mayoría de los estudiantes muestra un entendimiento adecuado de los conceptos relacionados con los modelos de propagación de la luz. La mayoría de las respuestas reflejan una comprensión básica de las diferencias entre los modelos particulares y dinámicos, haciendo hincapié en aspectos como la velocidad finita e instantánea, la necesidad de un medio para la propagación en uno de los modelos, y la representación a través de figuras geométricas en el modelo particular. Esto sugiere que la contextualización histórica ha permitido que los estudiantes incorporen a sus argumentaciones conceptos sobre los modelos de propagación de la luz.

4.4 Descartes, el plenum y el regreso de las partículas

Durante este momento de la estrategia didáctica se presentan varios experimentos diseñados para trabajar los fenómenos de reflexión y refracción de la luz, siguiendo la perspectiva histórica presentada en la cartilla. Se exploraron los principios de la óptica geométrica según Descartes y sus contribuciones al entendimiento del fenómeno lumínico desde una perspectiva ondulatoria. Además, se abordó el modelo particular de Pierre Gassendi, influenciado por la demostración del vacío de Torricelli, y se concluyó con los aportes de Robert Hooke al modelo ondulatorio de la luz. Dada la cantidad de información, se optó principalmente por trabajar los aspectos histórico-teóricos, observando cómo las ideas evolucionan y se entrelazan desde diferentes perspectivas. Por ejemplo, Descartes retoma el modelo ondulatorio de Aristóteles, mientras que Gassendi se inspira en las ideas de Demócrito. Después de abordar estos aspectos históricos, se procedió a trabajar en el aspecto experimental, ya impregnados de todo el contenido teórico previo.

El primer montaje experimental tuvo como objetivo proporcionar una visualización directa de la refracción de la luz y la formación de sombras al interactuar con el agua en un recipiente transparente. Este experimento sencillo, en cuanto a sus materiales, consta de un recipiente transparente, agua, una fuente de luz y una pantalla blanca (Figuras 9 a 9b). Durante este montaje, los estudiantes respondieron a dos preguntas ¿Qué observas?, - buscaba que los estudiantes examinen cuidadosamente el fenómeno y describan los cambios que perciben – ¿Cómo explicas lo que observas? - desafía a los estudiantes a relacionar sus observaciones con el desarrollo teórico, lo cual implica explicar su comprensión conceptual para dar sentido a los fenómenos ópticos presentes en el experimento -.

Figura 9

Imágenes del montaje experimental realizado por los estudiantes de grado undécimo

Figura 9 a



Figura 9b



En respuesta a la primera pregunta del montaje experimental, "¿Qué observas?", la mayoría de los estudiantes comentaron sobre la refracción, las sombras y el comportamiento de la luz al interactuar con el agua y el recipiente. Algunas de las respuestas fueron "Observamos una refracción, ya que, al colocar una luz en el exterior del vaso, esta se corta debido al agua, creando penumbra" (respuesta cartilla 1). "Cuando la luz entra en el circuito, esta hace que la sombra del agua se intensifique, pero no de manera convencional, ya que refleja el agua transparente fuera del vaso" (respuesta cartilla 5). "Un haz de luz y la sombra del vaso" (respuesta cartilla 6). "Observamos una refracción en el agua a partir de la luz reflejada por el medio del agua y del vaso" (respuesta cartilla 12). Estas respuestas son las esperadas del montaje experimental.

Sin embargo, hubo casos donde el análisis de algunos estudiantes se centró en otros aspectos del experimento, como la visualización de la perturbación del agua, visible mediante el experimento. "Observamos cómo se forman y se observan las ondas a través de la luz en el agua" (respuesta cartilla 8). "Se observa que al momento en que la luz atraviesa el recipiente con agua, esta perturba el líquido" (respuesta cartilla 15). "Se puede observar cómo se forman las ondas en el agua a través de la luz" (respuesta cartilla 19). Estas observaciones se debieron principalmente a la diferencia en el enfoque de la observación del experimento. Un mismo experimento puede tener diferentes análisis, como se puede observar en las respuestas de los estudiantes. Estas observaciones fueron realizadas principalmente por estudiantes que tenían mesas inestables al realizar el experimento. Al moverse la mesa, se perturbaba el líquido y ellos se enfocaron en analizar esta perturbación.

A pesar de estas variaciones, se puede identificar un patrón en el conjunto de las respuestas de las cartillas. Se presentan ciertas observaciones sobre la refracción de la luz, la formación de sombras y ondas al interactuar con el agua en un recipiente transparente. Estas respuestas indican una cierta apropiación de los conceptos ópticos trabajados, el cual se manifiesta mediante el lenguaje y las explicaciones que dan sobre el hecho.

En cuanto a la segunda pregunta del montaje experimental, "¿Cómo explicas lo que observas?", los estudiantes ofrecieron varias explicaciones en relación con lo visualizado en el experimento. Se identifica un patrón común en estas respuestas, especialmente en relación con la refracción de la luz al interactuar con el agua en el experimento. Muchos estudiantes mencionaron la refracción de la luz al cambiar de medio, específicamente al pasar del aire al agua, lo que demuestra una comprensión del fenómeno. Se presentan respuestas similares en cuanto a la asociación de la refracción de la luz con la observación de patrones visuales, como las ondas, que resultan de la interacción de la luz con el agua cuando esta se perturba. Estas respuestas ratifican lo enunciado anteriormente: "La luz al pasar del aire puede experimentar un cambio de dirección, conocido como refracción, porque la velocidad de la luz varía al pasar de un medio a otro" (respuesta cartilla 1). "Sirve como reflexión y refracción, ya que se refleja de una manera diferente la refracción, porque refleja un tono transparente y se refracta en base a la dirección de la luz" (respuesta cartilla 5). "La luz se refracta con el agua y hace que podamos observar las ondas" (respuesta cartilla 8).

Las respuestas de los estudiantes muestran una relación con la refracción de la luz al pasar de un medio a otro, en este caso, del aire al agua, así como la asociación de este fenómeno con la formación de patrones visuales y la refracción de la luz en el experimento. En cuanto al experimento, los estudiantes logran captar los conceptos "básicos" de refracción y reflexión, otorgando un sentido propio a sus explicaciones en torno a una experiencia.

El segundo montaje involucró a los estudiantes observando burbujas de jabón iluminadas con luz blanca. Esta experiencia despertó la curiosidad de los estudiantes, centrándose especialmente en los colores en las burbujas. Al igual que en el montaje anterior, los estudiantes tuvieron que

responder las mismas preguntas: ¿Qué observas?, ¿Cómo lo explicas? y ¿Qué modelo de luz usarías para explicar lo observado?

En la primera pregunta, la mayoría de los estudiantes mencionaron la observación de fenómenos ópticos como la refracción, reflexión y difracción de la luz, destacando especialmente los patrones de color presentes en las burbujas. Por ejemplo: "Observamos que la luz se refleja, difracta y se refracta en base al agua y a las burbujas", "Al proyectar luz en las burbujas, se reflejan colores como el arcoíris", "Podemos observar que, al contacto con la mezcla y el aire, se forman burbujas. Al incluir la luz, se observa que la superficie de las burbujas muestra diferentes colores", "Se observa cómo la luz se refleja en el agua disuelta en el jabón y cómo esto hace que en las burbujas podamos ver diferentes colores". Cada respuesta de los estudiantes presenta una estructura coherente y profunda, utilizando términos como "observo que" o "se observa cómo", seguido de una descripción del fenómeno observado, en algunos casos relacionándolo con experiencias previas, como el arcoíris con los patrones de colores en las burbujas de jabón. Aunque la experiencia puede parecer simple (Figuras 10 a, 10 b, 10 c) despertó el interés de los estudiantes, los cuales hicieron muchas preguntas, llevaron a cabo varios montajes y se organizaron en grupos de manera orgánica. Esto demuestra cómo la observación de estos fenómenos invita al asombro por la belleza de la naturaleza, cultivando una actitud curiosa y un sentido de admiración hacia el mundo que nos rodea.

Figura 10

Imágenes del montaje experimental burbujas de jabón, realizado por los estudiantes de grado undécimo

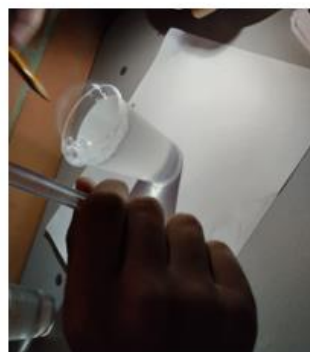
Figura 10 a



Figura 10 b



Figura 10 c



En la segunda pregunta los estudiantes en respuestas abordan conceptos como la reflexión, refracción, difracción de la luz y la interacción de la luz con las burbujas. Algunos ejemplos son: “Sucedan tres fenómenos: 1. Difracción, que genera los colores en las burbujas. 2. Refracción, que divide los ángulos de luz en las burbujas. 3. Reflexión, que refleja el punto inicial de luz” o “La luz blanca que proyecta el celular hacia el vaso con agua y las burbujas hace que la luz se refleje en los colores del arcoíris” o “Aquí la luz de hecho cambia su ángulo, dependiendo de su origen, pero también demuestra con las burbujas unos colores. Por lo tanto, la luz se refleja de manera diferente, da colores a las burbujas y se refracta dependiendo del ángulo”. Estas respuestas muestran la variedad en la interpretación y comprensión del fenómeno observado por cada estudiante, expresando su punto de vista de manera única, lo que permite afirmar la diversidad en los enfoques. Aunque algunas respuestas pueden contener errores o imprecisiones, es evidente que los estudiantes intentan aplicar conceptos físicos para explicar lo que observan, y estas palabras son cada vez más presentes en el discurso a la hora de explicar los fenómenos ópticos.

En cuanto a la tercera y última pregunta, todos los estudiantes expresan preferencia por un modelo de luz dinámico u ondulatorio. Estas experiencias, mediante el estudio de la historia de la óptica, brindan una oportunidad para enriquecer el aprendizaje de los estudiantes, estimular su curiosidad y desarrollar habilidades científicas clave como la observación, el análisis y el pensamiento crítico. Todo esto contribuye a una alfabetización científica fundamentada en las bases históricas y conceptuales de la física, lo que tiene el potencial de permitirnos explorar el mundo que nos rodea de manera más detallada, profunda y significativa, dejándonos maravillados por la belleza de la naturaleza.

4.5 Las ideas particulares de Newton

Después de abordar las ideas ondulatorias de Robert Hooke, se inició la mirada corpuscular de Newton, estableciendo el interés de este personaje por la óptica. En este apartado, se realizó un montaje experimental común, conocido como la rueda de Newton, que buscaba promover la curiosidad de los estudiantes y, a su vez, trabajar en la comprensión de la descomposición de la luz blanca, una de las grandes propuestas de Newton. Después de realizar el experimento, los

estudiantes debían responder tres preguntas sobre la experiencia. ¿Qué esperabas ver al empezar a girar el círculo de colores? Algunos estudiantes respondieron que esperaban ver un color negro o que se vería parcialmente cada color: “esperaba ver una oscurecencia (respuesta cartilla 1)”, “pensaba que todos los colores se combinarían pero esperaba ver negro (respuesta cartilla 4)” y “anticipaba ver un gris como cuando se mezclan varios colores de plastilina (respuesta cartilla 9)”. Al analizar estas respuestas, se destaca cómo las ideas previas, como la interacción con la plastilina, influyeron en lo que los estudiantes esperaban ver en el montaje experimental. Sin embargo, hubo una minoría que expresó que esperaban ver el color blanco, influenciados por lo que habían visto en redes sociales: “yo ya sabía que se vería blanco (gracias a TikTok) (respuesta cartilla 12)” o “que al girar la rueda se vería blanco (respuesta cartilla 13)”. Se evidencia cómo las expectativas de los estudiantes están influenciadas por experiencias previas, tanto en el caso de quienes esperaban ver un color negro como de quienes esperaban ver un color blanco. En la Figura 11 se muestra a los estudiantes realizando la construcción del disco de Newton.

Figura 11

Elaboración de la rueda newton hecha por los estudiantes de grado undécimo



En atención a la pregunta ¿Qué observaste realmente cuando el círculo de colores comenzó a girar a gran velocidad? los estudiantes expresaron asombro al ver cómo el círculo parecía volverse de color blanco o rosa pálido. Por ejemplo, dijeron: “al principio vi un rosa intenso, pero luego este pasó a ser un blanco brillante”, “se veía blanco” o “se vio un color rosado”. Esta

experiencia les permitió además de divertirse, comprender cómo los colores forman parte del espectro de luz.

La tercera y última pregunta de este apartado tenía como objetivo fortalecer palabras complejas en el léxico científico. Por lo tanto, al trabajar con Newton, era necesario hablar de corpúsculos. Se les preguntó a los estudiantes: ¿Para ti, ¿qué es un corpúsculo? Casi todos los estudiantes respondieron que un corpúsculo es una partícula, haciendo uso de la cartilla para responder esta pregunta y subrayando su definición.

4.6 Huygens, Young, Las ondas y la doble rendija

Las actividades en este último apartado de la cartilla tenían la intención de reforzar los conceptos trabajados en la implementación, con un enfoque dirigido principalmente a darle un cierre a la historia de la luz hasta el siglo XVIII, destacando el experimento de la doble rendija como una forma de mostrar las propiedades ondulatorias de la luz. Este momento se caracterizó por dos actividades, el refuerzo de los conceptos de reflexión, refracción y difracción de la luz, así como la reflexión en torno a las ventajas y desventajas tanto del modelo particular como del ondulatorio.

De acuerdo con una imagen se preguntaba cuál era el fenómeno físico que se representa ¿Qué nombre se le da a este fenómeno físico? Casi la totalidad de los estudiantes contestó de manera correcta: refracción, reflexión y difracción. La diferencia más destacable se encuentra en la pregunta dos de la página 30 de la cartilla ¿Cómo lo explicas? Algunas de las respuestas que sobresalen son: “este fenómeno se da porque la luz cambia del aire al agua, esto se da porque la luz se refleja en el objeto, cuando la luz pasa de un medio a otro con una densidad óptica” o “cuando la luz entra en contacto con el agua hace que el objeto sumergido cambie de ángulo, la luz, al ser partícula u onda, permite que rebote en las paredes del objeto, y al salir del otro lado, se ve cómo se divide en colores”. Si bien estas respuestas no fueron tan precisas, es positivo notar que los estudiantes muestran cierto nivel de comprensión sobre cómo la luz interactúa al cambiar de medios y cómo esto afecta su trayectoria. Además, extienden sus explicaciones del

fenómeno, evidenciando que han establecido una conexión entre los conceptos teóricos aprendidos sobre la luz y su aplicación práctica en situaciones concretas.

La última pregunta de la sesión fue ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del modelo ondulatorio y particular? en este apartado la diversidad explicativa de los estudiantes salió a relucir, algunos reforzaron una perspectiva desde la dualidad onda partícula relacionado la mirada particular como una explicación al efecto fotoeléctrico destacando en sus análisis la comparación de los modelos ondulatorio y particular en términos de su capacidad explicativa y sus limitaciones, esto sugiere un entendimiento sobre los conceptos. A continuación, se presentan las respuestas más destacadas de los estudiantes en la Tabla 2

Tabla 11

Respuestas de los estudiantes ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del modelo ondulatorio y particular?

Número de cartilla	Respuesta dada por el estudiante
1	modelo particular: se propaga con él con mayor velocidad en medios más densos, ventaja: se explica más fácil la reflexión y la refracción modelo ondulatorio: es difícil de abstraer, se puede explicar mejor los fenómenos
4	Modelo particular: explica como la reflexión y la refracción de la luz de manera más directa 2) ayudo a comprender efectos como el fotoeléctrico, que respaldado por la teoría cuántica. Desventajas: no explica adecuadamente fenómenos como la interferencia y la difracción de la luz. no justifica la naturaleza de las ondas luminosas, lo que se abordó con el modelo ondulatorio
9	Modelo particular: es más fácil de entender, no logra representar la velocidad de la luz Modelo ondulatorio: si logra representar la velocidad de la luz, es más complicado de explicar una perturbación
11	Modelo particular: la ventaja que tiene es que se explica mejor la reflexión y la refracción la desventaja es que debe perder masa y esto no se había observado Modelo ondulatorio: es complicado de imaginar
19	Modelo particular: es más fácil de entender ya que uno lo entiende como una partícula o una pepita Modelo ondulatorio: es difícil de entenderlo ya que es complicado cómo funciona las perturbaciones

Para entender los motivos de los estudiantes a escribir este tipo de respuestas, es importante destacar que, al finalizar la lectura en este último apartado, hicieron preguntas, como por qué se define la luz como una onda electromagnética o qué es el fotón. Esto sugiere que la experiencia con la cartilla ha logrado incentivar la curiosidad de los estudiantes, ya que sus intereses por el tema han generado dudas sobre el éter lumínico y su relación con Einstein, la idea de fotón y la interpretación de la luz como una onda electromagnética.

Es preciso señalar que, si bien el trabajo con la cartilla se limita hasta el siglo XVIII debido a la complejidad de abordar todos los referentes históricos en torno al estudio de la luz, representa un buen punto de partida, los estudiantes gracias a este contexto han logran una transición orgánica hacia conceptos complejos, como la dualidad onda-partícula y el cambio conceptual que significó estas ideas para la comunidad científica. De esta manera, se presenta la ciencia como un proceso que evoluciona a lo largo del tiempo, permeado por la sociedad y la cultura.

4.7 Cierre de la experiencia didáctica

En la última sesión, se aplicó un cuestionario a los estudiantes con el objetivo de evaluar diversos aspectos del proceso de aprendizaje y comprensión sobre la luz. Cada pregunta se enfocó en aspectos específicos para obtener retroalimentación de los estudiantes, con un total de nueve preguntas. Al finalizar, los estudiantes debían realizar una línea de tiempo ubicando a los autores trabajados en la cartilla junto con un dibujo que representara su idea actual sobre la luz.

En la primera pregunta ¿Cuál era tu comprensión previa sobre la luz antes de iniciar tu trabajo con la cartilla? varios estudiantes mencionaron que su comprensión previa era limitada a conceptos simples y desconocían aspectos más profundos y detallados relacionados con la luz. Se destaca la sorpresa de muchos al descubrir la complejidad y la historia detrás del tema de la luz una vez que adquirieron nuevo conocimiento a través de la cartilla.

La segunda pregunta ¿Esta comprensión cambió o se reforzó de alguna manera al trabajar con la cartilla? Los estudiantes al contestar esta pregunta principalmente mencionaron que su comprensión sobre la luz se vio reforzada y ampliada gracias a la actividad realizada con la cartilla. Expresan en sus propias palabras que su conocimiento sobre el tema se incrementó

significativamente, varios de ellos destacan que las actividades realizadas los motivó a investigar más sobre el tema. En general, se puede concluir que las actividades con la cartilla tuvieron un impacto positivo en la comprensión y curiosidad de los estudiantes respecto al objeto de estudio.

Como investigador es alentador ver cómo la actividad con la cartilla logró despertar el interés y ampliar el conocimiento de los estudiantes, fomentando la curiosidad sobre el tema.

La tercera pregunta ¿Consideras que la inclusión del contexto histórico te resultó útil para tu proceso de aprendizaje de la luz? muestra cómo la actividad realizada impactó positivamente en la comprensión y curiosidad de los estudiantes sobre el tema. Algunas conclusiones generales que se pueden extraer de estas respuestas son que expresaron que la actividad los motivó a investigar más sobre la luz y su relación con nosotros, lo que indica un interés renovador en el tema. También expresan que experimentaron un aumento en su conocimiento y/o comprensión sobre el tema de la luz después de realizar la actividad con la cartilla.

En la cuarta pregunta ¿Cuáles fueron los conceptos o aspectos de la luz que más te interesaron o llamaron la atención mientras completabas la cartilla? los estudiantes expresaron en sus respuestas que encontraron la investigación de la historia de la luz muy útil e interesante, lo que indica que el contenido de la cartilla fue bien recibido y logró captar su atención, señalaron la importancia de conocer los antecedentes y argumentos de las hipótesis para tener conceptos más sólidos, lo que sugiere que la cartilla proporcionó una base sólida para su aprendizaje también expresaron en términos de valoración positiva la forma en que se presentó la información, indicando que les resultó fácil comprender y asimilar el contenido mientras leían, en general, las respuestas de los estudiantes reflejan una recepción positiva de la implementación de la cartilla que trabajó la historia de la óptica.

La quinta pregunta, ¿Qué secciones o actividades de la cartilla encontraste más interesantes?, revelan un interés generalizado en conocer los diferentes modelos de la luz y su evolución a lo largo del tiempo. Esto refleja la curiosidad de los estudiantes por comprender cómo el desarrollo de las teorías ópticas ha impactado el contexto social y cultural. En sus propias palabras, expresan su fascinación por los modelos y ejemplos presentados en la cartilla, lo que sugiere que

la visualización de casos concretos les ayudó a comprender mejor los conceptos relacionados con la óptica.

En cuanto a la sexta pregunta, ¿Hubo partes de la cartilla que encontraste confusas o difíciles de entender? ¿Puedes proporcionar ejemplos?, los estudiantes destacan la diversidad de actividades que les resultaron atractivas y educativas al abordar la historia de la óptica a través de la cartilla. Entre las actividades mencionadas se encuentran la rueda de Newton, la teoría de Platón y Demócrito, el armado del tetraedro y el uso de agua y jabón en experimentos. Estos aspectos despertaron el interés de los estudiantes y demostraron su compromiso con los contenidos presentados. Además, resaltan el agrado por el uso de recursos como crucigramas, laberintos y anagramas, lo que sugiere que la variedad de enfoques didácticos fue valorada por los estudiantes.

En respuesta a la séptima pregunta, ¿Consideras que la cartilla contribuyó a tu comprensión general sobre la luz?, los estudiantes expresan que el contenido de la cartilla fue sencillo de entender, bien explicado y claro. Esto indica que la cartilla proporcionó información de manera accesible y comprensible para ellos. Algunos estudiantes también mencionaron que la guía del profesor facilitó su comprensión, lo que implica que el apoyo adicional contribuyó a aclarar conceptos y resolver dudas. Si bien algunos estudiantes expresaron confusiones iniciales, en general, la mayoría no encontró secciones confusas o complicadas de entender en la cartilla. Esto indica que la presentación y explicación general del contenido fue efectiva para la mayoría de ellos.

En la octava pregunta ¿Qué sugerencias o recomendaciones tienes para mejorar la cartilla en términos de claridad y efectividad? tiene como objetivo ver desde la perspectiva del estudiante si el uso de la cartilla contribuyó en algo en su formación, varios estudiantes mencionaron que la cartilla les enseñó mucho y completó sus ideas sobre las teorías de la luz, en otros casos, la mayoría de los estudiantes que mencionaron no tener conocimientos previos sólidos sobre el tema mencionaron que la cartilla les ayudó a reforzar su comprensión acerca de la luz, lo que demuestra que el material fue útil para construir una base de conocimientos sobre el tema, por último, algunos estudiantes mencionan que la presencia de partes interactivas en la cartilla, como

juegos y experimentos, es positiva ya que desde su perspectiva facilito la comprensión de la luz de una manera más práctica y dinámica.

La novena pregunta Tenía como objetivo ver las recomendaciones los estudiantes algunos estudiantes sugirieron que se utilice un método de encuadernación más efectivo para evitar que las hojas se suelten otra recomendación común fue agregar más color al contenido, especialmente en las imágenes, para hacerlo más atractivo y facilitar la visualización de los conceptos presentados en general las recomendaciones son dirigidas a hacia lo estético, las recomendaciones para mejorarla se centran en aspectos visuales, interactivos y prácticos que podrían hacerla aún más efectiva en términos de claridad para los estudiantes.

La novena y última pregunta ¿Cómo te sientes acerca de tu nivel de comprensión actual sobre la luz después de trabajar con la cartilla? Los estudiantes expresaron haber adquirido conocimiento y curiosidad sobre el tema de la luz a través de la cartilla, varios mencionaron haber adquirido más conocimiento, lo cual les agrada, los estudiantes en sus palabras también mencionan que perciben una mejora en la capacidad de explicar el fenómeno de la luz y su historia.

En conclusión, las respuestas de los estudiantes al interactuar con la cartilla que aborda la historia de la óptica reflejan que desde la percepción de los estudiantes ellos notan un aumento en su conocimiento y curiosidad sobre el tema de la luz. Los participantes expresaron satisfacción con los nuevos aprendizajes adquiridos y percibieron una mejora en su capacidad para explicar el fenómeno de la luz y su historia. Estos resultados sugieren que la cartilla logró su objetivo de fortalecer la comprensión de los estudiantes y proporcionarles herramientas para comunicar de manera efectiva asumible desde la variedad de respuestas positivas expresadas por los estudiantes señala un impacto significativo y favorable del material educativo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes en relación con el estudio de la óptica mediante la historia de la ciencia como un recurso didáctico.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En este apartado se presentan las conclusiones que se alcanzan con la realización de una experiencia didáctica que tiene por objetivo *analizar el papel de la historia en la construcción de conocimiento científico escolar a través de la implementación de una estrategia didáctica para estudiantes del grado undécimo del Colegio Julio Garavito Armero IED*. Esta primera aproximación a un ejercicio de investigación le permitió al maestro en formación la reflexión constante sobre los procesos de enseñanza y la manera como se asume la didáctica en la enseñanza de la física. En este sentido, se considera pertinente organizar las conclusiones sobre el alcance más significativo, que, según el autor, se alcanza en los estudiantes, la pregunta de investigación, los objetivos, el marco teórico, la estrategia didáctica, el material diseñado y los resultados de la implementación.

El impacto de esta experiencia didáctica, centrada en la historia de la óptica, se refleja en la expresión verbal de los estudiantes, quienes muestran un enriquecimiento en su proceso educativo. Este aporte es evidente en las respuestas de los estudiantes respecto a la valoración general de la experiencia. Al proporcionar un sólido contexto histórico que fortalezca la comprensión de los conceptos ópticos y estimule el interés en esta área del conocimiento, este enfoque contribuye de manera práctica a promover una formación integral y crítica en los estudiantes. Los estudiantes de la institución consideran que es necesario vincular estos elementos a los procesos de aprendizaje, pues les permite llevar una trazabilidad en la forma como se han configurado las explicaciones a lo largo de la historia, encontrando que muchas de ellas hacen parte de la propia experiencia, pero, que se han ido transformado para consolidar explicaciones más robustas debido a los avances y uso de instrumentos para hacer observaciones más rigurosas.

Abordando la pregunta de investigación: "¿Cómo contribuye el uso de la historia en la construcción del conocimiento científico escolar al estudiar el fenómeno de la luz?" es relevante considerar cómo el análisis de la experiencia didáctica revela la influencia de la historia en el aprendizaje de la óptica, mostrando una serie de beneficios significativos que trascienden la mera

adquisición de conceptos científicos. El uso de la historia como recurso didáctico en el estudio de la luz no solo enriquece la experiencia educativa, sino que también promueve una comprensión más profunda y crítica de los principios ópticos. Al introducir aspectos históricos y filosóficos en la enseñanza de la ciencia, se fomenta una formación ciudadana en ciencias, ya que despierta una conciencia científica (Morales, 2015, p.26), estimulando así el interés y la participación de los estudiantes en la construcción del conocimiento científico escolar y fortaleciendo su formación integral y crítica en este campo del saber. Es importante, resaltar que esta – el uso de la historia - se convierte en una estrategia que despierta el interés de los estudiantes, la información que se suministra, acompañada de un conjunto de actividades, les permite hacerse una idea que la enseñanza de la física, no solo se basa en el seguimiento de una modelización matemática, sino que las explicaciones del mundo se realizan a través de organizaciones lógicas del pensamiento, que el ser humano coloca en escena, como una forma de explicar lo que sucede en la cotidianidad. Finalmente, se considera que se requieren estos momentos en la formalización de la construcción de conocimiento, que le permita a los estudiantes ver la ciencia desde una perspectiva más humana, para generar con ello, una visión más práctica y real de las disciplinas.

El abordar el objetivo general de la investigación, se puede afirmar que la experiencia de integrar la historia en el estudio de la óptica ha enriquecido el proceso de aprendizaje de los estudiantes de décimo grado del Colegio Julio Garavito Armero. A través de esta estrategia didáctica, se ha evidenciado que la contextualización histórica de los conceptos ópticos no solo fortalece la comprensión de la ciencia, sino que también promueve una visión crítica y reflexiva de los principios científicos. Los estudiantes han podido apreciar la importancia de conocer la evolución de las ideas científicas y han destacado cómo esta aproximación histórica ha enriquecido su formación académica y su visión sobre el mundo que les rodea, teniendo en cuenta los aportes finales del capítulo cuatro. En definitiva, la inclusión de la historia en la construcción del conocimiento científico escolar ha generado un impacto positivo en los estudiantes, fomentando una apreciación más profunda y significativa de la ciencia en su contexto histórico y social.

Es relevante abordar la construcción del marco teórico, ya que establece el hilo conductor de la cartilla. Fue fundamental construir una línea de tiempo que incluyera a diversos autores

destacados. Se procuró mantener una secuencia temporal clara que mostrara la relación entre los diferentes autores en cuanto a sus ideas y perspectivas sobre el mundo, resaltando cada contribución significativa al modelo explicativo que intentaban respaldar. Es esencial demostrar a los estudiantes cómo evolucionan las ideas científicas y cómo, a través de pequeñas contribuciones, se va construyendo un campo explicativo tan complejo y rico como el de la luz.

La metodología de investigación cualitativa y de acción empleada en este estudio ha demostrado ser una herramienta pertinente para abordar las dinámicas educativas en el aula de clase, especialmente en el contexto del aprendizaje de la óptica. A través de la reflexión, la recolección de datos, la planificación y aplicación de acciones innovadoras, se logró abordar de manera significativa los conceptos ópticos, lo que permitió un enfoque más profundo y enriquecedor en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En cuanto a la estrategia, utilizar la historia del concepto de la luz en la enseñanza de la física no solo hace que el aprendizaje sea más significativo y atractivo para los estudiantes, sino que también promueva una comprensión más profunda y crítica de los principios físicos involucrados. De este modo se pueden reconocer los diferentes modelos y teorías que se han propuesto para establecer una visión más moderna. Aporta en la toma de decisiones, pues ayuda que el estudiante analice la información brindada, evalúe los argumentos y manifieste sus posturas. Otro aspecto, es que los estudiantes logran hacer visible motivación e interés por estudiar el contexto en los que emergen los conceptos físicos, haciéndolos más relevantes y atractivos.

El uso de una cartilla es una guía que no solo beneficia a los estudiantes, sino al maestro que acompaña el proceso. Esta permite hacer el registro de los interrogantes que le surgen a los estudiantes y ser consciente de la manera como los sujetos van asimilando la nueva información. El abordar los temas históricos en compañía de lecturas, experimentos y cuestionamientos, permite identificar la comprensión de los estudiantes e ir adaptando estrategias didácticas y pedagógicas que fomenten la reflexión y el pensamiento crítico, asimismo, se convierte en una herramienta que pueden utilizar otros maestros que se encuentren interesados en enseñar el concepto de la luz, desde una perspectiva histórica.

5.2 Recomendaciones

Es importante reconocer que la cartilla es una parte integral de la experiencia didáctica; sin embargo, no se debe pasar por alto la relevancia del rol del docente en la interacción con los estudiantes y en la implementación efectiva de las secuencias de aprendizaje. La colaboración entre la cartilla y la guía activa del docente resulta esencial para garantizar un proceso educativo enriquecedor y significativo.

Al extender las recomendaciones sobre la cartilla, es necesario tener presente que, en términos de calidad, preferiblemente el documento esté a color. Esto se debe a que es fundamental que la cartilla sea visualmente atractiva y estimulante para los estudiantes. El uso del color puede facilitar la comprensión de los conceptos y mejorar la retención de la información al hacerla más visible. Dado que la elaboración de la cartilla misma es bastante colorida, este aspecto contribuiría aún más a su impacto visual.

Dada la interacción de la cartilla con el estudiante y que en su diseño se incluye el diálogo con los estudiantes, es pertinente que la cartilla esté contextualizada y presente la información de manera relevante y significativa para los estudiantes. Debe conectar los contenidos con su entorno, experiencias y necesidades educativas para maximizar su efectividad como herramienta de aprendizaje.

Este trabajo de investigación se convierte en un aporte a las reflexiones alcanzadas en la línea de profundización Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias: Enfoques didácticos, en la medida que a través de ejercicios de investigación se consolida un conocimiento particular sobre lo que implica la didáctica de la física en contextos específicos, profundizando en metodologías, conocimientos y perspectivas de cómo enseñar. Se consolida en este sentido, una reflexión que se construye desde la práctica pedagógica en los que se le asigna un sentido a la narrativa de los maestros tutores y asesores, posibilitando una comprensión más profunda de los desafíos y las oportunidades que enfrentan los profesores y los estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por lo que es necesario, continuar con ejercicios de indagación que materialicen las intenciones de formación en licenciados en física, desde el campo de la didáctica para la

reflexión, análisis y generación de diversas formas de conocimiento, que contribuyen al mejoramiento de la práctica educativa.

BIBLIOGRAFIA

- Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1(3), 130-140.
- Adúriz Bravo, A. (1999). La didáctica de las ciencias como disciplina.
- Brush, S. G. (1991). Historia de la ciencia y enseñanza de las ciencias. *Comunicación, lenguaje y educación*, 3(11-12), 169-180.
- Burbano, P. (2001). Reflexiones sobre la enseñanza de la física. 6(2), [fecha de Consulta 11 de Octubre de 2022]. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49912126008>
- Blanco Laserna, D. (2015). "Luz y ondas. Huygens: la luz como propagación ondulatoria". *Arbor*, 191 (775): a263. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2015.775n5002>
- Beléndez, A. (2015). Thomas Young y la naturaleza ondulatoria de la luz. (S/f). Interferencia de doble rendija de Young. Recuperado el 25 de julio de 2023, de <https://openstax.org/books/física-universitaria-volumen-3/pages/3-1-interferencia-de-doble-rendija-de-young>
- Cristiani, M. (2016). *Entre ondas y partículas: las apasionantes historias del fotón*, bonallettera alcompas.
- Dibattista, L., & Morgese, F. (2013). Introducing history (and philosophy) of science in the classroom: a field research experience in Italy. *Science & Education*, 22, 543-576.
- Darrigol O. (2012). *A history of optics: from greek antiquity to the nineteenth century*. Oxford University Press.
- Forato, T. C. D. M., de Andrade Martins, R., & Pietrocola, M. (2012). History and nature of science in high school: Building up parameters to guide educational materials and strategies. *Science & Education*, 21, 657-682.
- González-Cano, A. (2015). "Alhacén: una revolución óptica". *Arbor*, 191 (775): a262. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2015.775n5001>
- Jiménez, V. M., & Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 331-339.
- Ministerio de Educación Nacional (1998). *Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales*.

- Mora, W. (2015). *Educación en ciencias: experiencias investigativas en el contexto de la didáctica, la historia, la filosofía y la cultura*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas
- Restrepo, B. (2004). La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico. *Educación y Educadores*, (7),45-55. [fecha de Consulta 11 de octubre de 2022]. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83400706>
- Vargas, S. (2020). Estrategia didáctica para el aprendizaje de la teoría de la Luz de Newton en Educación Media a partir de la Epistemología. [*Trabajo de grado*]. Universidad Católica de Manizales, Manizales.
- Morales, O. (2015). La didáctica de las ciencias y su relación con la historia y la filosofía de la ciencia. *Educación en ciencias: experiencias investigativas en el contexto de la didáctica, la historia, la filosofía y la cultura*, 15-34.
- Martínez, Á. & Aymerich, M. (2014). Contribución de la Historia de las Ciencias al desarrollo profesional de docentes universitarios. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(1), 265-281.
- Pimentel, J. (2015). El modelo de la luz de Newton en la época de las luces. *Arbor*, 191(775), a264. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2015.775n5003>.
- Ríos, J. L. S., Martínez, M. C. S., N, J. L. M. N. D., & Venegas, M. A. (2020). Estrategias didácticas en entornos de aprendizaje enriquecidos con tecnología (antes del Covid-19). <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/2997>

ANEXOS

En este apartado se presentan los documentos de recolección de información junto con la cartilla de la experiencia didáctica.

Formatos de recolección de información

Anexo 1

En la siguiente sección se muestra el formato de recolección de información utilizado inicialmente en el proceso de contextualización al iniciar el trabajo de grado, así como la herramienta de recolección de información empleada al finalizar la implementación de la estrategia didáctica.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

INTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN – CUESTIONARIO

Trabajo de grado: La historia de la luz: una propuesta didáctica para abordar el fenómeno en grado undécimo

Apreciado estudiante:

Recibe un saludo. En la cotidianidad podemos presenciar diferentes fenómenos, haciendo uso de nuestros sentidos, que nos hacen admirar el mundo en el que vivimos. ¿Qué te parece el arcoíris? O ¿las estrellas o la luna llena? O simplemente que ¿te parece observar lo que existe a través de tus ojos?. Esas preguntas han movillizado los hombres por miles de años, y a través de diferentes experiencias han logrado construir algunas teorías. Podríamos contarte inicialmente que podemos ver gracias a que existe algo que hemos denominado la luz. El objetivo de este instrumento es que puedas compartirnos que tanto sabes de este fenómeno, por lo que solicitamos tu ayuda para responder cada una de las preguntas propuestas.

1 ¿Cuántos años tienes? _____

2 ¿Qué personas conforman tu grupo familiar? _____

3 ¿Cuál es tu estrato socio económico? _____

4. ¿En qué grado estás? _____

5. De acuerdo con su experiencia cotidiana o académica en torno al fenómeno de luz, describe en tus propias palabras ¿qué es la luz?

6. Conoces algún personaje que haya realizado algún estudio sobre la luz. Escribe su nombre y el aporte

5. ¿De qué está compuesta la luz?

6. Desde tu experiencia con el fenómeno de la luz consideras que la velocidad de la luz es:

- Constante
- una velocidad que varía dependiendo si la fuente esta en movimiento

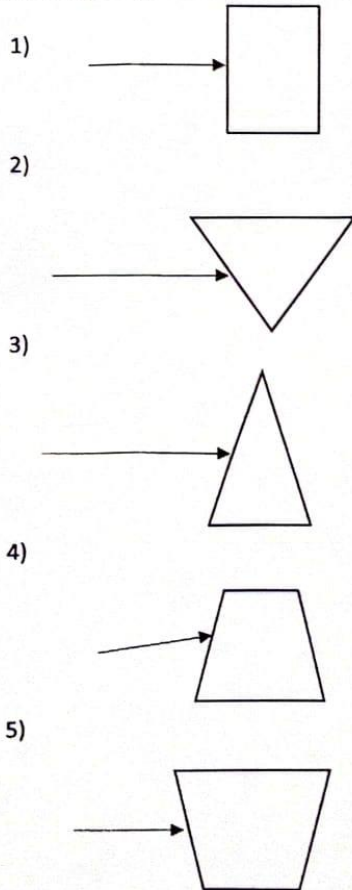
- c. la velocidad límite que se puede alcanzar
- d. otro _____

Explica porque seleccionas esta opción. _____

7. ¿Crees que la luz necesita de un medio para propagarse?
Si _____ No _____ ¿Cuál? _____

Explica tu respuesta _____

8. A continuación se verán distintas figuras geométricas, las cuales representan estructuras de vidrio y unas flechas la cuales nos representan la dirección de un rayo de luz. Dibuja como crees que es la trayectoria que sigue el rayo de luz al entrar al cristal y al salir del cristal



Anexo 2

La siguiente herramienta de recolección de información fue empleada al finalizar la implementación de la estrategia didáctica con la finalidad de evaluar el impacto de esta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de grado undécimo del colegio Julio Garavito Armero.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de ciencias y tecnología Departamento de Física

Instrumento de recolección de Información – cuestionario

Trabajo de grado: La historia de la luz: una propuesta didáctica para el abordaje del fenómeno en grado undécimo

Apreciado estudiante:

Con el objetivo de profundizar en tu comprensión sobre la luz después de completar la cartilla, te invitamos a participar en este cuestionario. Queremos escuchar tus perspectivas, experiencias y observaciones. Tus comentarios son invaluable para nuestro constante mejoramiento en la enseñanza y orientación del proyecto de investigación. Tu participación es de gran importancia, junto con tus valiosas ideas y opiniones, las cuales esperamos que compartas de manera abierta y constructiva.

1. ¿Cuál era tu comprensión previa sobre la luz antes de iniciar tu trabajo con la cartilla?

2. ¿Esta comprensión cambió o se reforzó de alguna manera al trabajar con la cartilla?

3. ¿Consideras que la inclusión del contexto histórico te resultó útil en tu proceso de aprendizaje de la luz?

4. ¿Cuáles fueron los conceptos o aspectos de la luz que más te interesaron o llamaron la atención mientras completabas la cartilla?

5. ¿Qué secciones o actividades de la cartilla encontraste más interesantes?

6. ¿Hubo partes de la cartilla que encontraste confusas o difíciles de entender? ¿Puedes proporcionar ejemplos?

7. ¿consideras que la cartilla contribuyó a tu comprensión general sobre la luz?

8. ¿Qué sugerencias o recomendaciones tienes para mejorar la cartilla en términos de claridad y efectividad?

9. ¿Cómo te sientes acerca de tu nivel de comprensión actual sobre la luz después de trabajar con la cartilla?

Ilustraciones y respuestas de los estudiantes

En esta sección se exhiben todas las ilustraciones creadas por los estudiantes, junto con sus respuestas, a lo largo de todo el proceso de la experiencia didáctica. Debido a la extensión de la información recopilada, se proporciona el siguiente enlace donde se encuentran todas las respuestas textuales de los estudiantes

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1jBiyTSqqW_MhYBD64hMxaUJ54utUooDf/edit?usp=sharing&ouid=111474923419985103984&rtpof=true&sd=true

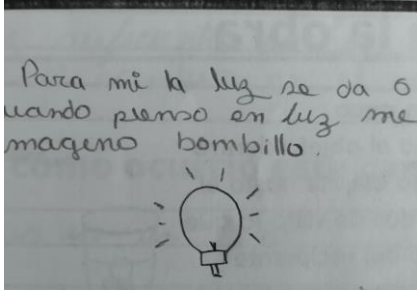
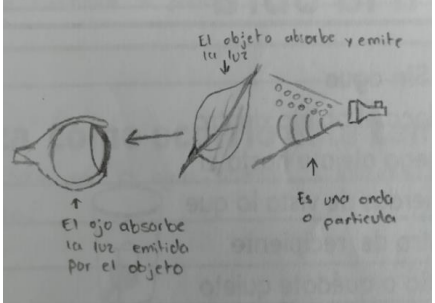
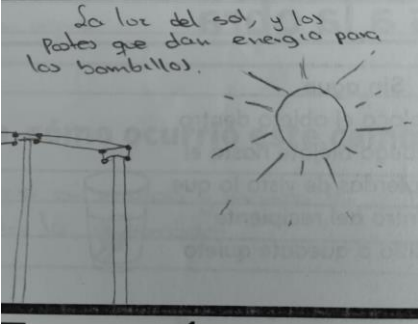

anexo 3

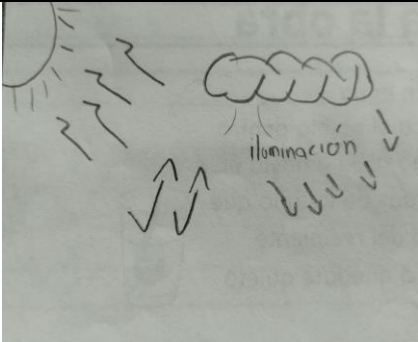
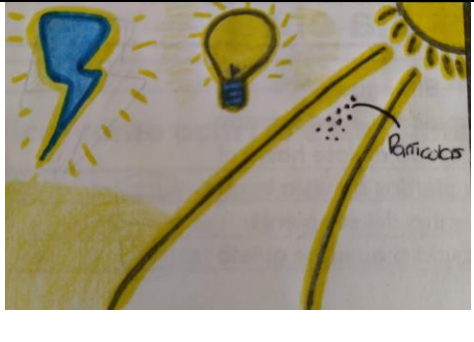
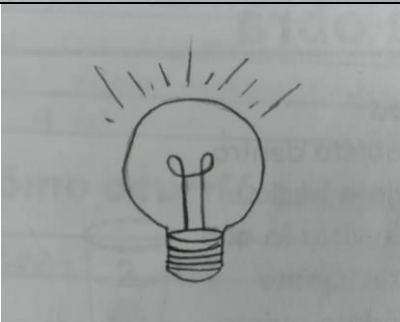
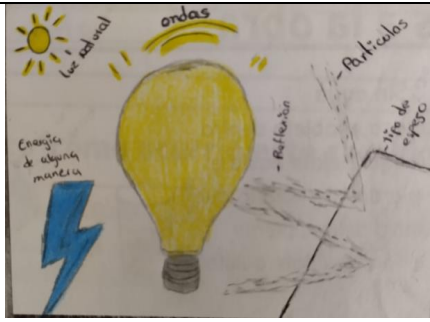
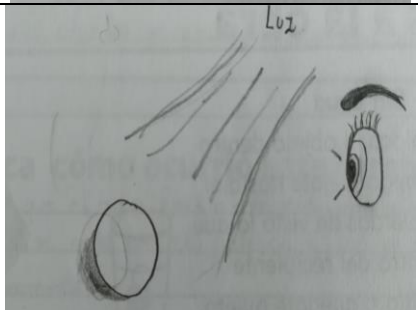
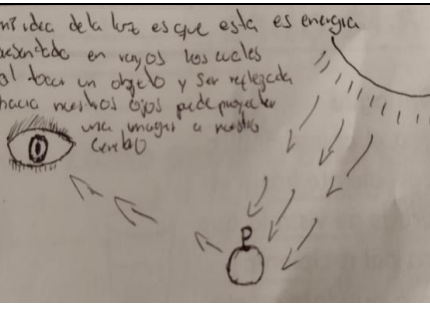
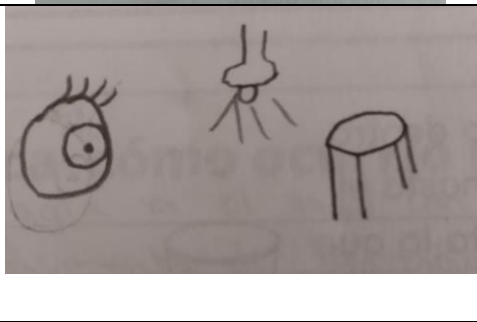
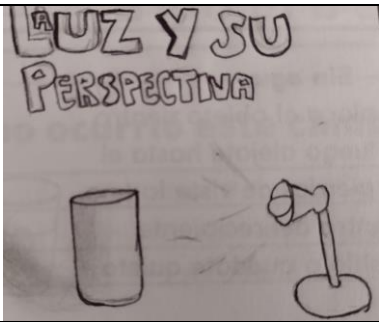

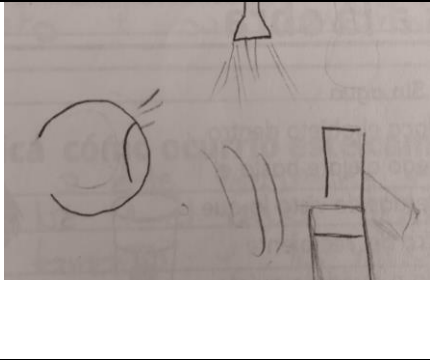
Tabla de imágenes

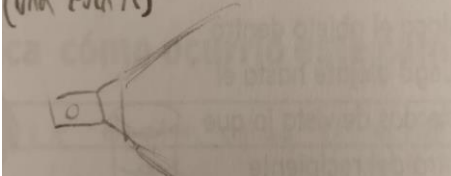

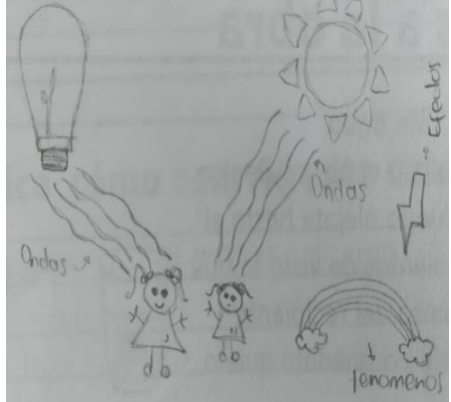
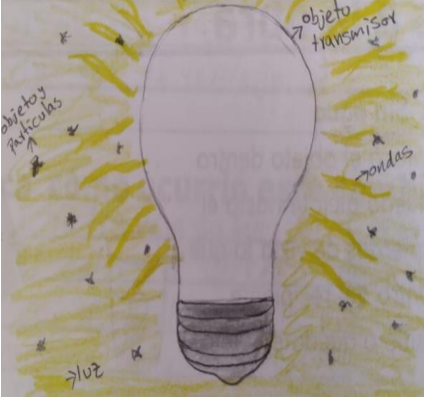
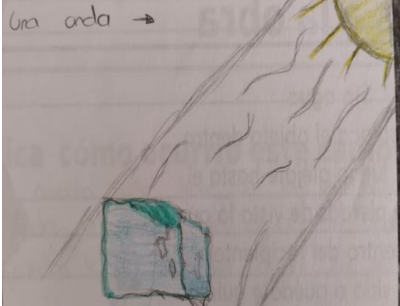
En la siguiente tabla de ilustraciones se observan las ilustraciones realizadas por los estudiantes al momento de trabajar el primer apartado de la cartilla

Tabla de anexo 1

Dibujos de los estudiantes en el primer apartado de la cartilla

Número de cartilla	Ilustración	Número de cartilla	Ilustración
1		6	
2		7	

3		8	
4		9	
5		10	<p>mi idea de la luz es que esta es energía pasando en rayos los cuales al tocar un objeto y ser reflejada hacia nuestros ojos puede proyectar una imagen a nuestro Cerebro</p> 
11		16	<p>LUZ Y SU PERSPECTIVA</p> 
12		17	

13	<p>La luz es una onda/particula y se siempre tiene un lugar de origen (una fuente)</p> 	18	<p>es una energia producida por la electricidad</p> 
14		19	
15	<p>una onda →</p> 		

Anexo 4

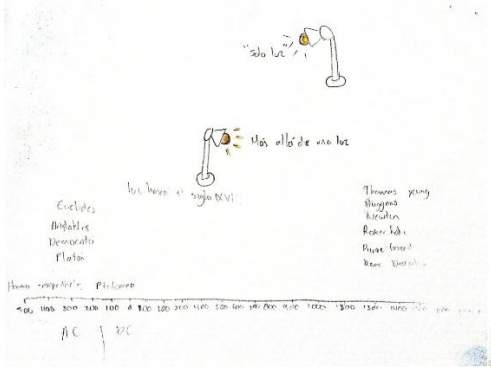
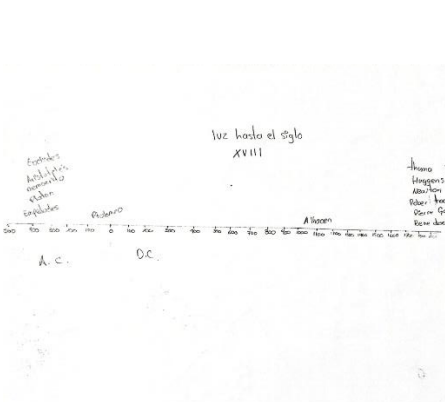

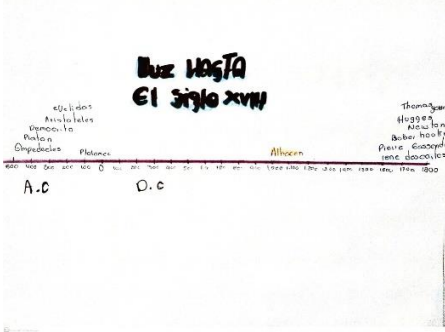


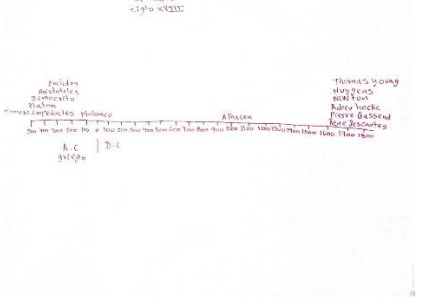
La siguiente tabla de ilustraciones muestra las creaciones artísticas y expresiones verbales realizadas por los estudiantes al concluir la experiencia didáctica. Estas ilustraciones reflejan el aprendizaje, la creatividad y la interpretación personal de los contenidos trabajados, también se presentan las líneas de tiempo realizadas por los estudiantes.

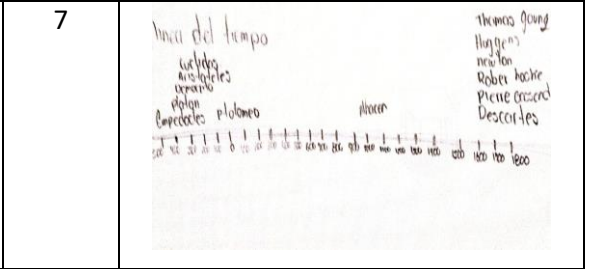
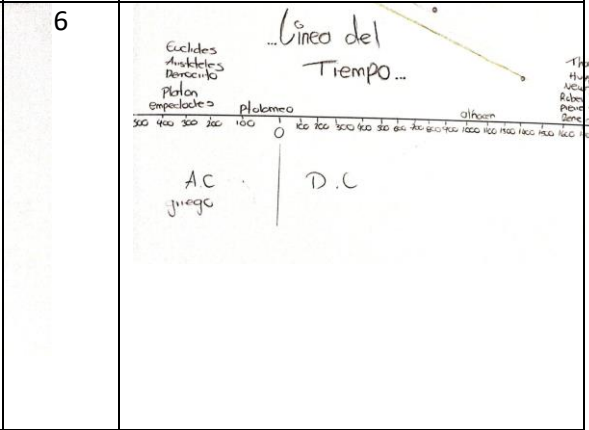
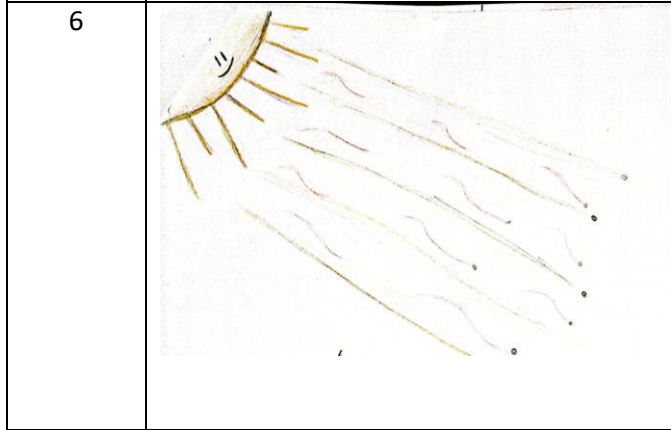
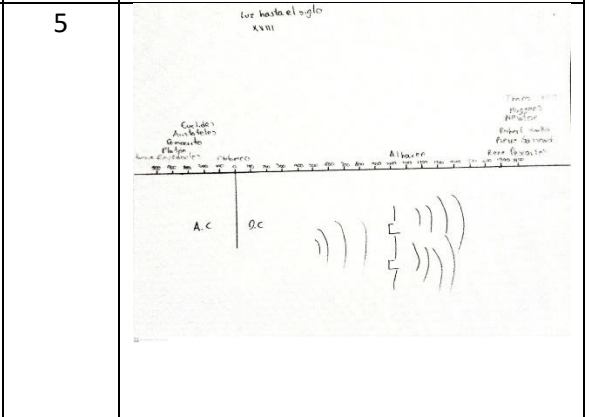
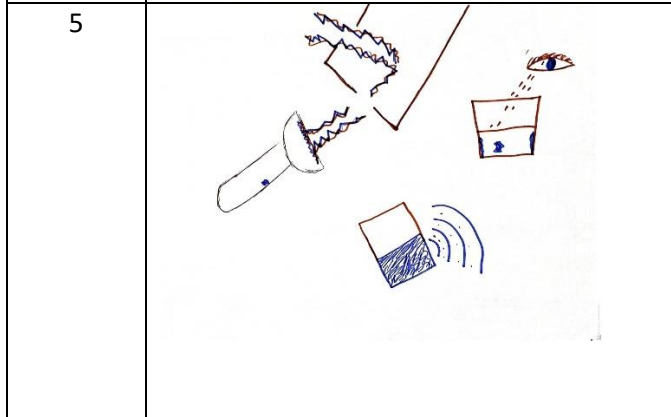
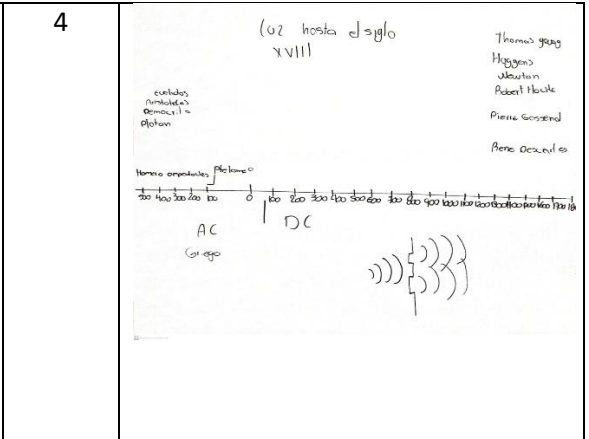
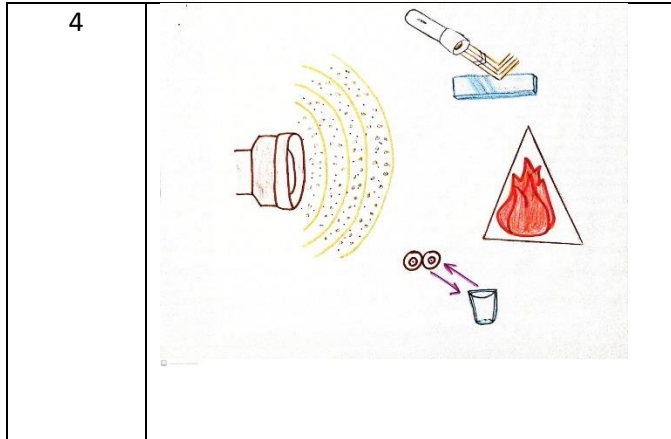
Tabla de imágenes


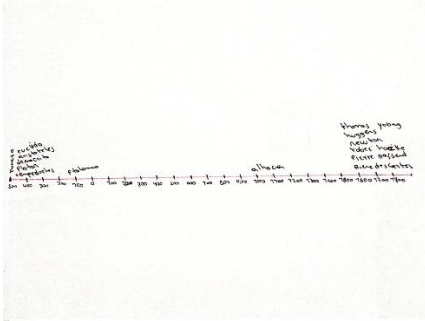
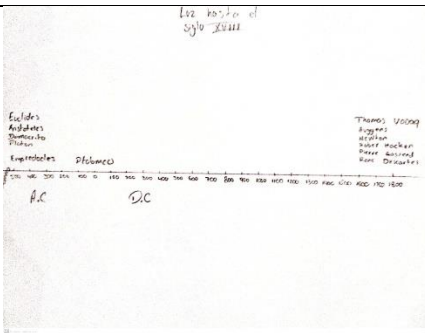
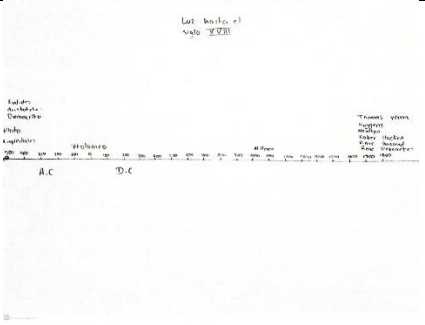
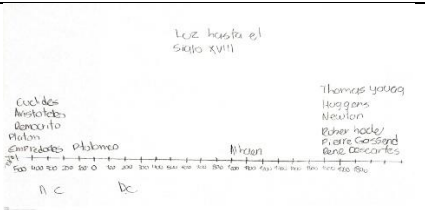
Tabla de anexo 2

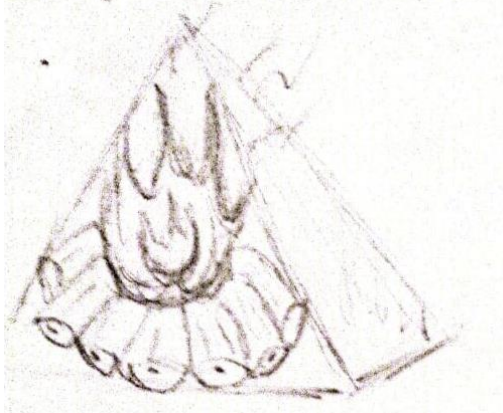
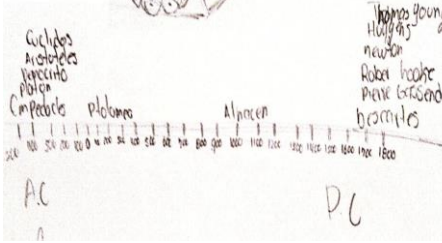
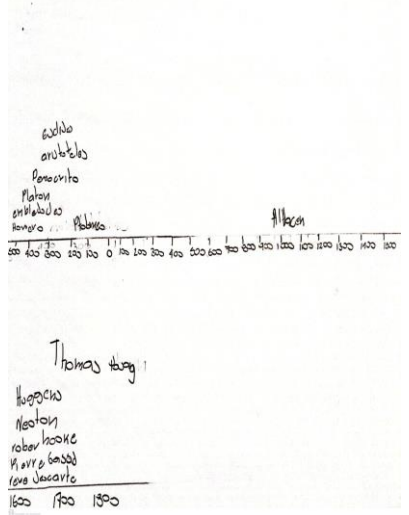
Dibujos y respuestas textuales de los estudiantes al finalizar la experiencia didáctica

Numero de	Ilustración y/o aportes escritos	Numero de línea	Líneas de tiempo
-----------	----------------------------------	-----------------	------------------

ilustración	n	de tiempo	
1		1	
2	<p data-bbox="443 722 526 764">Dicho Luz-particula</p> <p data-bbox="464 816 646 856">Es una onda que al mismo tiempo es una partícula</p> 	2	
3	<p data-bbox="415 1205 488 1236">ANTES</p>  <p data-bbox="643 1205 716 1236">Ahora</p>  <p data-bbox="724 1436 797 1520">impulso</p>	3	



<p>8</p>	<p>La luz se puede percibir mediante el medio donde este, se puede percibir como una onda o una partícula.</p> 	<p>8</p> 
<p>9</p>	<p>La luz son ondas y partículas por que, permite moverse en el espacio.</p> <p>“La luz son ondas y partículas por que, permite moverse en el espacio”</p>	<p>La luz hasta el siglo XVIII</p> 
<p>10</p>	<p>La luz es una onda y una partícula ya que gracias se siente (es una partícula) y una onda ya que viaja a través de diversos medios gracias a esto, hay ondas electromagnéticas.</p> <p>“La luz es una onda ya una partícula se siente (es una partícula) y una onda ya que viaja a través de diversos medio gracias a esto, hay ondas electromagnéticas”</p>	<p>La luz hasta el siglo XVIII</p> 
<p>11</p>	<p>Es la onda por que vemos el modelo rejillas que esta en un espacio para tener movimiento.</p> <p>“Es la onda porque vemos el modelo rejillas que esta en un espacio para tener movimiento”</p>	<p>La luz hasta el siglo XVIII</p> 

12		
13	<p>Yo sigo pensando q la luz es una partícula y una onda porque si no fuera onda no se podría explicar el fenómeno de la rejilla y partícula porque viaja en el vacío</p> <p>“Sigo pensando que la luz es una partícula y una onda porque si no fuera onda no se podría explicar el fenómeno de la rendija y partícula porque viaja en el vacío”</p>	

Cartilla

Con el objetivo de facilitar el acceso a la cartilla, se proporciona el siguiente enlace; sin embargo, la cartilla completa se encuentra adjunta en este trabajo

<https://drive.google.com/file/d/1P25AnvmRJ5NzPCSXiUftAptGj9z2BRzz/view?usp=sharing>



UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL

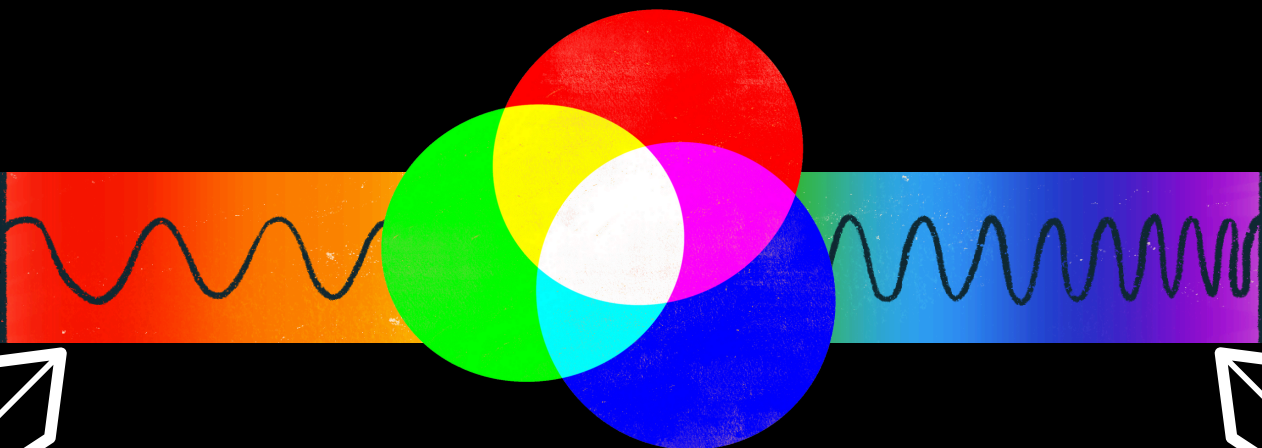
Educadora de educadores

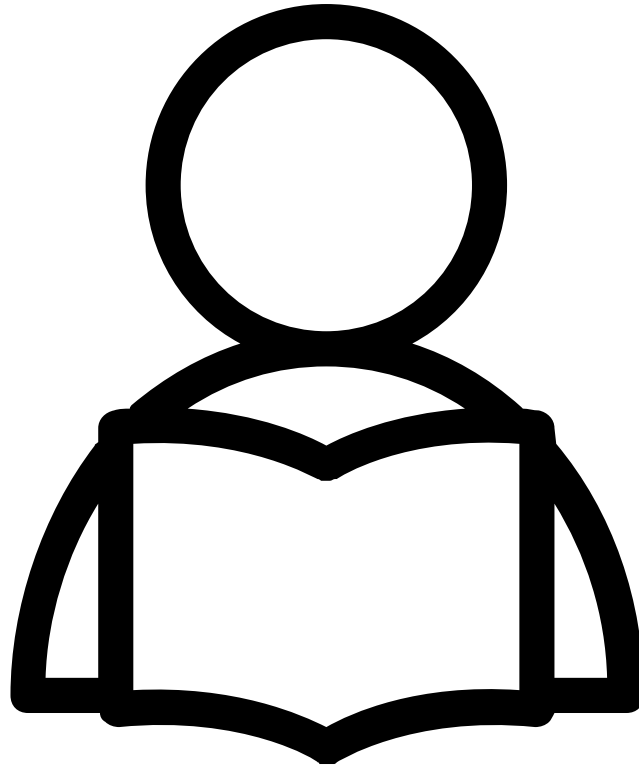
Óptica la historia de la luz hasta el siglo XVIII

Autor

Luis Mauricio Romero Nieto

¿Qué es la luz?





Mi guía de trabajo

Mi nombre es:

Estudio en:

Mi edad es:

Estoy cursando el grado:

Cartilla diseñada en www.canva.com.
Imágenes de referencia de la página de canva.
Universidad Pedagógica Nacional.
2023.

Introducción

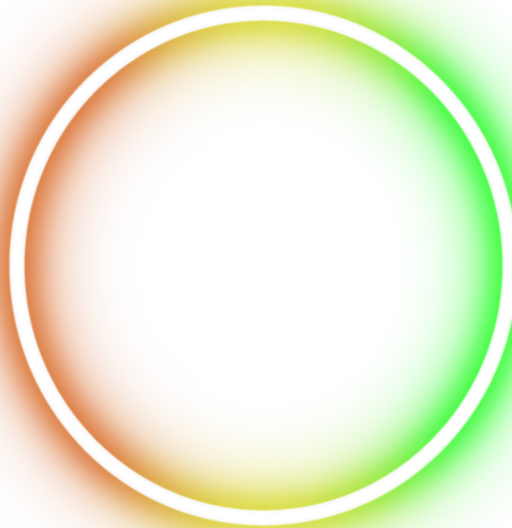
La luz es un fenómeno fascinante que ha cautivado la curiosidad humana a lo largo de la historia. Desde tiempos remotos, las civilizaciones han intentado comprender su naturaleza y explicar cómo interactúa con el mundo que nos rodea. En esta cartilla, iniciaremos un apasionante viaje a través de la historia de la luz hasta el siglo XVIII, explorando los descubrimientos, teorías y avances científicos que han permitido explicar el fenómeno.

Desde los antiguos griegos hasta los científicos de la Ilustración (movimiento cultural que se dio principalmente en Europa a mediados del siglo XVIII hasta inicios del siglo XIX), numerosos pensadores y experimentadores se dedicaron a estudiar los secretos de la luz. Descubriremos cómo los filósofos griegos especulaban sobre la naturaleza de la luz, cómo los científicos árabes realizaron importantes avances en óptica y como personajes como Isaac Newton y Christiaan Huygens revolucionaron las ideas que se tenían hasta ese momento.

A lo largo de esta cartilla, encontrarás explicaciones acompañadas de imágenes y ejemplos prácticos, diseñadas especialmente para personas como tú. Aprenderás sobre los conceptos fundamentales de la óptica, como la reflexión, la refracción y la difracción de la luz, así como las teorías que dieron forma a nuestra comprensión de estos fenómenos.

¡Prepárate para explorar los misterios y maravillas de este fascinante fenómeno que nos rodea cada día!

¡Hola! Mi nombre es On. Quiero ser tu compañero en este fascinante viaje a través de los diferentes modelos de la luz, juntos exploraremos los distintos enfoques y teorías que han surgido a lo largo de la historia para comprender este fenómeno asombroso. Estoy aquí para compartir contigo el apasionante mundo de la luz. ¡Comencemos esta aventura juntos!



¡Saludos! Yo también quiero unirme a esta aventura. Soy Part. Todos exploraremos los descubrimientos y avances que se han dado para explicar el fenómeno de la luz a lo largo de la historia. Prepárate para sumergirte en esta emocionante aventura. ¡Comencemos nuestro recorrido juntos!



ÍNDICE

Comencemos experimentando	Pág. 1
El primer modelo.....	pág. 3
Particularidades de la luz.....	Pág. 6
Perturbemos las cosas	Pág. 9
Tengamos algo de claridad.....	Pág. 14
De Ptolomeo a Egipto el cono de luz	Pág. 15
Descartes, el plenum y el regreso de las partículas.....	Pág. 19
Las ideas particulares de Newton.....	Pág. 25
Huygens, Young, las ondas y la doble rendija.....	Pág. 28
Buen viaje.....	pág. 34



COMENCEMOS EXPERIMENTANDO

¡Hola! ¿Estás listo para un viaje a través de la historia de la luz? Antes de empezar, vamos a hacer algunas preguntas y jugar para calentar motores.



¿Qué condiciones deben estar presentes para que podamos ver?

¿Podrías crear un dibujo que represente tu idea sobre de la luz?

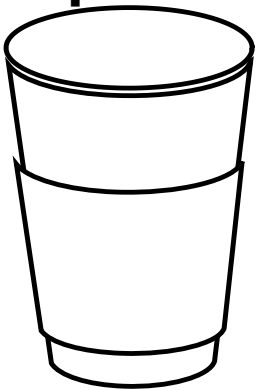
A large, empty rectangular box with a thick black border, intended for a drawing.

COMENCEMOS EXPERIMENTANDO

¡Vamos a experimentar!

**Para iniciar es necesario tener
los implementos necesarios:**

**Primero: Un vaso
que NO sea
trasparente**



Segundo: Agua



**Tercero: Un objeto que
pueda ser sumergido que
no flote y no sobresalga
del vaso**



Manos a la obra

Sin agua

Primero coloca el objeto dentro del vaso, luego aléjate hasta el punto que pierdas de vista lo que está dentro del recipiente marca el sitio o quédate quieto.



COMENCEMOS EXPERIMENTANDO

Con agua

Al tener la ubicación donde perdiste de vista el objeto, ahora llena con agua hasta la mitad del vaso y vuelve a ubicarte en el sitio marcado.



Preguntas

¿Notaste algún cambio? ¿Cuál?

¿Qué papel juega la luz en esta situación?

¿Explica cómo ocurrió este cambio?

EL PRIMER MODELO DE LA LUZ

Desde la antigüedad los humanos siempre se han preguntado el porqué de las cosas. Algunas personas soy muy curiosas y se preguntan cómo o por qué ocurren algunos fenómenos de la vida cotidiana. Quizás algunos de ustedes se preguntaron el porqué del arcoíris o cómo llegar al otro lado del mismo para obtener la olla de oro. La curiosidad y la imaginación de los seres humanos es algo maravilloso, nos ha llevado al espacio, a soñar más allá del sistema solar y la ciencia ha logrado materializar algunos de esos sueños. Nuestra atención se centrará, en conocer la historia de la luz. Pues gracias a ella podemos contemplar todo lo que se encuentra a nuestro alrededor.



¿Oon, cuál es el primer modelo de la luz?



Comenzaré por hablar de la filosofía griega.

En la filosofía antigua, se propusieron diferentes modelos de la luz para explicar su comportamiento y naturaleza. Según los escritos de Homero en la *Ilíada* y la *Odisea*, la luz era descrita como rayos de fuego sutil que emanaban de los ojos y permitían la visión al encontrarse con el fuego exterior. Este modelo se basaba en la creencia de que todo lo que emitía luz tenía la capacidad de ver. Estos planteamientos se sustentaban en la visión de los antiguos filósofos, que se fundamentaba en los cuatro elementos (fuego, aire, tierra y agua).

- **La pregunta que motivó a los filósofos griegos sobre la luz no fue solamente “¿qué es la luz?”, sino por otras dos preguntas más profundas “¿Cómo podemos ver el mundo que nos rodea?”, y “¿Cómo funciona la luz?”. Los griegos se cuestionaron sobre estos aspectos fundamentales, para ello miremos el primer modelo.**

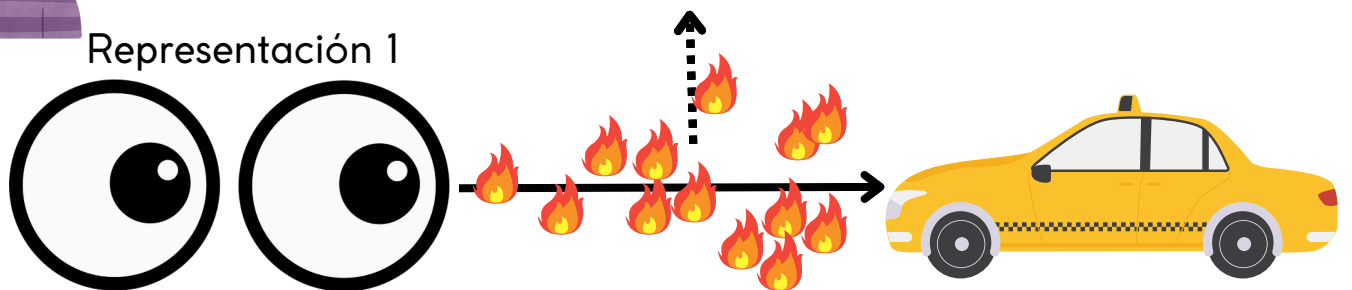


En el modelo propuesto por Empédocles se podría considerar el primer modelo de la luz, inspirado en las ideas de Homero, la luz es concebida como unos efluvios de luz emitidos por los objetos que interactúa con el sujeto. Según esta perspectiva, los efluvios luminosos se desplazan desde los objetos hacia los ojos durante la fase cósmica del amor, mientras que durante la fase cósmica del odio, los efluvios luminosos se dirigen desde los ojos hacia los objetos. En resumen, este modelo considera que la luz es un medio que fluye entre los objetos y los ojos, permitiendo la percepción visual y la identificación de los objetos.



Veamos un ejemplo de los efluvios de luz según Empédocles (495-435 a.C)

Efluvios de luz (rayos de fuego sutil)



PARTICULARIDADES DE LA LUZ

Como se puede apreciar en el ejemplo de la página anterior la primera ilustración muestra a los efluvios viajar de los ojos a los objetos (los ojos emiten la luz) no obstante, en la segunda ilustración se muestra a los efluvios viajar de los objetos a los ojos (los objetos emiten la luz).



Este es el primer modelo de la luz descrito, sin embargo, existen otros, como el modelo de luz propuesto por Demócrito y Platón.



Demócrito y Platón propusieron un modelo particular de la luz desde una mirada atomista, si bien ambos compartían esta premisa, ello también se distanciaban en otras. Según **Demócrito**, la luz consiste en partículas que tienen diferentes formas y orientaciones, y es el ojo quien las percibe de manera constante. Por otro lado, **Platón** sostiene que la luz está formada por tetraedros macizos de diferentes tamaños y velocidades, lo cual determina la formación del color. Aunque ambos filósofos compartían la idea de partículas como base de la luz, difieren en los detalles de su estructura y comportamiento. El modelo particular de la luz justamente tiene una particularidad y es que las partículas viajarían por el vacío, esta idea de vacío resulta bastante anti intuitiva, una idea que será debatida a lo largo de este recorrido histórico dado que la idea de vacío resulta ser quizás la mayor dificultad de esta perspectiva de la luz.

PARTICULARIDADES DE LA LUZ

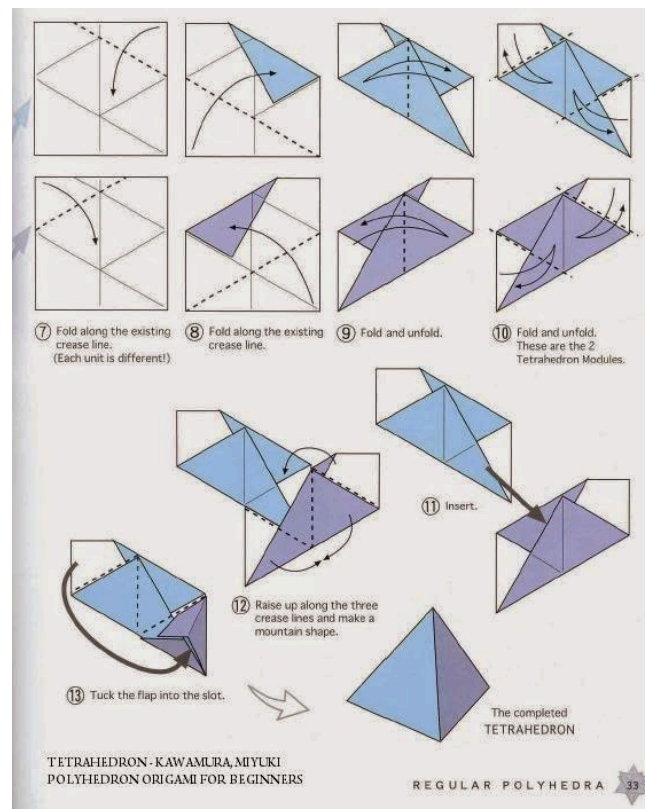
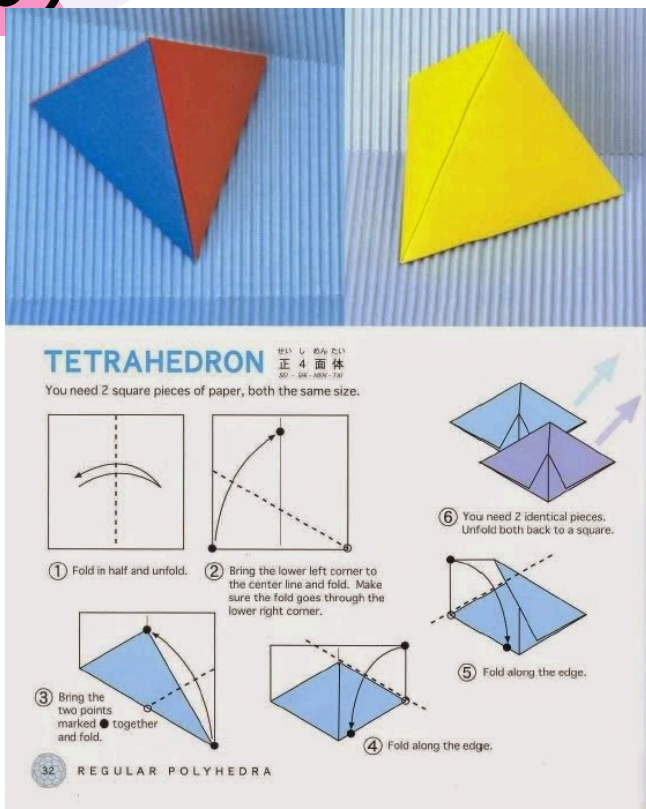
El modelo de Platón habla de tetraedros sólidos, pero ¿qué son exactamente los tetraedros?



Los tetraedros son sólidos tridimensionales con cuatro caras triangulares. Parece complicado, pero en realidad es muy simple.



Para tener una idea más clara hagamos nuestro propio tetraedro para ello necesitaremos de 2 hojas iris de preferencia o 2 hojas blancas



PARTICULARIDADES DE LA LUZ

Tanto para Platón y Demócrito la luz serían un objeto, partículas.

- 1. Partículas las cuales se mueven a una velocidad finita.**
- 2. Partículas que se mueven el vacío.**



HAGAMOS UN EJEMPLO

Teniendo en cuenta el texto anterior, representa gráficamente los modelos de Platón y Demócrito en los recuadros.



--	--

PERTURBEMOS LAS COSAS

El modelo de Platón y Demócrito va más allá e intenta dar una explicación de cómo se forma el color. Pero, ¿qué es un modelo?



Los modelos son representaciones simplificadas de la realidad no obstante nos ayuda a comprender y explicar de manera más sencilla sistemas complejos.



¡Narrador, no aparezcas de imprevisto! Lo que el narrador ha mencionado es acertado. Los modelos, efectivamente, no son la realidad misma de un objeto, sino más bien una representación o aproximación de ella. Son herramientas que utilizamos para simplificar y comprender mejor los fenómenos que nos rodean.



Continuando con este recorrido histórico creo que es necesario ver la contra postura al modelo particular.



PERTURBEMOS LAS COSAS

Un famoso filósofo que estaba en contra posición al modelo particular fue Aristóteles, que tenía una teoría muy interesante sobre la luz. Él creía que la luz era una perturbación de un medio. Según Aristóteles, esta perturbación se propagaba de manera instantánea y causaba la sensación visual en nuestros ojos. Aunque parecía una idea extraña, en realidad no estaba muy lejos de lo que sabemos hoy en día sobre la luz. Su teoría se basaba en la idea de que los efluvios luminosos perturbaban el medio, generando la sensación de ver. Él llamó a este medio perturbado como el "medium" para dar a entender esta idea supóngase un lago el cual está tranquilo, no se ve oleaje, si se lanza una roca al agua esta perturbará el medio (el agua del lago) generando un efecto de oleaje, bien lo mismo pasa con la luz. El "medium" cumple el papel de objeto a perturbar, es un medio invisible y extremadamente sutil el cual al ser perturbado propaga la luz.



Para ilustrar la idea de la perturbación de un medio, tomemos el ejemplo que nos proporcionó el narrador.



PERTURBEMOS LAS COSAS

Tomemos en cuenta un lago con agua quieta, (véase la Figura 1) sin ningún movimiento.

Ahora, si arrojamos una roca al agua, observaremos el efecto que se muestra en la Figura 2, ocasionando que se genere un oleaje, tal y como se ven en la Figura 3, esta acción de lanzar la roca y al entrar en contacto con el medio, lo perturba, se ve el efecto de las olas.



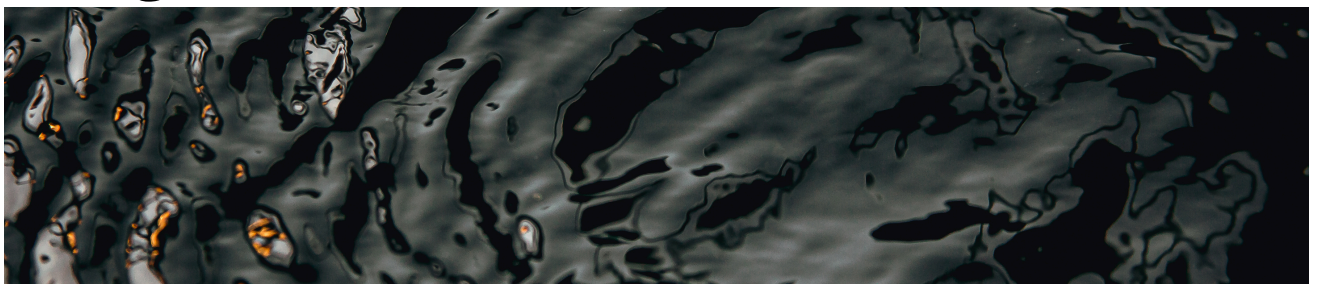
Figura 1



Figura 2

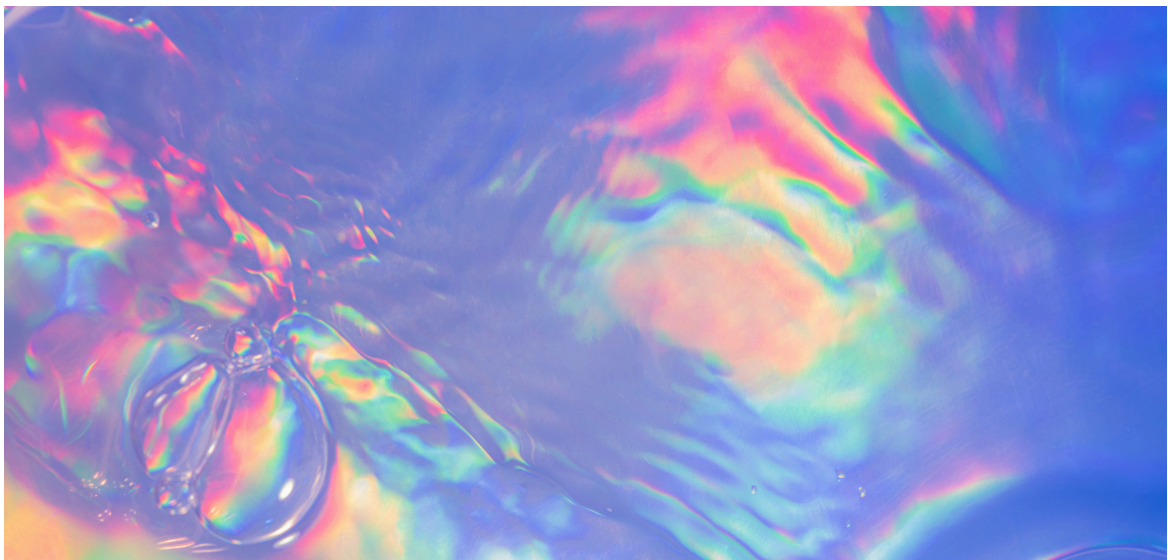


Figura 3



PERTURBEMOS LAS COSAS

Ahora, en el caso de la luz, el "medium" es el medio a perturbar y quien lo Perturba es el fuego o el objeto luminoso, para Aristóteles la luz se produce cuando el "medium" es perturbado por una fuente de fuego.



EL MODELO DINÁMICO SE CARACTERIZA POR:

1. La luz se propaga de manera instantánea.
2. Se necesita un medio para propagarse.

PERTURBEMOS LAS COSAS

¿Cuáles son las diferencias entre el modelo dinámico y el modelo particular propuesto sobre la luz?

Encuentra las palabras claves, relacionadas con los modelos estudiados hasta el momento en la sopa de letras.


Total de palabras clave 11

A	R	I	S	T	O	T	E	L	E	S	N
O	E	N	A	T	N	A	T	S	N	I	O
J	A	Í	U	L	H	Ñ	G	Ñ	R	A	T
Á	X	T	U	B	U	O	J	C	S	E	A
V	A	C	I	O	Ú	C	M	É	F	Í	L
Ú	U	H	Ñ	F	I	N	I	T	O	O	P
E	F	L	U	V	I	O	S	T	J	E	P
N	O	I	C	A	B	R	U	T	R	E	P
F	Ñ	Ü	A	M	O	D	E	L	O	A	Z
O	B	J	E	T	O	R	J	R	Í	S	P
W	Ü	D	E	M	O	C	R	I	T	O	E
G	C	É	T	E	J	Ú	Ú	L	Q	O	J

Para responder la pregunta puedes ayudarte de las palabras claves que se encuentran en la sopa de letras.

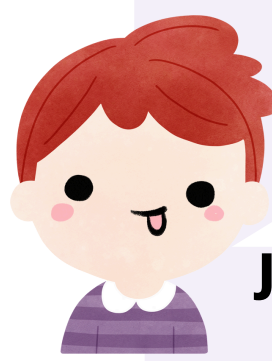



TENGAMOS ALGO DE CLARIDAD




Tal como se puede ver hasta el momento acaban de nacer las dos formas de entender un fenómeno.

La primera es pensarse que la luz es un objeto, una teoría granular (partículas). La segunda es pensarse que la luz no es un objeto, sino la perturbación de un objeto, una postura dinámica (ondas).



Pero, ¿dónde queda eso de que la luz va de los objetos a los ojos y de los ojos a los objetos?

Justamente, aún queda un modelo de la luz que tiene una mirada muy particular, la propone un tal Euclides.



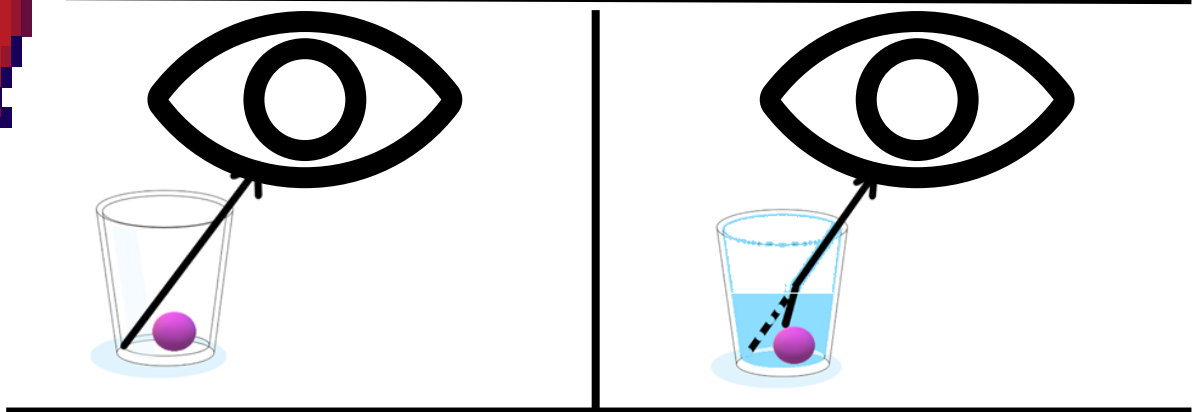
En la antigüedad, Euclides escribió un tratado sobre óptica, abordando matemáticamente el estudio de la luz. Sostenía que la luz viajaba en línea recta y que los rayos luminosos tenían una forma cónica discontinua. En su trabajo, describió y analizó las leyes de la reflexión y refracción. **En uno de sus experimentos:** Colocó un objeto en un recipiente y al llenarlo con agua, el objeto se hizo visible para el observador, demostrando así la refracción de la luz.

DE PTOLOMEO A EGIPTO EL CONO DE LUZ



El experimento de Euclides ya lo hemos visto, recordará el lector, no obstante la siguiente ilustración dejara clara la idea.

Primer momento Segundo momento



Tanto Ptolomeo como Euclides compartieron un modelo cónico de la luz. Ptolomeo escribió un texto llamado "Óptica", basado en las ideas de Euclides, donde estudió la reflexión y la refracción. Sus ideas sobre la reflexión consideraban que los rayos de luz interactúan con un espejo formando ángulos iguales. En cuanto a la refracción, postuló que la luz sufre un cambio en su dirección al pasar de un medio a otro, causando desviaciones. Estos modelos de la luz, junto con otras perspectivas astronómicas, fueron retomados por pensadores árabes como Alhacén en el siglo XI. En la universidad Al-Azhar, en El Cairo, Alhacén aportó nuevas perspectivas y refutó algunas ideas griegas. La contribución de los pensadores árabes fue esencial en el desarrollo del conocimiento occidental, y sus estudios sobre la luz nos llevan a cuestionar cómo vemos y qué es la luz.

DE PTOLOMEO A EGIPTO EL CONO DE LUZ



El modelo explicativo de la luz de Alhacén desafiaba las teorías de Euclides y Ptolomeo, que afirmaban que los rayos de luz se expandían desde los ojos hacia los objetos. Para Alhacén, la luz provenía de fuentes luminosas como el sol o el fuego, y presentó ejemplos para respaldar sus argumentos. En su modelo, los cuerpos luminosos emitían rayos de luz en todas direcciones de manera rectilínea, y al encontrarse con objetos opacos, estos absorbían la luz y la emitían de manera indirecta.

El modelo de Alhacén se asemejaba más al explicado por Aristóteles, donde la luz permitía al sujeto ver, pero en sí misma no era visible, solo observamos sus propiedades como el color.

En su libro de óptica, Alhacén analizó de manera rigurosa los modelos de Euclides y Ptolomeo, incorporando análisis geométricos anteriores. Aunque en los siglos XI al XVI hubo avances en el estudio de la óptica, como el uso de gafas y telescopios, fue en el siglo XVII donde el estudio del modelo de la luz cobró mayor relevancia, siendo René Descartes uno de los pensadores destacados en este campo, considerado el padre de la filosofía moderna.

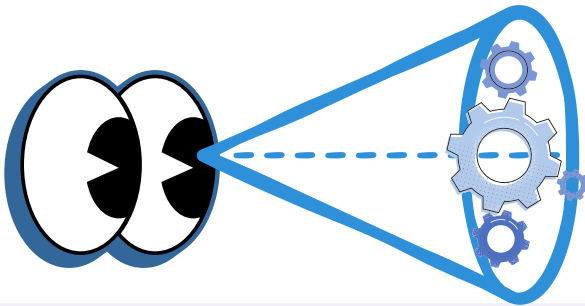
En este modelo, los cuerpos luminosos emitían rayos de luz en todas direcciones de manera rectilínea. Cuando estos rayos de luz impactaban en un objeto opaco, el objeto absorbía la luz y la emitía de manera indirecta.



DE PTOLOMEO A EGIPTO EL CONO DE LUZ



Para exponer el cuarto y último modelo con su refutación veamos como se vería gráficamente este modelo conico.



Este modelo se caracteriza emitir la luz desde el observador, acá se concibe que los ojos son los que emiten esta luz y está a su vez es de forma cónica, así se explicaría la agudeza visual y la perspectiva, si bien este modelo es algo curioso en sí las explicaciones matemáticas de Ptolomeo y Euclides aún se siguen usando, puesto que aún se habla de rayos de luz, haz de luz... y fueron pioneros en usar los experimentos para respaldar sus afirmaciones.

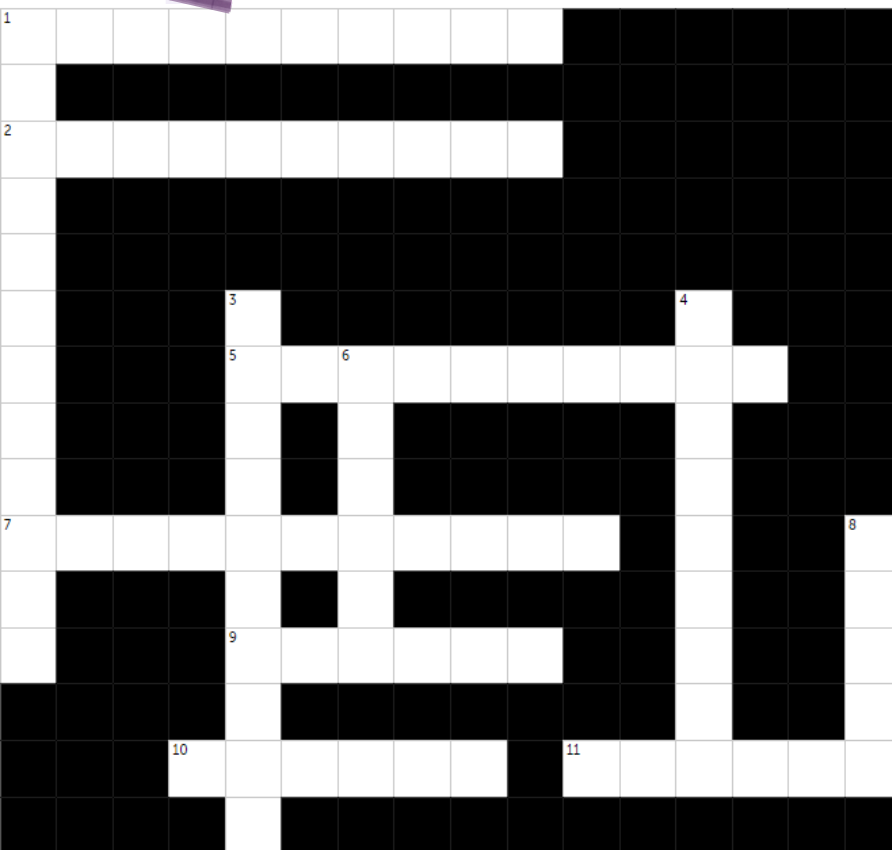


Con esto terminaría nuestro recorrido desde la filosofía griega hasta la edad media con alhacén para lo cual en esta última parte queremos hacer una actividad.

DE PTOLOMEO A EGIPTO EL CONO DE LUZ



Antes de finalizar, vamos a repasar algunos conceptos vistos a lo largo de la cartilla con ayuda del siguiente crucigrama:



Horizontal

- 1 ¿Cómo se llama el modelo de luz propuesto por Platon y Democrito?
- 2 línea recta que representa la dirección y el sentido de la propagación de la luz
- 5 ¿Cómo se llamo la primera persona en describir el primer modelo de la luz?
- 7 según Aristóteles la velocidad de la luz es
- 9 ¿Cómo se nombro al modelo de Ptolomeo y Euclides?
- 10 representación simplificada de la realidad en la que aparecen algunas de sus propiedades
- 11 según Democrito y Pláton la velocidad de la luz es

Vertical

- 1 suceso puntual que altera el equilibrio de un sistema pista (H₂O)
- 3 Proceso por el cual la luz cambia de dirección al pasar de un medio a otro se llama
- 4 ocurre cuando los rayos de luz que inciden en una superficie chocan en ella, se desvían y forma un ángulo igual al de la luz incidente
- 6 ¿Quién postulo un modelos particular de luz formado por tetraedros?
- 8 ¿Cuál era la mayor dificultad del modelo particular para ser aceptado?

Contexto, antes de seguir con nuestra historia:



La transición de la Edad Media al Renacimiento fue un proceso gradual que se produjo a lo largo de varios siglos. Los factores que contribuyeron a este cambio fueron:

- El descubrimiento de nuevos territorios
- La invención de la imprenta
- El auge de la burguesía

Estos factores llevaron a un cambio en la forma de pensar y ver el mundo. Los artistas, los científicos y los filósofos del Renacimiento se inspiraron en la cultura clásica, y buscaron crear un nuevo mundo basado en la razón y la ciencia.

DESCARTES, EL PLENUM Y EL REGRESO DE LAS PARTÍCULAS



¡LLEGAMOS AL RENACIMIENTO
PRINCIPIOS DEL AÑO 1600!

René Descartes, era un hombre de ciencia y de fe. Creía que la razón era el único camino para llegar al conocimiento; pero, también creía en la existencia de Dios.

René Descartes, un filósofo y científico destacado, hizo importantes contribuciones en diversos campos del conocimiento. Introdujo el plano cartesiano, que relaciona puntos en un plano con pares de números, dando origen a la geometría analítica. También exploró la naturaleza de la luz y propuso un modelo mecánico del universo.

Aunque Descartes tenía una perspectiva atomista sobre la materia, difería en dos aspectos clave: creía que los átomos podían dividirse infinitamente según la voluntad de Dios y rechazaba la idea del vacío propuesta por Demócrito. En cambio, propuso el concepto de "plenum", un fluido que llenaba todos los espacios vacíos y estaba compuesto por partículas pequeñas y flexibles.

Descartes aplicó su idea del "plenum" al estudio de la luz, considerándola como una perturbación en este medio. Aunque esta idea encajaba con la lógica aristotélica, fue desafiada por el experimento de Evangelista Torricelli, que demostró la existencia de vacío en un barómetro en la década de 1640, alterando las creencias sobre el vacío en esa época.

DESCARTES, EL PLENUM Y EL REGRESO DE LAS PARTÍCULAS

Uno de los aportes significativos en el tratado de óptica de Descartes es su concepción sobre los principios de la óptica, los cuales son:

1. Principio de la propagación rectilínea: La luz se propaga en línea recta a través de un medio homogéneo y transparente, a menos que encuentre un obstáculo o una interfaz entre dos medios diferentes.
2. Principio de la reflexión: Cuando la luz incide en una superficie reflectante, se refleja en ángulo igual al ángulo de incidencia. Esto se conoce como la ley de reflexión.
3. Principio de la refracción: Cuando la luz pasa de un medio a otro con una densidad óptica diferente, cambia su dirección. Este cambio se rige por la ley de refracción, que establece que el ángulo de incidencia es inversamente proporcional a la densidad óptica de los dos medios.



¡Experimentemos un poco!

MATERIALES:

1. UN RECIPIENTE TRANSPARENTE.
2. AGUA.
3. UNA FUENTE DE LUZ.
4. UNA PANTALLA BLANCA.

PROCEDIMIENTO:

COLOCA EL RECIPIENTE TRANSPARENTE SOBRE LA PANTALLA BLANCA.

LLENA EL RECIPIENTE CON AGUA HASTA LA MITAD. COLOCA LA FUENTE DE LUZ DETRÁS DEL RECIPIENTE. OBSERVA EL RECIPIENTE DESDE EL FRENTE.

DESCARTES, EL PLENUM Y EL REGRESO DE LAS PARTÍCULAS

¿Qué observas?

¿Cómo explicas lo que observas?

anagrama

Encuentra las palabras de los siguientes anagramas:



Lumpen _____

pista
Fluido que llena todo el espacio según Descartes.

Enfirolex _____

La luz incide en una superficie reflectante, se refleja en ángulo igual al ángulo de incidencia.

siónburteprá _____

Alteración de un cuerpo, por ejemplo el agua.

DESCARTES, EL PLENUM Y EL REGRESO DE LAS PARTÍCULAS

Descartes en su tratado de óptica deja en claro su idea de la necesidad de un medio llamado "plenum" que llenaba todo el espacio, para él, la existencia de vacío era algo absurdo, tenido una similitud a las ideas dinámicas de Aristóteles justo con su rechazo a la idea de vacío.

No obstante, gracias a Torricelli y su demostración de la existencia de vacío, un científico llamado Pierre Gassendi trajo a la escena el modelo particular de la luz, recordará el lector que de una de las dificultades de este modelo particular era la necesidad de la existencia de vacío.

Después del experimento de Torricelli, algunos pensadores se preguntaron cómo funciona la luz con la idea de vacío. Pierre Gassendi propuso que la luz está hecha de pequeñas partículas, que son emitidas por las fuentes luminosas y viajan en línea recta a nuestros ojos, permitiéndonos ver. Esto encaja con la óptica geométrica, que ve la luz como partículas que se mueven en línea recta.

Esta idea se diferencia de la de Descartes, quien creía que la luz se transmitía como una presión en un medio llamado "Plenum". Gassendi se inspiró en las ideas de Demócrito, mientras que Descartes se basó más en Aristóteles.

Estas dos perspectivas, una basada en partículas de luz y la otra en ondas de luz, llevaron a debates y análisis en la historia de la ciencia. Se conocen como el modelo corpuscular y el modelo ondulatorio de la luz.

DESCARTES, EL PLENUM Y EL REGRESO DE LAS PARTÍCULAS

Aquí nace, otra vez, esa discusión entre ondas y partículas, dos miradas distintas de un mismo fenómeno.



Robert Hooke, conocido por su ley de Hooke en mecánica clásica, también hizo contribuciones a la óptica. En su libro "Micrographia", Hooke describió cómo utilizó un microscopio para observar y experimentar con películas de colores generadas por la luz que incide en burbujas de jabón. Propuso que la luz tiene propiedades similares a las ondas propagadas por un medio líquido y defendió la idea de que la luz se propaga a través de un medio, apoyando la perspectiva de Descartes.

Hooke sugirió que las franjas de colores observadas eran el resultado de la interferencia de las ondas luminosas. Aunque aceptó la idea de un medio de propagación ("plenum"), se apartó de la idea de presión de Descartes y consideró que la luz era impulsos generados por las fuentes luminosas, es decir, perturbaciones en el medio.

En sus experimentos, Hooke también utilizó un prisma, donde al hacer pasar un rayo de luz blanca, observó una marca blanca con colores en los bordes debido a la degradación de la luz al pasar por el cristal. Aunque esta perspectiva respaldaba una idea ondulatoria de la luz. Isaac Newton, otro pensador que trabajó con prisma, explicó el fenómeno desde una perspectiva corpuscular de la luz, lo que llevó a debates sobre la naturaleza de la luz inspirados en los experimentos de Hooke.



DESCARTES, EL PLENUM Y EL REGRESO DE LAS PARTÍCULAS

Para la siguiente actividad hagamos burbujas.



Materiales:

Agua

Jabón líquido

Glicerina (opcional)

Un recipiente

Un popote

- 1 En un recipiente, mezcla 2 porciones de agua por 1 de jabón líquido.
- 2 Mezclas sumergiendo el popote y sopla para generar la burbuja.
- 3 Genera una burbuja sobre tu mesa y dirige la luz de una linterna sobre la burbuja.



¿Qué observas?

¿Cómo lo explicas?

¿Cuál modelo de la luz usarías para explicar lo observado?

LAS IDEAS PARTICULARES DE NEWTON

Newton se inspiró en el tratado de óptica propuesta por Hooke, no obstante decide proponer una idea corpuscular de la luz.



Isaac Newton propuso en 1704 que la luz estaba formada por partículas llamadas corpúsculos, que se movían en línea recta, en contraste con la teoría ondulatoria de Hooke.

A pesar de los esfuerzos de Newton por defender su teoría corpuscular de la luz, enfrentó desafíos fundamentales, si bien la óptica geométrica puede explicarse con una mirada de la luz como corpúsculo, esto no bastó, especialmente en lo que respecta a la velocidad de la luz en diferentes medios. Newton argumentaba que la luz estaba compuesta por partículas que se moverían más rápido en el agua que en el aire.

Sin embargo, surgió un problema cuando se observó que la velocidad de la luz disminuía al pasar de un medio, como el aire, al agua. Su modelo fallaba, en este detalle, no coincidía con los resultados experimentales en cuanto a la velocidad. A pesar de sus contribuciones importantes en óptica y física, el modelo corpuscular de Newton no pudo superar estas discrepancias y fue desafiado por la teoría ondulatoria de la luz promovida por Huygens. La teoría ondulatoria explicaba de manera más precisa los fenómenos lumínicos, como la velocidad de la luz en diferentes medios y la interferencia de la luz, lo que finalmente llevó a su aceptación y a un cambio en la comprensión predominante de la naturaleza de la luz.

LAS IDEAS PARTICULARES DE NEWTON

No obstante, el legado de newton nos dejó varias explicaciones sobre efectos de la luz, una de ellas es su composición.



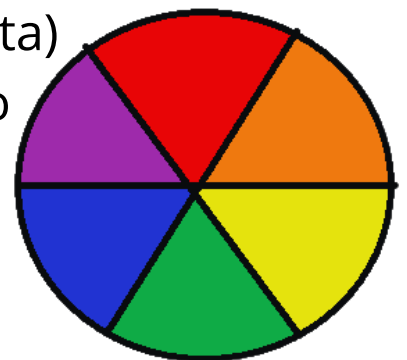
Para entenderlo mejor descompongamos la luz, vamos a experimentar.



Materiales:

1. Cartulina blanca
2. Lápices de colores (rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violeta.)
3. Tijeras
4. Dos metros de cuerda (pita)
5. Transportador redondo
6. Colbón

EJEMPLO



instrucciones:

- 1 En la cartulina dibuja una circunferencia con ayuda del transportador.
- 2 Divide la circunferencia en 6 espacios, cada espacio con 60 grados (ejemplo véase la figura de ejemplo).
- 3 Colorea los espacios siguiendo de la siguiente manera (rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violeta.) tal y como se aprecia en el ejemplo.
- 4 Haz otra circunferencia con ayuda del transportador y recorta los dos círculos.

LAS IDEAS PARTICULARES DE NEWTON

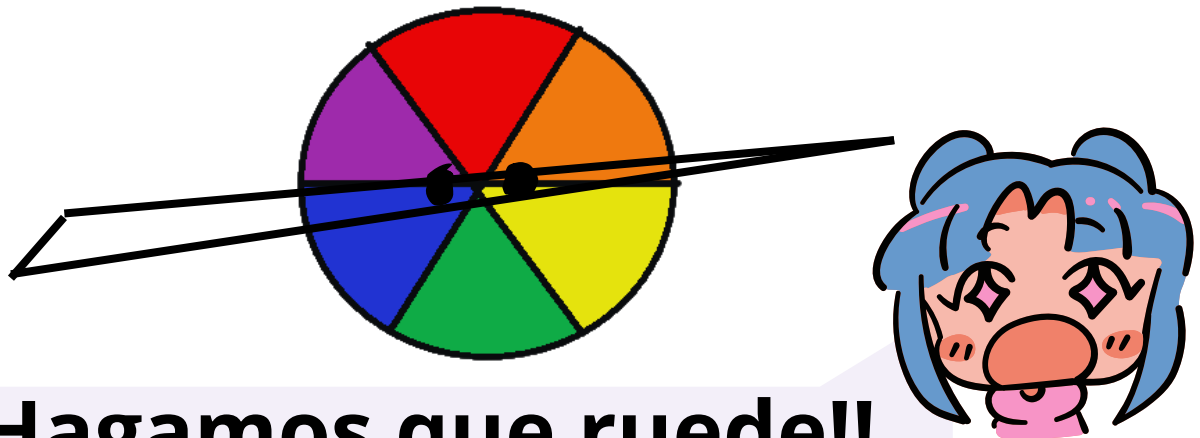
Instrucciones:

5 Pega los círculos esto con el fin de darle más robustez a nuestra rueda.

6 Abre dos agujeros a un centímetro del centro cada agujero.

7 Por último, pasamos la pita por cada uno de los orificios, una vez hecho esto, atamos los extremos.

EJEMPLO



¡¡Hagamos que ruede!!

¿Qué esperabas ver al empezar a girar el círculo de colores?

¿Qué observaste realmente cuando el círculo comenzó a girar a gran velocidad?

¿Para ti que es un corpúsculo?

HUYGENS, YOUNG, LAS ONDAS Y LA DOBLE RENDIJA

En el siglo XVII, Christiaan Huygens propuso un modelo ondulatorio de la luz en su obra "Traité de la Lumière". Este modelo revolucionó nuestra comprensión de la luz al describirla como ondas en lugar de partículas. Huygens concebía que estas ondas se propagaban en un medio material y no de manera instantánea, lo que marcó un cambio conceptual importante. Ole Romer realizó un experimento astronómico que estimó la velocidad finita de la luz, respaldando esta idea.

El modelo ondulatorio de Huygens explicó fenómenos complejos como la reflexión, refracción, difracción e interferencia de la luz de manera más precisa que la óptica geométrica. Según este modelo, la reflexión ocurre cuando las ondas de luz golpean una superficie y se reflejan en ángulos iguales pero opuestos. En la refracción, las ondas cambian de dirección al pasar de un medio a otro debido a cambios en la velocidad de propagación. Además, el modelo de Huygens abordó fenómenos como la difracción (cuando las ondas de luz rodean obstáculos) y la interferencia (cuando se superponen y crean patrones de interferencia).

- **Reflexión:** La reflexión ocurre cuando las ondas de luz inciden en una superficie y se reflejan en ángulos iguales pero opuestos. Esto se debe a que cada punto de la onda se comporta como una fuente secundaria de ondas, generando así una onda reflejada. El modelo ondulatorio de Huygens explica este fenómeno al considerar que las ondas se propagan desde la fuente luminosa y chocan con la superficie, creando ondas reflejadas que siguen la ley de reflexión.

HUYGENS, YOUNG, LAS ONDAS Y LA DOBLE RENDIJA

- **Refracción:** La refracción se produce cuando las ondas de luz pasan de un medio a otro con diferente densidad, lo que causa un cambio en su velocidad y dirección de propagación. El modelo de Huygens explica que las ondas se ralentizan o aceleran al atravesar los límites entre medios, lo que provoca la refracción. Esto es especialmente evidente cuando la luz pasa de un medio menos denso (como el aire) a uno más denso (como el agua), y viceversa.

- **Difracción:** La difracción es la capacidad de las ondas de luz para rodear obstáculos y propagarse en diferentes direcciones después de pasar por una rendija o borde. Huygens propuso que cada punto de una onda luminosa se convierte en una fuente secundaria de ondas, y estas ondas secundarias interfieren entre sí, creando patrones de difracción. Este fenómeno es evidente cuando la luz pasa por una rendija estrecha y se observan franjas de luz y sombra en un patrón característico.

Para entender mejor estas características de la luz realicemos la siguiente actividad, miremos los siguientes ejemplos y de acuerdo con el texto dime si la gráfica representa una difracción.



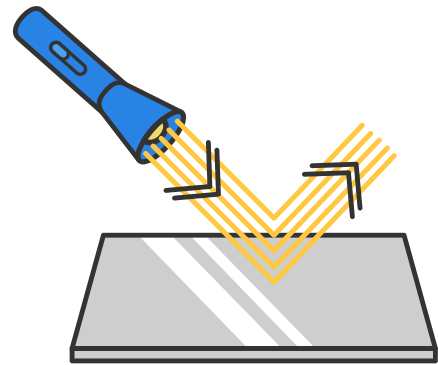
HUYGENS, YOUNG, LAS ONDAS Y LA DOBLE RENDIJA



¿Qué nombre se le da a este fenómeno físico?

¿Cómo lo explicarías?

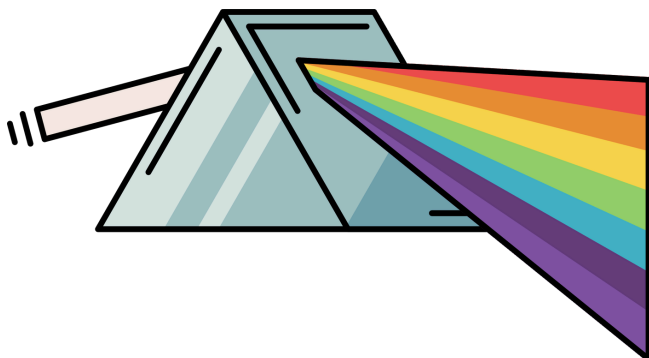
¿Qué modelo usarías para explicarlo?



¿Qué nombre se le da a este fenómeno físico?

¿Cómo lo explicarías?

¿Qué modelo usarías para explicarlo?



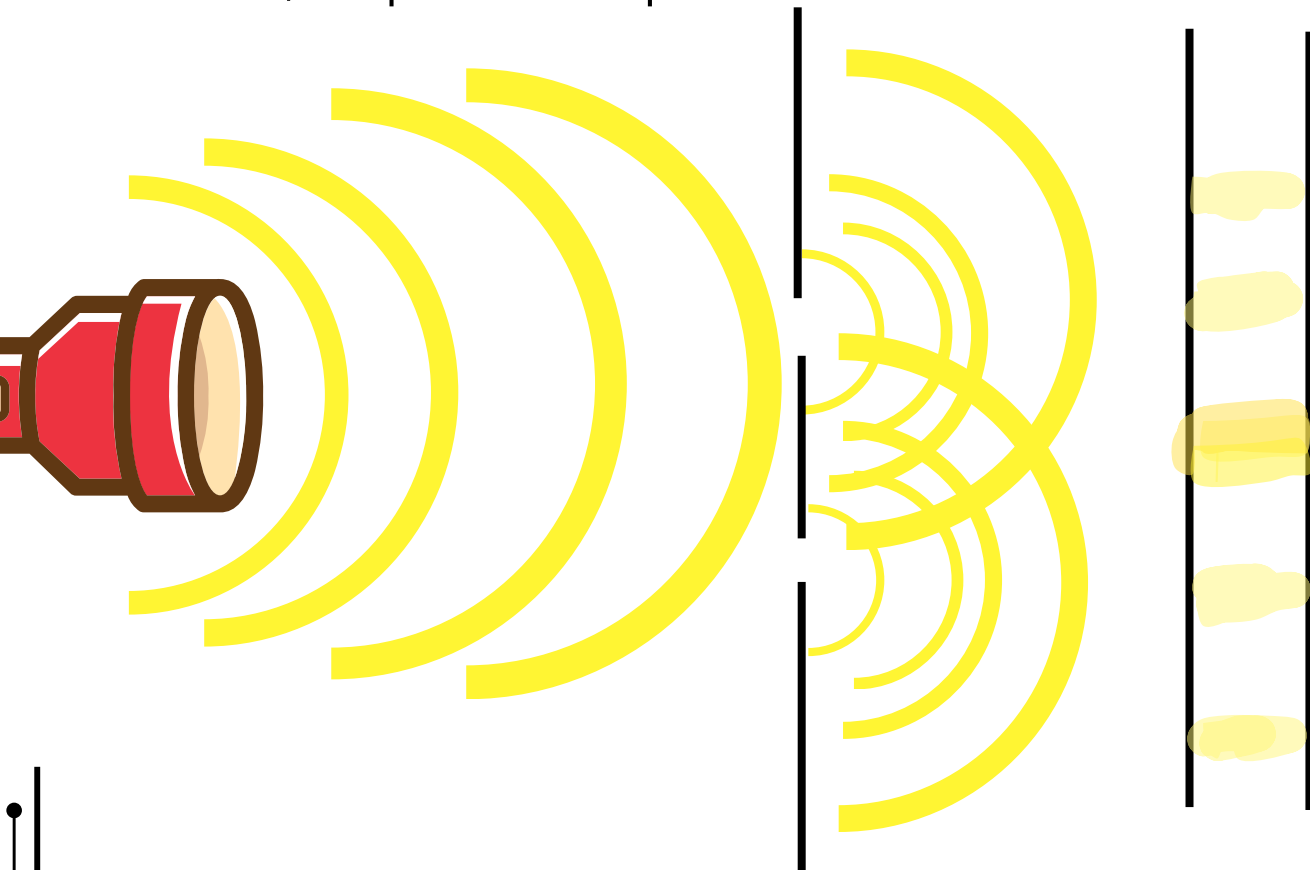
¿Qué nombre se le da a este fenómeno físico?

¿Cómo lo explicarías?

¿Qué modelo usarías para explicarlo?

HUYGENS, YOUNG, LAS ONDAS Y LA DOBLE RENDIJA

El experimento de Young, realizado por Thomas Young en el siglo XIX, tenía como objetivo demostrar que la luz se comporta como una onda y respaldar la teoría de que la luz tiene una naturaleza ondulatoria, una idea previamente propuesta por Christiaan Huygens en el siglo XVII. Young logró esto al dirigir la luz a través de una pantalla con dos pequeñas rendijas, lo que generó un patrón de franjas de luz y sombra en una pantalla ubicada detrás. Este patrón se formó debido a la interferencia entre las ondas de luz que pasaron por las dos rendijas. Además de confirmar la naturaleza ondulatoria de la luz, más tarde este mismo experimento también evidenciaría la dualidad onda-partícula de la luz, un problema que nos llevara a un mundo cuántico.



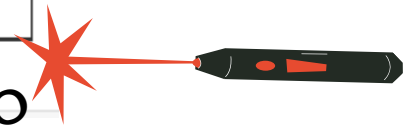
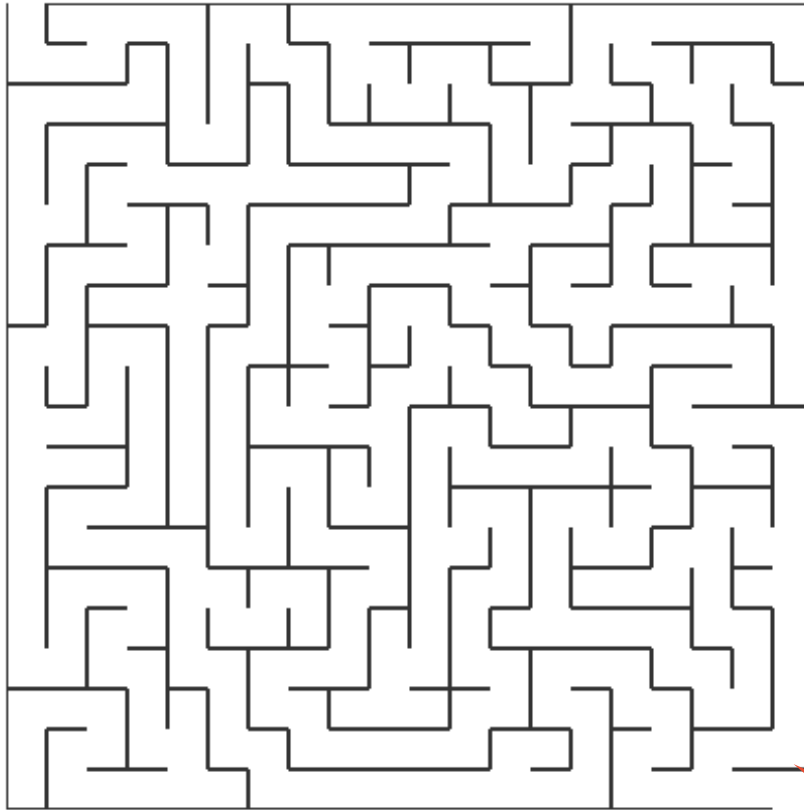
HUYGENS, YOUNG, LAS ONDAS Y LA DOBLE RENDIJA

Laberinto

"Para escapar del laberinto, tu tarea consiste en ubicar la cantidad necesaria de espejos para guiar la luz hacia la meta. Recuerda que debes respetar las reglas del fenómeno físico que rige este desafío."



META



INICIO

PARA FINALIZAR, QUERÍA PREGUNTARTE ¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MODELO ONDULATORIO O EL CORPUSCULAR?



VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MODELO CORPUSCULAR	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MODELO ONDULATORIO

Buen viaje

"Quiero expresar mi gratitud por acompañarme hasta el final de este viaje. Sé que ha sido un trayecto largo, pero la luz es un fenómeno verdaderamente fascinante. A lo largo de la historia, los seres humanos hemos intentado comprenderla y representarla de diversas maneras. Solo podemos apreciar sus manifestaciones y a partir de ahí tratamos de crear una imagen mental de cómo se comporta. Esto explica por qué existen tantos modelos, ya sean basados en ondas o partículas. La verdad es que ambos enfoques tienen su validez y su razón de ser. Puede sonar curioso, pero en realidad, nunca hemos "visto" la luz en sí misma, sino que comprendemos su existencia a través de sus efectos y manifestaciones en nuestro mundo. "



"La luz es más compleja de lo que parece. Puedo ser tanto partícula como onda, y todo depende de la situación. La naturaleza es igual de compleja y maravillosa, y la ciencia es una de las mejores herramientas que los seres humanos tienen para responder esas preguntas difíciles. Es mediante el conocimiento que han cultivado y transmitido a lo largo de generaciones que han llegado a las estrellas, recuerden la humildad, es clave en esta búsqueda, ya que nos recuerda que siempre hay más por descubrir y aprender. Así que, estudiantes, los invito a ser humildes en su búsqueda de conocimiento y a sentirse parte de esta fascinante aventura científica, aquí se despiden de la luz."

