

**Una Aproximación a la Teoría de la Luz a Través del Fenómeno Ondulatorio mediante la
Experimentación con Estudiantes de Grado Noveno**

Nichole Andrea Osorio Galeano¹

¹ Facultad de Educación, Licenciatura en matemáticas y física, Universidad Católica de

Manizales

Diciembre de 2021

Notas de autor

Este trabajo de grado fue realizado por la autora para optar al título de Licenciada en matemáticas y física de la Universidad Católica de Manizales, con la asesoría del Mg. Luis Hernando Carmona Ramírez.

La correspondencia relacionada con este proyecto debe ser dirigida al autor.

Contacto: nichole.osorio@ucm.edu.co

Dedicatoria

El presente proyecto denominado: Una aproximación a la teoría de la luz a través del fenómeno ondulatorio mediante la experimentación con estudiantes de grado Noveno, lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de lograr uno de los sueños más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, es un privilegio de ser su hija, son los mejores padres.

A mi hermano, por siempre estar presente, acompañándome y por el apoyo moral, que me brinda a lo largo de esta etapa, y de la vida.

Y, por último, a todas las personas que me han apoyado, y han hecho que este proyecto se realice con éxito, en especial aquellos que me abrieron sus puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimientos

Al finalizar este proyecto investigativo de aula, quiero utilizar este espacio para agradecer a Dios por todas sus bendiciones, a mis padres que han sabido darme su ejemplo de trabajo y honradez, a mi hermano por su apoyo y paciencia en este proceso.

Mi profundo agradecimiento a la Institución Educativa Instituto para la Ciencia, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso de práctica dentro del establecimiento educativo.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Católica de Manizales, a la facultad de educación, a mis profesores en especial al Mg. Luis Hernando Carmona Ramírez quien con su enseñanza, dirección, conocimiento y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo e hizo que creciera día a día como profesional.

Finalmente gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Resumen

El principal objetivo de estudio de este trabajo fue fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de la teoría de la luz a través de los fenómenos ondulatorios en los estudiantes de grado noveno mediante la experimentación, así mismo mediante los objetivos específicos se buscó identificar los obstáculos que presentaban los estudiantes al momento de realizar la experimentación, para ello se diseñaron laboratorios de inter aprendizaje que permitieran la implementación y el desarrollo de habilidades acerca de los fenómenos de la luz mediante simulaciones y laboratorios no convencionales. Para lo cual se realizó la aplicación de laboratorios para la enseñanza de los fenómenos ondulatorio de la luz mediante dos estrategias que permitieron evaluar la incidencia del uso y su aplicación durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de la teoría de la luz. Por otro lado, se realizó una búsqueda bibliográfica de investigaciones que consideraran la enseñanza y el aprendizaje de la óptica en la física. Por último, se concluyó que uno de los ejes fundamentales de la didáctica de la física es el desarrollo histórico de la ciencia y el aprendizaje pedagógico del experimento dentro del aula, ya que con su aplicación se evidencia el avance conceptual frente los temas a tratar, lo que hizo que el estudiante pudiera debatir, opinar, e interesarse más por el aprendizaje.

Palabras clave: Fenómenos ondulatorios; Simulaciones; Laboratorios; enseñanza aprendizaje de la luz; Experimentación.

Abstract

The main objective of the study of this work was to strengthen the teaching and learning of the theory of light through wave phenomena in ninth grade students through experimentation, likewise through specific objectives it was sought to identify the obstacles they presented The students at the time of the experimentation, for this purpose, inter-learning laboratories were designed that allow the implementation and development of skills about the phenomena of light through simulations and unconventional laboratories. For which the application of laboratories was carried out for the teaching of the wave phenomena of light through two strategies that allowed evaluating the incidence of use and its application during the teaching and learning process of the theory of light. On the other hand, a bibliographic search of investigations that considered the teaching and learning of optics in physics was carried out. Finally, it was concluded that one of the fundamental axes of the didactics of physics is the historical development of science and the pedagogical learning of the experiment within the classroom, since with its application the conceptual advance against the topics to be discussed is evidenced, what made the student able to debate, comment, and be more interested in learning.

Keywords: Wave phenomena; Simulations; Laboratories; Teaching learning of light; Experimentation.

Tabla de Contenidos

Resumen.....	4
Abstract.....	5
Introducción	11
Capítulo I 1. Formulación del Problema.....	13
1.1 Planteamiento del Problema	13
1.1.1 Pregunta problema	14
1.2 Objetivos.....	14
1.2.1 Objetivo general.....	15
1.2.2 Objetivos específicos	15
1.3 Justificación	15
1.4 Viabilidad:.....	17
Capítulo II 2. Marco Referencial	18
2.1 Marco de Antecedentes.....	18
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	18
2.1.2 Antecedentes nacionales	19
2.1.3 Antecedentes locales	20
2.2 Marco Legal	21
2.3 Marco Teórico.....	24
2.3.1 Enfoque experimental en la enseñanza de las ciencias	25
2.3.2 El uso de las TIC para la enseñanza de la física	25
2.3.3 Los laboratorios no convencionales.....	27

2.4 Marco Conceptual.....	29
2.4.1 Refracción de la luz	29
2.4.2 Reflexión de la luz	29
2.4.3 Difracción	30
Capítulo III.....	31
3. Metodología	31
3.1 Enfoque de Investigación.....	31
3.2 Tipo de Investigación.....	31
3.3 Diseño metodológico de investigación	32
3.4 Población y Unidad de Análisis	32
3.5 Técnicas e Instrumentos:.....	32
3.5.1 Cuestionario de entrada.....	32
3.5.2 Cuestionario de Salida	33
3.5.3 Secuencia didáctica (Laboratorios no convencionales y simulaciones):	33
3.6 Prueba de validez y confianza de los instrumentos	34
Capitulo IV.....	36
4. Resultados y Discusión.....	36
4.1 Hallazgos obtenidos de acuerdo con el objetivo # 1.....	36
4.2 Hallazgos obtenidos de acuerdo con el objetivo # 2.....	38
4.2.1 La descomposición de la luz.....	38
4.2.2 La refracción de la luz:	39
4.2.3 la difracción de la luz.....	39
4.2.4 La simulación.....	40

4.3 Hallazgos obtenidos de acuerdo con el objetivo # 3.....	40
4.3.1 Análisis del cuestionario diagnóstico.....	41
4.3.2 Análisis del cuestionario de salida.....	43
4.3.3 Análisis del laboratorio no convencional y la simulación #1	47
4.3.4 Análisis del laboratorio no convencional y la simulación # 2	54
4.3.5 Análisis del laboratorio no convencional y la simulación # 3	59
4.4 Hallazgos obtenidos de acuerdo con el objetivo # 4.....	65
Capítulo V.....	67
5. Conclusiones y Recomendaciones	67
Referencias.....	69
Anexos	71
Anexo 1: Carta De Validación De Cuestionario De Entrada Por Expertos	71
Anexo #2. Carta De Validación De Instrumentos Por Expertos Una Aproximación A La Teoria De La Luz.....	75

Lista de Tablas

Tabla 1	Ventajas y desventajas del uso de las TIC	27
Tabla 2	Rúbrica par la prueba de validez de contenido	34
Tabla 3	Resultados descriptivos del cuestionario diagnóstico.....	41
Tabla 4	Resultados obtenidos del cuestionario de salida.....	44
Tabla 5	Hallazgos obtenidos después de la aplicación del laboratorio no convencional #1	47
Tabla 6	Hallazgos obtenidos posterior a la aplicación de la simulación # 1	50
Tabla 7	Hallazgos obtenidos después de la aplicación del laboratorio no convencional # 2	54
Tabla 8	Hallazgos obtenidos posterior a la aplicación de la simulación # 2	56
Tabla 9	Hallazgos obtenidos después de la aplicación del laboratorio no convencional # 3	59
Tabla 10	Hallazgos obtenidos posterior a la aplicación de la simulación # 3	62
Tabla 11	Comparación de los simuladores por parte de los estudiantes.....	65

Lista de Figuras

Figura 1	Experimento no convencional sobre la refracción	37
Figura 2	Aplicación de la simulación con PhET sobre la refracción.....	38
Figura 3	Proceso desarrollado en el laboratorio #1	48
Figura 4	Proceso de simulación de la descomposición de la luz con el laboratorio PhET.....	52
Figura 5	Desarrollo del laboratorio no convencional # 2 (Refracción de la luz).....	55
Figura 6	Proceso de simulación de refracción de la luz con el laboratorio PhET	58
Figura 7	Desarrollo del laboratorio no convencional referente a la difracción	61
Figura 8	Proceso de simulación de la difracción con el software PhET.....	64

Introducción

En la escuela la enseñanza de la óptica consiste en abordar un conjunto de fenómenos asociados al comportamiento de la luz, entre los que se incluyen la reflexión, la refracción, y la difracción. A esto se le asocia el experimento como una herramienta didáctica para problematizar la construcción de las teorías y no como un mecanismo para evidenciar la concordancia entre lo predicho por una ecuación y el devenir de un fenómeno natural.

Este trabajo está compuesto por cinco capítulos; en el primer capítulo, se encuentra la problemática que se presenta en el aula, en donde se pueden evidenciar varias falencias en el proceso de enseñanza y aprendizaje, debido a que se ha hecho a un lado la experimentación y la historia. Posterior a esto aparece la pregunta problema: ¿Cómo fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de la teoría de la luz a través de los fenómenos ondulatorios en grado noveno mediante la experimentación?, permitiendo así formular el objetivo general, y los objetivos específicos que ayudarán a desarrollar la respectiva intervención en el aula.

El capítulo dos, trata sobre la búsqueda bibliográfica de investigaciones que son considerados antecedentes del proyecto de investigación, teniendo como eje principal el desarrollo histórico de la ciencia y el aprendizaje pedagógico del experimento dentro del aula de clase. En marco legal, que permitió conocer los documentos legales que rigen la investigación, y con el marco teórico evidenció que el trabajo del profesor debe estar orientado hacia el aprendizaje del estudiante.

El tercer capítulo, le da la orientación metodológica y las técnicas, instrumentos y la operacionalización de las categorías. Por otro en el cuarto capítulo cuarto se resalta el análisis de los resultados y la efectividad de las estrategias propuestas para el avance conceptual de los

estudiantes, frente a la asignatura y la temática de la óptica en física, que a su vez, permite evidenciar los hallazgos obtenidos con la intervención de los laboratorios no convencionales y las simulaciones.

Por último, en el capítulo cinco, aparecen las conclusiones que generó la implementación y desarrollo de los laboratorios no convencionales y las simulaciones, en lo que se resalta que como referente, el cómo enseñar la física en la escuela secundaria de una forma vivencial, contextualizada y significativa.

Capítulo I

1. Formulación del Problema

1.1 Planteamiento del Problema

Anteriormente, la educación estuvo centrada en cómo el docente transmitía el conocimiento, en cómo mejoraba su pedagogía, en cómo hacía llegar estos conocimientos a sus estudiantes. Hoy en cambio, la atención está centrada en descubrir cómo aprende el estudiante, cómo potenciar su aprendizaje, y que ellos sean partícipes en la construcción de su conocimiento. La Educación de hoy propone una nueva manera de pensar lo que anteriormente se conocía como el proceso dialéctico entre enseñanza – aprendizaje.

Sin embargo, dentro del aula se siguen presentando varias falencias en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que se hizo a un lado la experimentación y la historia. La experimentación es el método por el cual el estudiante entra con ideas básicas del tema a tratar, y puede profundizar con la teoría, donde los conceptos se aprenden de forma más completa y se empieza a evidenciar el cambio conceptual.

En los centros educativos de nuestro país, se presentan diversos inconvenientes en todas las áreas de aprendizaje, especialmente en el área de ciencias naturales donde está inserta la asignatura de física debido a que los estudiantes del nivel de educación básica secundaria y media, no logran desarrollar habilidades experimentales, y mucho menos históricas, lo que genera en los estudiantes un bajo conocimiento de la ciencia, haciendo esto que no puedan dar solución a cada una de las problemáticas de la sociedad.

A través de un estudio realizado a nivel nacional por el ICFES a estudiantes del grado noveno, se pudo evidenciar que presentaban bajo desempeño o falta de capacidad para defender

sus ideas o de justificarlas (Ayala-García, 2015). Esta misma dificultad se presenta en la Institución educativa Instituto para la Ciencia, donde fue llevada a cabo la práctica Pedagógica Investigativa.

Es importante resaltar que los estudiantes hoy en día, les falta curiosidad por todo lo que les rodea y dan todo por evidente.

Si este problema persiste en nuestros estudiantes, además de la falta de interés, de explorar el mundo, de conocer donde surgieron las cosas, será muy grave de afrontar, ya que se está perdiendo una etapa en donde el estudiante puede ser formado críticamente ante la sociedad, teniendo la capacidad de solucionar problemas razonablemente, y de desarrollar cada una de las habilidades fenomenológicas experimentales propuestas.

Por consiguiente, es importante llevar a cabo este proyecto, ya gracias al uso laboratorios y simuladores se podrá desarrollar un aprendizaje a mayor profundidad, fortaleciendo la enseñanza y aprendizaje de la teoría de la luz a través de los fenómenos ondulatorias y lo más importante iniciando desde el grado noveno, para evidenciar un avance conceptual en el estudiante en el nivel de educación media, razón por lo cual nos lleva a concebir la pregunta problema que se plantea a continuación.

1.1.1 Pregunta problema

¿Cómo fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de la teoría de la luz a través de los fenómenos ondulatorios mediante la experimentación con estudiantes de grado noveno?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de la teoría de la luz a través de los fenómenos ondulatorios mediante la experimentación con estudiantes de grado noveno.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar los obstáculos conceptuales que presentan los estudiantes al momento de realizar la experimentación haciendo uso de los laboratorios no convencionales y las simulaciones.
- Diseñar laboratorios de inter aprendizaje que permitan la implementación y el desarrollo de habilidades sobre los fenómenos de la luz mediante simulaciones y laboratorios no convencionales.
- Aplicar los laboratorios para la enseñanza de los fenómenos ondulatorio de la luz mediante dos estrategias: Simulaciones y laboratorios no convencionales
- Evaluar la incidencia de las dos estrategias sobre el uso de los laboratorios y su aplicación durante el proceso de enseñanza y aprendizaje.

1.3 Justificación

Los laboratorios no convencionales y las simulaciones son recursos didácticos de trabajo en el aula de física considerados como parte metodológica del proceso de enseñanza y aprendizaje que aportan al desarrollo del conocimiento con criterios de desempeño y competencias, más aún el docente tiene la posibilidad de orientarlos con la interdisciplinariedad, mediante la utilización de técnicas y estrategias adecuadas que están regidas por los estándares de competencias tanto nacionales como internacionales.

No obstante, la investigación realizada es de gran importancia dentro del campo educativo, porque permite determinar la incidencia de los laboratorios no convencionales y las simulaciones como recursos didácticos para el desarrollo de destrezas, con criterio de desempeño, es decir, contribuye al estudio de la naturaleza ondulatoria de la luz al vincular el conocimiento científico con la parte experimental y relacionarlo de acuerdo al contexto social, dentro de una pedagogía crítica, en donde el estudiante se vuelve protagonista de su aprendizaje.

Se considera además una proyecto de aula e investigación con carácter innovador porque su aporte educativo promueve el desarrollo de destrezas, ya que dicha propuesta es relevante puesto que se da uso a los laboratorios como recursos didácticos para el desarrollo de estas; en donde se determinó que un recurso debe fundamentarse de manera tanto pedagógica como didáctica para que la información encontrada sea entendible y su manejo no se convierta en problema tanto para el docente de física como para el estudiante ya que este es el eje principal para la apropiación de estructuras prácticas que le permiten la exploración y la demostración de lo que le sucede en su entorno social, familiar y escolar, así que es vital que como un individuo desarrolle capacidades cognitivas, afectivas y comunicativas, para darle solución a los problemas de la sociedad, como la falta de conocimientos sobre la ciencia, la falta de realismo ante los acontecimientos.

Por ello este proyecto se va a realizar, con el fin de retomar la experimentación y la historia de la naturaleza de la luz por medio de los fenómenos ondulatorios, fortaleciendo la enseñanza y el aprendizaje e implementando el uso de laboratorios no convencionales y simulaciones, dejando este como legado en el avance conceptual de la ciencia en el aula.

1.4 Viabilidad:

Los estudiantes obtendrán nuevos procesos de enseñanza y aprendizaje al implementar este proyecto, ya que los laboratorios no convencionales y las simulaciones son de gran utilidad para los maestros de ciencias naturales de la institución educativa Instituto para la Ciencia, porque les sirven como modelo de enseñanza - aprendizaje, y como un recurso didáctico para enriquecer y mejorar el que hacer pedagógico, generando interés y motivación para adquirir un nuevo conocimiento en el área de física, permitiendo el desarrollo de las actividades que promueven el interés y las ganas de aprender en los estudiantes y que a su vez fortalecen el aprendizajes significativo mediante los niveles experimentales que el estudiante obtenga en el proceso práctico.

En conclusión, de no llevar este proyecto a cabo, el proceso de enseñanza - aprendizaje, seguiría en las mismas condiciones en el área de la física, dónde por muchos años se han hecho a un lado la experiencia y en consecuencia de esto, la rama de física se ha considerado una materia difícil de entender, y sin ningún criterio en el hoy. Es además viable ya que la institución educativa aprueba dicho proceso y se cuentan con los elementos necesarios para su ejecución.

Capítulo II

2. Marco Referencial

2.1 Marco de Antecedentes

Para realizar la búsqueda bibliográfica de investigaciones que se han considerado antecedentes del proyecto de investigación, se consideraron algunas directrices, en primer lugar los trabajos debían mostrar el interés por desarrollar una propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de algún tema de la física utilizando la experimentación, además de tener como eje principal el desarrollo histórico de la ciencia y el aprendizaje pedagógico del experimento dentro del aula de clase. Esta indagación nos permitió fortalecer nuestra propuesta investigativa a partir desde las experiencias previas desarrollados en dichas investigaciones, a la vez que enriqueció conceptualmente nuestros planteamientos. Y finalmente se tuvo en cuenta trabajos que se interesaran por la óptica y el uso de simulaciones. En este apartado se describen los antecedentes internacionales, nacionales y locales del proyecto.

2.1.1 Antecedentes internacionales

Se consideró como único antecedente el trabajo de doctorado realizado por Bravo (2016), titulado: La experimentación en el aprendizaje de la física. Su incidencia en la construcción de conceptos referidos a la óptica ondulatoria. Esta investigación fue realizada en la Universidad Nacional de la provincia de Buenos Aires, Argentina. La propuesta investigativa tenía como propósito investigar el aprendizaje de estudiantes universitarios sobre la interferencia y difracción de la luz, en el ámbito de un laboratorio de física.

La investigación fue de tipo cualitativo con una mirada interpretativa, donde se diseñó una propuesta didáctica que integraba lo conceptual con las competencias experimentales. En el marco teórico se tuvo en cuenta los campos conceptuales de Vergnaud, con la teoría sociolingüística de Vygotsky y la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel.

Concluyendo que el aprendizaje de la física ondulatoria y el rol del laboratorio permiten una evolución de la teoría ondulatoria.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Un primer trabajo se titula: Experimentos en el aula de clase para la enseñanza de la física. (Marulanda y Gómez, 2006), realizado en la Universidad EAFIT de Medellín, Colombia.

Esta propuesta investigativa presentaba el aprendizaje de estudiantes universitarios sobre aspectos fenomenológicos para la elaboración de modelos formales en la enseñanza de la física, convirtiéndose la experimentación en un recurso didáctico valioso de este proceso. Es una investigación de tipo cuantitativo que permite confrontar, verificar leyes o situaciones predichas por la teoría. El marco teórico es la teoría de campos conceptuales, especialmente en la experimentación por demostración que permite establecer la correspondencia entre lo explicado y lo observado propiciando la curiosidad y la capacidad de relacionar diferentes fenómenos.

Se considera además el trabajo titulado: La experimentación como estrategia para la enseñanza – aprendizaje del concepto de la materia y sus estados (Rivera, 2016), la investigación fue realizada en la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. La propuesta educativa tenía como propósito desarrollar prácticas de laboratorio con elementos del entorno sobre el concepto de la materia y sus estados, potenciando las prácticas de laboratorio en ciencias y la

observación de diferentes fenómenos naturales, de este modo permitió al estudiante mejorar la interiorización de los conceptos.

La propuesta metodológica se profundizó en el ámbito cuantitativo, donde estableció la implementación de guías didácticas basada en las necesidades del contexto y desarrollaron una metodología activa a través de diferentes etapas del aprendizaje las cuales les facilitaron a los alumnos la construcción, la apropiación y el refuerzo del conocimiento. Las etapas están referidas a actividades básicas, de práctica y de aplicación (Colombia Aprende).

Concluyendo que el proceso de experimentación en el aula cumple ciertas características: como “estar orientado por el docente, ser dinámico, creativo y transversal a las clases”. (p.70)

2.1.3 Antecedentes locales

Finalmente, se realizó un acercamiento a través del trabajo titulado: Estrategia didáctica para el aprendizaje de la teoría de la Luz de Newton en Educación Media a partir de la Epistemología, este trabajo fue realizado Vargas (2020) en la Universidad Católica de Manizales. La propuesta investigativa tenía como propósito implementar el experimento como una herramienta didáctica para problematizar la construcción de las teorías y no a manera de evidenciar la concordancia entre lo predicho por una ecuación y el devenir de un fenómeno natural.

El diseño metodológico de la investigación fue de carácter fenomenológico experiencial, puesto que describía situaciones cotidianas que se presentan en un contexto determinado y que manifiesta cambios dándole importancia al significado de los actos humanos, de tipo cualitativo, y trabajado en el la Institución educativa El Madroño con los estudiantes de grado 10 y 11 de dicha institución.

Concluye el autor que la experiencia a partir de la teoría de Newton se ha constituido en un método de enseñanza de conceptos relacionados con la naturaleza de la luz y la formación de colores dónde los estudiantes aprenden además de experimento el proceso histórico y epistemológico del científico.

2.2 Marco Legal

En este apartado se presenta la normativa que rige a la investigación, la cual determina su competencia y lo que es aplicable a su actividad o pertinencia para su desarrollo. De igual forma se deben publicar las políticas, manuales o lineamientos que producen el Ministerio de educación, a continuación se describen cada una de las leyes, decretos o normas.

La Ley General de educación (1994), En el artículo # 1 establece que la educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes.

La misma ley en su artículo # 32, dice que se deben incorporar en la formación teórica y práctica, “los avances de la ciencia y de la técnica, para que el estudiante este en la capacidad de adaptarse a las nuevas tecnologías y sus grandes avances”. (p.10)

Además en el artículo # 92, establece que la educación:

[...] debe favorecer el pleno desarrollo de la personalidad del educando, dar acceso a la cultura, al logro del conocimiento científico y técnico y a la formación de valores éticos, estéticos, morales, ciudadanos y religiosos, que le faciliten la realización de una actividad útil para el desarrollo socioeconómico del país (p, 20).

Por su parte en los estándares básicos de competencias (2006), se proponen unas grandes metas de formación en ciencias en la educación básica y media, entre estas: favorecer el pensamiento científico, desarrollar la capacidad autónoma de seguir aprendiendo, desarrollar la capacidad de valorar críticamente la ciencia y aportar a la formación de hombres y mujeres para que sean miembros activos de la sociedad.

Los estándares establecen una guía para orientar la enseñanza de la ciencia en educación básica y media, rescatando el valor de los aprendizajes significativos a través de un ejercicio pedagógico que es consciente de los niveles de complejidad inherentes al aprendizaje de la ciencia. Promueven la importancia de trabajar desde una mirada transdisciplinar en la enseñanza y del trabajo colaborativo en el aula.

La teoría de la luz mediante fenómenos Ondulatorios está contemplada en los estándares básicos como el conocimiento del entorno físico, a su vez se divide en procesos químicos y procesos físicos; el documento sugiere que estos aprendizajes se deben contemplar desde grado noveno.

Así mismo en los derechos básicos de aprendizaje de ciencias naturales (2016), considera que la educación de calidad es un derecho fundamental y social que debe ser garantizado para todos. Presupone el desarrollo de conocimientos, habilidades y valores que forman a la persona de manera integral. Este derecho debe ser extensivo a todos los ciudadanos en tanto es condición esencial para la democracia y la igualdad de oportunidades. Además se encarga de orientar sobre aquellos contenidos que han de aprender los estudiantes en cada uno de los grados de educación escolar, matemáticos en su segunda versión, ciencias sociales y ciencias naturales en su primera versión

Los DBA, en su conjunto explicitan los aprendizajes estructurantes para un grado y un área particular. Se entienden los aprendizajes como la conjunción de unos conocimientos, habilidades y actitudes que otorgan un contexto cultural e histórico a quien aprende. Son estructurantes en tanto que expresan las unidades básicas y fundamentales sobre las cuales se puede edificar el desarrollo futuro del individuo.

Otro documento importante son los lineamientos curriculares (1998) propuestos por el Ministerio de Educación, que ofrecen orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas para el diseño y desarrollo curricular en el área, desde el preescolar hasta la educación media, de acuerdo con las políticas de descentralización pedagógica y curricular a nivel nacional, regional, local e institucional, y además pretenden servir como punto de referencia para la formación inicial y continuada de los docentes del área.

Los lineamientos constituyen puntos de apoyo y de orientación general frente al postulado de Ley General de Educación (1994) que nos invita a entender el currículo como "un conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural nacional, regional y local." (Artículo 76 ley 115 de 1994, p. 23).

También se tuvo en cuenta el decreto 1860 (1994), reglamentado parcialmente en la Ley 115 de 1994, en los aspectos pedagógicos y organizativos generales. Abarca aspectos como la prestación del servicio educativo, la organización de la educación formal, el PEI y las orientaciones curriculares.

Las normas reglamentarias contenidas en este decreto se aplican al servicio público de educación formal que presten los establecimientos educativos del estado, los privados, los de carácter comunitario, solidario, cooperativo o sin ánimo de lucro. Su interpretación debe

favorecer la calidad, continuidad y universalidad del servicio público de la educación, así como el mejor desarrollo del proceso de formación de los educandos.

En el Capítulo V. en el párrafo titulado Orientaciones curriculares describe lo siguiente:

En el desarrollo de una asignatura se deben aplicar estrategias y métodos pedagógicos activos y vivenciales que incluyan la exposición, la observación, la experimentación, la práctica, el laboratorio, el taller de trabajo, la informática educativa, el estudio personal y los demás elementos que contribuyan a un mejor desarrollo cognitivo y a una mayor formación de la capacidad crítica, reflexiva y analítica del educando. (p. 14)

Finalmente la resolución 2343 (1996), determina la adopción de un diseño de lineamientos generales de los procesos curriculares del servicio público educativo y se establecen los indicadores de logros curriculares para la educación formal.

2.3 Marco Teórico

En el proceso de enseñanza el profesor debe actuar como orientador, facilitador o mediador del aprendizaje del estudiante; debe motivar, manifestar intencionalidad, provocar actividades dinámicas y situaciones en las que los estudiantes puedan construir, deconstruir y reconstruir (hacer aprendizaje significativo) sus propios conocimientos y valores. El marco teórico de este trabajo se enfoca en tres aspectos, el primero que tiene que ver con el enfoque experimental en la enseñanza de las ciencias, el segundo sobre el uso de los laboratorios no convencionales y el tercero que habla sobre el uso de los simuladores para la enseñanza de la física.

2.3.1 Enfoque experimental en la enseñanza de las ciencias

El descubrimiento a través de la experiencia, facilita al estudiante el contacto con el aprendizaje, ya que le permite extraer reflexiones propias que lo vinculen con la teoría.

Según Ferreirós y Ordóñez (2002) el experimento cualitativo está en la base de la configuración de procesos de conceptualización, puesto que, permite caracterizar al objeto de estudio y, posteriormente, generar hipótesis sobre su comportamiento en distintas circunstancias a la luz de un marco teórico.

Para Hofstein (2004) y Abraham (2011), el laboratorio es un modo de aprendizaje, evaluación y desempeño de los estudiantes, además resalta el desarrollo de actitudes hacia el trabajo y las percepciones del ambiente de aprendizaje de los estudiantes. Así mismo con el laboratorio se exploran diferentes aspectos para resolver preguntas, tales como:

¿Cuáles categorías de aprendizaje son posibles en el laboratorio? ¿Cuáles estrategias de enseñanza utilizan los profesores en el laboratorio? ¿Qué papel juega el laboratorio dentro de una estrategia de aprendizaje completa? ¿Qué resultados de aprendizaje prefieren los profesores de laboratorio? y ¿Cuáles estrategias educativas son las más efectivas? (Hernández-Millán, 2018, p. 92).

De acuerdo Hernández-Millán (2018) los dos autores Hofstein y Abraham están de acuerdo “en que los mejores resultados se obtienen si se utiliza el enfoque por indagación” (p.93)

Y continúa diciendo que en nuestros laboratorios escolares no se da dicha metodología, “restringiéndose, en la mayoría de los casos, a utilizar el trabajo práctico como simple confirmación de la teoría” (p. 93).

2.3.2 El uso de las TIC para la enseñanza de la física

El auge de las TIC en el aula de clase se ha convertido en una necesidad que amerita una revisión urgente, si bien su desarrollo emerge como una posibilidad es importante también mirar desde la una postura pedagógica y didáctica la implementación de esta en los cursos, y en especial los de ciencia.

Una de las aplicaciones que se rescatan en el curso de física es el uso de los Simuladores, de acuerdo con facultad de ciencias básicas de la Universidad de Pamplona “Un simulador es un aparato, por lo general informático, que permite la reproducción de un sistema. Los simuladores reproducen sensaciones y experiencias que en la realidad pueden llegar a suceder (Universidad de Pamplona, 2021, párr. 1).

De acuerdo con Santos et al. (2000), los simuladores:

(...) pueden estar compuestos por personas, ordenadores, textos y materiales instruccionales con los cuales el sujeto va a interactuar. El aprendizaje que deseamos producir es aquel orientado hacia la adquisición de conocimiento científico intentando que los alumnos compartan los significados aceptados por la comunidad científica, con la mejor aproximación posible. También pretendemos que el aprendizaje sea significativo, es decir que las informaciones nuevas sean relacionadas de un modo sustantivo (no literal) y no arbitrario, con las preexistentes en la estructura cognitiva del aprendiz (p. 52)

Según Vidal Ledo et al. (2019), “la enseñanza basada en las simulaciones permite que el alumno reciba retroalimentación en el momento de la acción” (p. 46)

Por otro lado Chávez (2019), en su trabajo monográfico titulado: Tecnología de información y comunicación (TICS) Conceptos, clasificación, evolución, efectos de las TICS, ventajas y desventajas, comunidades virtuales, impacto y evolución de servicios. Aplicaciones;

hace un constructo importante sobre las ventajas y desventajas del uso de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje que se pueden visualizar en la Tabla 1:

Tabla 1

Ventajas y desventajas del uso de las TIC

Sujetos	Ventajas	Desventajas
Alumnos	<ul style="list-style-type: none"> • A menudo aprenden en menos tiempo. • Personalizan los procesos de enseñanza y aprendizaje. • El trabajo colaborativo aumenta y mejora la disposición en el aula. • Hay mayor proximidad con el profesor. • El software permite procesos que son difíciles de hacer en un aula normal. • La fuente de recursos didácticos en red es inagotable. • El contacto con los estudiantes aumenta. • Se libera de trabajos repetitivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • A menudo se aumenta la distracción y la dispersión y la pérdida de tiempo cuando el estudiante no es supervisado de manera constante. • En ocasiones por resolver los problemas acude a informaciones poco fiables. • Hay una visión parcial de la realidad... • El mayor problema radica en que los profesores usan en su mayoría estrategias en las que usan poco esfuerzo cognitivo.
Profesores	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitan la evaluación, supervisión y control tanto del proceso de aprendizaje como con el trabajo de los estudiantes. • Favorece la investigación didáctica en el aula. • Cualifica al docente en el uso de software y programas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se aumenta el estrés debido a la falta de conocimiento en sistemas informáticos. • Se supedita el conocimiento a un sistema informático. • El desarrollo de la creatividad es poco debido a que el programa hace el proceso de forma autónoma

Fuente: Adaptación de Chávez (2019)

2.3.3 Los laboratorios no convencionales

Los laboratorios son fundamentales en la enseñanza de las ciencias ya que favorecen aspectos como el trabajo grupal, el desarrollo de competencias tanto científicas como escriturales, además de favorecer procesos cognitivos como el predecir fenómenos, hacer conjeturas entre otros. Entre tantos laboratorios se conocen los convencionales que necesitan de un aula y elementos físicos que en ocasiones son costosos y difíciles de usar, otro tipo de laboratorios son los virtuales que si bien son más sencillos de usar ya que se pueden realizar desde sitios remotos o el hogar también necesitan de software y hardware que resulta en ocasiones costosos, esto hace que los laboratorios no convencionales se conviertan en una muy buena alternativa para el uso en clase de ciencias y en particular de física.

De acuerdo con Zapata y Mesa (2008), estas son las principales características de los laboratorios no convencionales:

- a) No requieren de un laboratorio.
- b) Los materiales necesarios son fabricados por los mismos estudiantes o los puede conseguir fácilmente.
- c) Los estudiantes son los que manipulan todo el tiempo sus materiales.
- d) Los estudiantes deben poseer unas expectativas acerca de lo esperan observar y comprobar en lo que van a realizar.
- e) Las guías de laboratorio obligan al estudiante a proponer sus procedimientos y a obtener sus conclusiones.
- f) Permiten evidenciar el proceso evolutivo y cambiante de la ciencia.
- g) Facilitan al estudiante la comprensión del mundo de la vida.
- h) Permiten el desarrollo de habilidades cognitivas, cognoscitivas y metacognitivas (p. 51)

2.4 Marco Conceptual

En este apartado se explican algunos conceptos que están relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la física en la educación, especialmente con la teoría de la luz mediante la importancia de los fenómenos ondulatorios en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

2.4.1 Refracción de la luz

La refracción es una de las principales características del movimiento ondulatorio el cual se produce cuando una onda llega a una superficie separada por dos medios de propagación distintos. Parte de la energía vuelve al medio por el que se propagaba y el resto pasa al otro medio. La onda refractada mantiene su frecuencia porque es una característica de la fuente de emisión de la onda, pero varía su velocidad de propagación, ya que los medios son diferentes. Al variar su velocidad de propagación, también varía su longitud de onda. El ángulo de desviación o de refracción formado por la dirección en que se propaga la onda incidente sobre un medio y la recta perpendicular a la superficie de separación en el punto de incidencia, depende de las características de los medios de propagación.

2.4.2 Reflexión de la luz

Se puede entender el mecanismo de la reflexión si una onda incide sobre un cuerpo que obstaculiza su propagación esta se refleja. Esto significa que vuelve al medio en el cual se propaga. Como la onda transporta energía, cierta cantidad de esta es absorbida por el cuerpo sobre el cual incide, y otra parte de energía vuelve como una onda de igual frecuencia y velocidad.

Cuando la luz llega por ejemplo a un espejo, se refleja y cambia su dirección al incidir sobre la superficie del espejo, transfiriendo al mismo medio gran parte de la energía que transporta.

2.4.3 Difracción

Consiste en la desviación de la onda como si el obstáculo emitiese una onda esférica.

Si la longitud de onda es comparable con el tamaño del obstáculo, el efecto de la difracción es muy notable. La onda se desvía y de esa manera lleva energía a lugares que serían inaccesibles para la onda si no hubiese difracción. Por ejemplo, si se trata de ondas luminosas que llegan a un obstáculo pequeño, como un cabello, la propagación rectilínea de la luz prevé sombras detrás de éste. La difracción hace que la luz dé una sombra difusa y regiones iluminadas a su alrededor.

Capítulo III

3. Metodología

3.1 Enfoque de Investigación

La presente investigación tiene enfoque cualitativo.

“El enfoque cualitativo puede concebirse como un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo visible”(Hernández et al., 2014, p. 9), lo transforman y convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos. Es naturalista (porque estudia los fenómenos y seres vivos en sus contextos o ambientes naturales y en su cotidianidad) e interpretativo (pues intenta encontrar sentido a los fenómenos en función de los significados que las personas les otorguen)”. (Hernández et al., 2014, p. 9)

3.2 Tipo de Investigación

La presente investigación, cuenta con un tipo de investigación a emplear que es fenomenológica experiencial ya que Según Íñiguez (1999) “La cuantificación y medición de procesos tales como opiniones, creencias, actitudes, valores, hábitos, comportamientos y otros se ha presentado como uno de los avances más importantes, y se ha convertido en el principal indicador y criterio de desarrollo científico” (p. 108), es decir, describen las situaciones cotidianas que se presentan en un contexto determinado y se manifiestan cambios o fenómenos, dando importancia a la función y al significado de los actos humanos, valora la realidad como es vivida y percibida, con las ideas, sentimientos y motivaciones de sus actores.

3.3 Diseño metodológico de investigación

El diseño metodológico que abarca el presente proyecto es estudio de caso ya que permite el análisis de los procesos llevados a cabo por cada estudiante, lo que sabe, lo que dice y lo que expresa.

Por consiguiente, la relación que tiene la fenomenología experiencial, con el estudio de caso es que permite más la validez que la replicabilidad, trata ante todo de identificar la naturaleza profunda de las realidades y su estructura dinámica, partiendo de un antes, durante y después, resaltando en cada momento el conocimiento adquirido del estudiante (Bisquerra, 2009)

3.4 Población y Unidad de Análisis

La población en la que va a ser aplicada la propuesta corresponde a los estudiantes de educación media de la Institución Educativa Instituto para la Ciencia de la ciudad de Manizales, Caldas, concretamente 5 jóvenes en grado noveno.

La muestra está conformada por los educandos de noveno de la Institución Educativa el Instituto para la Ciencia

3.5 Técnicas e Instrumentos:

Para el enfoque cualitativo, la recolección de datos resulta fundamental, su propósito busca obtener datos (que se convertirán en información) de personas, comunidades, situaciones o procesos en profundidad; en las propias formas de expresión.

Para ello utilizamos los siguientes instrumentos:

3.5.1 Cuestionario de entrada

El instrumento se realizó para identificar las conceptualizaciones previas que tenía el estudiante respecto a la teoría de la luz por medio de los fenómenos ondulatorios mediante la experimentación; en este caso se realizaron 10 preguntas abiertas sobre los fenómenos de reflexión, refracción y difracción. Ver anexo

3.5.2 Cuestionario de Salida

Este instrumento se implementó con el objetivo de conocer la relevancia de la secuencia didáctica desarrollada y su impacto en la construcción de conocimiento del estudiante al cual se le realizaron las mismas 10 preguntas abiertas que se emplearon en el cuestionario diagnóstico, donde se podían evidenciar los avances conceptuales, o alguna falencia presentada en el proceso. Ver anexo 1

3.5.3 Secuencia didáctica (Laboratorios no convencionales y simulaciones):

Se desarrollaron laboratorios no convencionales y simulaciones, diseñadas a partir de un contexto histórico y experimental, específicamente de la teoría de la luz que le permitió al estudiante confrontar sus nociones previas ante los fenómenos ondulatorios (refracción, reflexión, y difracción).

Se realizaron 3 laboratorios no convencionales y 3 simulaciones, los cuales se denominaron así: La refracción de la luz, la descomposición de la luz, y la difracción, tenían como principales objetivos:

1. Reconocer y diferenciar modelos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz.
2. Explicar los fenómenos ondulatorios del sonido y la luz en casos prácticos (reflexión, refracción, difracción). Ver anexo 2

3.6 Prueba de validez y confianza de los instrumentos

La validación en calidad de experto la realizó la profesional Luisa Robayo tanto del cuestionario diagnóstico como el del Cuestionario de salida, así mismo valoró las secuencias didácticas de los laboratorios no convencionales y simulaciones. Para este proceso se utilizó la siguiente rúbrica que se muestra en la tabla 2.

Tabla 2
Rúbrica par la prueba de validez de contenido

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintaxis semántica es la adecuada semántica es adecuada.	1. Alto nivel	Los ítems son suficientes
	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son claros
	2. Bajo nivel	Los ítems requieren bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del o los ítems
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	4. Alto nivel	Los ítems son claros, tienen semántica y sintaxis adecuada
	1. No cumple con el criterio	Los ítems no tienen relación lógica con la dimensión
	2. Bajo nivel	Los ítems tienen una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel	Los ítems tienen una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem tiene relación lógica	4. Alto nivel	Los ítems se encuentran completamente relacionados con la dimensión que se está midiendo
	1. No cumple con el criterio	Los ítems pueden ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems tienen alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo mismo que mide éste.

con ladimensión indicador que está midiendo.	3. Moderado nivel 4. Alto nivel	Los ítems son relativamente importantes Los ítems son muy relevantes y deben ser incluidos todos en el cuestionario
----------------------------------------------------	----------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Fuente: Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008)

Los resultados obtenidos de la prueba de validez de contenido de expertos fueron significativas, permitiendo que los instrumentos fueran validados para su aplicación.

Capítulo IV

4. Resultados y Discusión

Los resultados y discusión que se realizan a continuación son el resultado obtenido a partir de la revisión de los objetivos específicos, a lo cual hacen referencia, por ello, tenemos:

4.1 Hallazgos obtenidos de acuerdo con el objetivo # 1

Identificar los obstáculos que presentan los estudiantes al momento de realizar la experimentación.

Hoy en día la juventud, es una fuente importante de influencia en nuestra sociedad, los jóvenes estudiantes de secundaria están en una etapa de su vida en la que se hacen más conscientes de sí mismos. Muchos jóvenes están interesados e inmersos en la investigación de asignaturas de las ciencias naturales para este caso la física, desafortunadamente algunos tienen la creencia que un investigador es una persona aislada que trabaja en proyectos demasiado complejo y que son conscientes de la nueva demanda por experimentos y aplicaciones de las ciencias en la vida diaria, aunque en la institución no se cuenta con laboratorios habilitados expresamente, se utilizan métodos de enseñanza que contribuyen a que se sientan motivados por entender y aprender sobre temas de ciencia en este caso sobre la teoría de la luz a través de los fenómenos ondulatorios, mediante la experimentación. Sin embargo, en el momento de realizar la experimentación, se pudieron encontrar obstáculos conceptuales los cuales se observaron en la forma como confundían el fenómeno de la reflexión con la refracción, puesto que decían que la refracción era el choque contra algo y la reflexión era el rayo de luz que traspasaba un medio a otro. Lo que se hizo en este caso, fue partir desde la teoría, donde se explicaba brevemente que la

reflexión era cuando la luz incidía sobre una superficie, haciendo que esta se reflejara en diferentes direcciones, mientras que la refracción, era cuando la luz traspasa un medio transparente, incidiendo en el prisma y su rayo de luz, cambiaba de dirección.

Después de evidenciar este obstáculo conceptual, también se evidenció un obstáculo en la ejecución del laboratorio no convencional, puesto que los estudiantes no conocían un prisma, y no eran capaces de hacer reflejar el color, con la luz solar

Figura 1

Experimento no convencional sobre la refracción



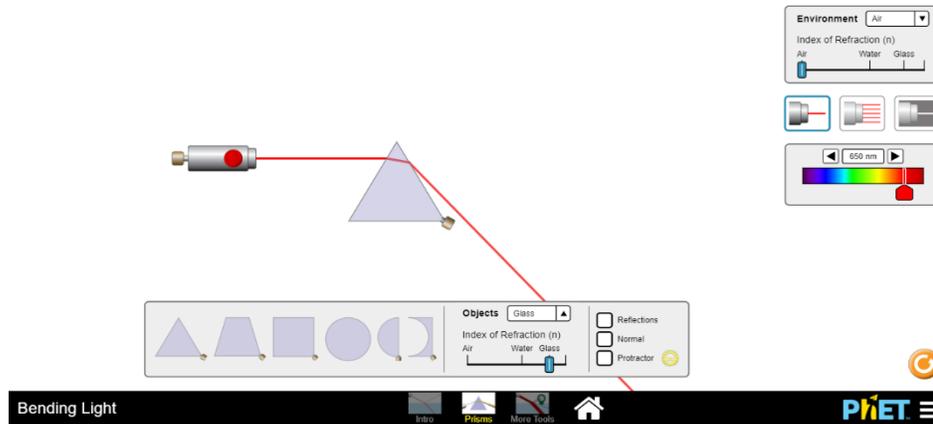
Fuente: Fotografía tomada dentro del aula

Por otro lado, se evidenciaron obstáculos en la categoría de análisis de ejecución de la simulación en la descomposición de la luz, puesto que la simulación tenía un botón, al cual se le daba clic, y hacía que esta estuviera con poca luz, o una imagen negra, los chicos en primera parte no sabían, y solo hacían que el prisma refractara el rayo de luz, pero no podían llegar al punto de reflejarla, como lo mostró inicialmente en el prisma del laboratorio no convencional.

Sin embargo, el explorarla, permitió que los estudiantes pudieran desarrollar la actividad, y comprendieran un poco más el tema a tratar.

Figura 2

Aplicación de la simulación con PhET sobre la refracción.



Fuente:

Imagen tomada del simulador PhET

4.2 Hallazgos obtenidos de acuerdo con el objetivo # 2

Diseñar laboratorios de inter aprendizaje que permitan la implementación y el desarrollo de habilidades sobre los fenómenos de la luz mediante simulaciones y laboratorios no convencionales.

En una primera instancia, se desarrollaron 3 laboratorios no convencionales, y 3 de simulación, los cuales tenían entre 4 y 5 preguntas relacionadas con los temas a tratar.

4.2.1 La descomposición de la luz

Estas fueron las preguntas realizadas a los estudiantes.

- Describe lo que pasa a la luz cuando atraviesa un medio
- De acuerdo con nuestras observaciones ¿Cuáles son los colores que componen la luz blanca?
- ¿Por qué un prisma crea un arco iris?

- Para ti, ¿el prisma daba el color a la luz, o la luz era la mezcla de todos los colores?

4.2.2 La refracción de la luz:

Estas fueron las actividades y las preguntas realizadas a los estudiantes.

Con ayuda de mis compañeros, lleno un recipiente de agua. Introduzco dentro de él un prisma. Me ubico en un lugar en el cuál haya luz solar y hago reflejar y refractar la luz que choca con el prisma dentro del agua en una superficie de color blanco. Registro el fenómeno observado.

Luego respondo las siguientes preguntas:

- ¿Qué característica crees que posee el agua que genera tal efecto?
- ¿Qué similitudes piensas que tiene la luz con las perturbaciones generadas a la superficie del agua?
- ¿Notaron cambios de direcciones del rayo de luz?
- La luz fue emitida por la linterna sobre el prisma, ¿Crees que atravesó este medio?

4.2.3 la difracción de la luz

Estas fueron las preguntas realizadas a los estudiantes.

Con ayuda de mis compañeros, realizó una rendija en una hoja de papel, que permita que el láser pueda pasar y difractar la luz. Registro el fenómeno observado.

Luego respondo las siguientes preguntas:

¿Por qué se produce la difracción?

Según el laboratorio no convencional ¿Qué esperas al observar en la pantalla cuando se encienda la fuente de luz láser?

¿Qué esperarías al observar en el laboratorio cuando se cambia la fuente de laser por una luz incandescente natural?

¿Cómo crees que se puede identificar la difracción en la vida cotidiana?

4.2.4 La simulación

Estaba basada en las mismas preguntas del laboratorio no convencional, lo que se buscaba era que los estudiantes encontraran la diferencia entre los laboratorios y la simulación, lo cual nos permitía hacer un aprendizaje más profundo, tangible, conociendo las ventajas y desventajas que estos presentan, y porque son tan importantes en la vida cotidiana, en la educación, y sobre todo en el aprendizaje.

Orientaciones generales: Cada estudiante debe realizar las siguientes simulaciones, cada una basada en (refracción, difracción y reflexión) teniendo en cuenta el laboratorio no convencional realizado en clase. Deben responder las preguntas de acuerdo a la simulación y hacer una síntesis de las diferencias o similitudes que presentan los laboratorios y la simulación. Es de resaltar que este trabajo se realizará bajo el acompañamiento y supervisión del maestro. A continuación, las siguientes simulaciones son:

- <https://phet.colorado.edu/es/simulations/filter?subjects=physics&type=html&sort=alpha&view=grid>
- https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_es.html

4.3 Hallazgos obtenidos de acuerdo con el objetivo # 3

Aplicar los laboratorios para la enseñanza de los fenómenos ondulatorio de la luz mediante dos estrategias: Simulaciones y laboratorios no convencionales.

Antes de realizar los laboratorios se aplicó un cuestionario diagnóstico para conocer el estado inicial de los estudiantes con respecto a los conceptos de la reflexión, la refracción y la difracción, posteriormente se desarrollaron los laboratorios y las simulaciones y finalmente se volvió a aplicar el mismo cuestionario para saber cuánto habían aprendido los estudiantes.

4.3.1 Análisis del cuestionario diagnóstico

Se les realizó el Cuestionario de entrada para saber las condiciones iniciales del grupo, ya que las ideas previas son construcciones que los estudiantes elaboran para dar respuesta a la necesidad de interpretar fenómenos naturales, para conocer lo que saben acerca de dichos temas y como poder abordarlos. En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos por cada estudiante

Tabla 3
Resultados descriptivos del cuestionario diagnóstico

Preguntas	E1	E2	E3	E4	E5
Para ti, ¿Qué es la luz?	La luz es la parte de la radiación electromagnética que puede ser percibido por el ojo humano.	La luz es una forma de la energía que sirve para iluminar las cosas	La luz es un fenómeno en el cual se transmite por radiación, la cual nos permite ver los objetos	Es una forma de energía	Es una energía que ilumina las cosas, luz natural o solar
Estás de acuerdo con la afirmación: “la luz blanca es una mezcla de rayos de diferentes colores”	Sí, ya que esto demuestra que la luz blanca está constituida por todos los colores.	Si estoy de acuerdo ya que si observamos los bombillos antes de prenderlos. Pueden ser varios colores entre ellos	Sí, es el conjunto de colores	Si estoy de acuerdo porque la luz blanca se forma por la unión de los colores	Sí, porque la luz blanca está conformada por los colores del arco iris
¿Crees que el color negro es la ausencia del color?	Si, a diferencia del blanco y otros tonos, el negro puede	No lo es, ya que si lo fuera no existiría en la naturaleza	Es la falta de color, en la cual no absorbe el	No, porque el negro es un color	Si

¿Sabes que la refracción de la luz es un fenómeno físico?	existir en la naturaleza La refracción es el cambio de dirección de un medio a otro	Si lo es	color por los pigmentos Sí, la refracción es un fenómeno físico	Es un fenómeno ondulatorio	Sí, es un fenómeno ondulatorio
¿Crees que la reflexión es el rebote de la luz en un objeto?	Sí, ya que rebota como si fuera una pelota contra la pared	No se	Exactamente, es el rebote de la luz en un material específico	Es un fenómeno de cambio de trayectoria	Es el cambio de trayectoria, cuando choca contra una superficie
¿Consideras que debe existir una relación cercana entre teoría y experimento?	Realmente no, ya que las teorías pueden ser o no acertadas, mientras que el experimento, se comprobara si la ciencia es el resultado de la verdad.	Pues si el experimento si es posible hacer obvio y si no se puede pues que solo en teoría	Sí, porque la teoría explica los fenómenos y el experimento comprueba	La teoría se pone en práctica con el experimento	Sí, porque con la información de la teoría se pone en práctica con el experimento
¿Sabes si la difracción de la luz ocurre cuando pasa de un material a otro?	No, esto ocurre cuando se encuentra un obstáculo o una rendija	Creo que no, es cuando la luz traspasa un objeto	La difracción es cuando la se parte en todos sus componentes	Cuando pasa por algo transparente se produce el cambio	Cuando la luz pasa de un medio transparente
Si introduces un lápiz dentro de un vaso con agua ¿Por qué crees que este se ve partido?	Por la velocidad de la luz	Porque si	El lápiz se parte debido a la refracción del agua	Es por el reflejo que produce el vidrio	Es el reflejo que produce el agua
¿En qué objetos crees que se puede percibir la difracción?	Fluidos espesos, viscosos y superficies	En un Espejo	En CD o prismas	En los CDs	En los CDs
¿Cuándo haces girar un CD, este que suele mostrar?	Muestra todas las tonalidades reflejables por la luz blanca	Empieza a girar y termina mostrando el color blanco	Suele mostrar el reflejo con mucho color.	Como se difracta la luz	Colores con rayo de luz

Fuente: Construcción propia

En el cuestionario de entrada se resalta como el 80% de los estudiantes afirman que la luz es un fenómeno de energía, y un 15% que es una radiación electromagnética, mientras que el 5%

afirma que es una forma de energía que tiene como resultado la radiación electromagnética. En la pregunta 2, un 100% de los estudiantes responden, que la luz está conformada por los colores del arco iris. En cambio en la pregunta 3, un 85% de los estudiantes, responden que si es ausencia de color, ya que al mirar la luz blanca, el color negro no resalta nada y el otro 15% afirman que el negro es un color, y que pertenece a la naturaleza. Por otro lado en la cuarta pregunta el 95% afirman que si es un fenómeno físico y el 5% afirman que es un fenómeno físico y que este consiste en el cambio de dirección de un medio a otro, en la 5 pregunta, el 95% afirman que es el rebote de la luz en un material específico y un 5% que no sabe nada. En la pregunta 6, el 95% de los estudiantes responden, que el experimento ayuda a identificar si la teoría es falsa o no, mientras que el 5% afirma que la teoría se pone en práctica durante el experimento; por otro lado en la pregunta 7, un 90% de los estudiantes afirman que la difracción se da cuando pasa por un medio transparente, mientras que el otro 5% afirma que la difracción se da cuando pasa por una rendija. En la pregunta 8, el 20% afirman que es por la velocidad de la luz, el otro 30% porque es la refracción del agua, el otro 20% porque es el reflejo del agua y del vidrio, y el otro 30% porque sí. En la pregunta 9, el 95% afirman que, en los CDs, prismas o vidrios, y el otro 5% en medios viscosos o superficies. Por último, la pregunta 10, todos afirman que muestra los colores del arco iris, y al girarlo se convierte en el rayo de luz.

Por consiguiente, podemos resaltar, los saberes previos de los estudiantes, algunos presentan un gran conocimiento frente el tema a tratar, otros muy poco, pero con la intervención didáctica se podrá profundizar el tema sobre los (fenómenos ondulatorios) y hacer un aprendizaje profundo en los estudiantes, permitiendo el avance conceptual.

4.3.2 Análisis del cuestionario de salida

En la tabla 4 se relacionan los hallazgos del cuestionario evaluativo

Tabla 4

Resultados obtenidos del cuestionario de salida

Preguntas	E1	E2	E3	E4	E5
Para ti, ¿Qué es la luz?	La luz es la parte de la radiación electromagnética que puede ser percibido por el ojo humano.	La luz es un fenómeno en el cual se transmite por radiación, la cual nos permite ver los objetos	Es una forma de energía que ilumina las cosas, las hace visibles y se propaga mediante partículas llamadas fotones	La luz es una onda que se transporta en forma de radiación, esta es la que nos permite ver las cosas	La luz es una onda que se transporta en forma de radiación, esta es la que nos permite ver las cosas
Estás de acuerdo con la afirmación: "la luz blanca es una mezcla de rayos de diferentes colores"	Sí, ya que esto demuestra que la luz blanca está constituida por todos los colores.	Sí, es el conjunto de colores	Si estoy de acuerdo con la afirmación, ya que se pueden ver varios colores a través de un prisma	Sí, porque se demuestra con el prisma que al refractarla se divide en varios colores variando	Sí, puesto que se demuestra con el prisma que al refractarla se divide en varios colores
¿Crees que el color negro es la ausencia del color?	Si, a diferencia del blanco y otros tonos, el negro puede existir en la naturaleza	Es la falta de color, en la cual no absorbe el color por los pigmentos	Se dice que tiene ausencia de luz, pero el color negro y el color blanco no son colores, si no tonos	Si hay color negro, es porque el material no absorbe la luz	Es la ausencia de la luz, si hay color negro, es porque el material no absorbe luz
¿Sabes que la refracción de la luz es un fenómeno físico?	La refracción es el cambio de dirección de un medio a otro	Sí, la refracción es un fenómeno físico	Cuando la luz pasa por un medio transparente a otro se produce un cambio de dirección debido a la distancia y velocidad de propagación de la luz	Es un fenómeno físico en el cual se ven involucrados las ondas y el agua	En efecto, puesto que la refracción es un fenómeno en el cual se ven involucradas las ondas, el agua, y otras cuestiones que no recuerdo
¿Crees que la reflexión es el rebote de la luz en un objeto?	Sí, ya que rebota como si fuera una pelota contra la pared	Exactamente, es el rebote de la luz en un material específico	Es el rebote, porque es el medio por el que pasa la luz	Si, la luz se refleja, por ejemplo, cuando hay un objeto como un espejo, en el cual no pasa la luz, pero se dirige hacia otro lado de esta misma	SI, la luz se refleja, por ejemplo, cuando hay un objeto como un espejo, el rayo se redirige

¿Consideras que debe existir una relación cercana entre teoría y experimento?	Realmente no, ya que las teorías pueden ser o no acertadas, mientras que el experimento, se comprueba si la ciencia es el resultado de la verdad.	Sí, porque la teoría explica los fenómenos y el experimento comprueba	Sí, porque la teoría es la que da la explicación para realizar el experimento	Sí, porque el experimento es la forma de corroborar la teoría de la que se está hablando, serían pasos del método científico, para obtener buenos resultados	Claro que sí, puesto que el experimento es la forma de corroborar la teoría de la que se está hablando, como la guía a seguir, serían los pasos del método científico para llegar a buenos resultados
¿Sabes si la difracción de la luz ocurre cuando pasa de un material a otro?	No, esto ocurre cuando se encuentra un obstáculo o una rendija.	La difracción es cuando se parte en todos sus componentes	Esto ocurre cuando por medio de un objeto, o una rendija	Todo depende del material del cual se esté hablando, ya que la luz cuando pasa por un vaso de cristal, la luz tiende a ser dirigida hacia otra dirección, también siendo afectada por el ángulo de la luz	Sí, todo depende del material del cual se esté hablando, especialmente si es por medio de una rendija, objeto o alguna estructura fina
Si introduces un lápiz dentro de un vaso con agua ¿Por qué crees que este se ve partido?	Por la velocidad de la luz	El lápiz se parte debido a la refracción del agua	Se ve partido por el reflejo del vaso	se ve partido porque el agua dentro del vaso, tiene cierto grado de difracción, lo cual se ve una ilusión de que se parte	Este se ve partido ya que el agua tiene cierto grado de difracción, mayor que el del aire, lo cual permite crear una ilusión óptica de que se ve partido, puesto que la luz se tuerce
¿En qué objetos crees que se puede percibir la difracción?	Fluidos espesos, viscosos y superficies	En CD o prismas	Espejo, disco, prismas	En un CD, prisma, rendija u objeto con agujero	En un vaso de cristal, en un CD, en el aire, un prisma, y objetos traslucidos
¿Cuándo haces girar un CD, este que suele mostrar?	Muestra todas las tonalidades reflejables por la luz blanca	Suele mostrar el reflejo con mucho color.	Empieza a girar y termina mostrando el color blanco	Muestra los colores variados, y cuando se gira da el rayo de luz blanca	Suele mostrar una variedad de colores

Fuente: Construcción propia

Se evidenciaron como en las respuestas dadas por los estudiantes ya no aparecieron aquellas con “no sé” sin ninguna justificación.

Es de resaltar que el proceso de aprendizaje cumplió todas las expectativas propuestas, puesto que los estudiantes en las preguntas, respondieron acertadamente, de acuerdo a lo aprendido durante el proceso. En la primera pregunta: El 100% respondió que la luz es la parte de la radiación electromagnética que puede ser percibido por el ojo humano; En la pregunta 2: un 100% de los estudiantes respondieron que la luz está conformada por los colores del arco iris por medio del prisma. En la pregunta 3: un 100% afirmaron que es la ausencia de la luz y que si hay color negro, porque el material no absorbe luz. En la cuarta pregunta, el 100% respondieron que la refracción es el cambio de dirección que experimenta un medio transparente a otro con distinto índice, donde el 95% afirman que si es un fenómeno físico y el 5% afirma que si es un fenómeno físico y que este consiste en el cambio de dirección de un medio a otro; en la 5 pregunta, responden un 100% que la luz se refleja, por ejemplo, cuando hay un objeto como un espejo, hace que el rayo se redirija; en la pregunta 6: responden el 100% de los estudiantes que sí, porque el experimento es la forma de corroborar la teoría de la que se está hablando, serian pasos del método científico, para obtener buenos resultados; en la pregunta 7: responden que la difracción de la luz se da cuando pasa por medio de un objeto, rendija, o una estructura fina; En la pregunta 8: todos afirman que el agua presenta cierto grado de difracción, a lo que hace que se vea como ilusión el lápiz partido, pero un 10% afirma que es por el reflejo o el grado de refracción que presenta el agua; en cuanto a la pregunta 9: el 95% afirma que en los Cds, prismas o vidrios, y el otro 5% en medios viscosos o superficies. Por último, la pregunta 10?: Todos afirman que muestra los colores del arco iris, y al girarlo se convierte en el rayo de luz.

Por consiguiente, se evidencia el proceso que obtuvieron los estudiantes, a diferencia del cuestionario diagnóstico donde en algunas respuestas decían no sé, porque si, sin ninguna justificación, sin embargo es de resaltar que se la importancia del experimento en este proyecto y

en el aprendizaje de la ciencia, no sólo como una herramienta que le permite a los estudiantes tener contacto con los fenómenos que aborda la teoría, sino como un mecanismo que facilita el aprendizaje a través de los laboratorio no convencionales y las simulaciones y que además debe ser entendido como un elemento que permite falsear o validar parcialmente una (Hofstein, 2004)

4.3.3 Análisis del laboratorio no convencional y la simulación #1

En la tabla 5 se muestran los hallazgos obtenidos posterior a la aplicación del laboratorio no convencional # 1

Tabla 5

Hallazgos obtenidos después de la aplicación del laboratorio no convencional #1

Preguntas	Describe lo que pasa a la luz cuando atraviesa un medio	De acuerdo con nuestras observaciones ¿Cuáles son los colores que componen la luz blanca?	¿Por qué un prisma crea un arco iris?	Para ti, ¿el prisma daba el color a la luz, o la luz era la mezcla de todos los colores?
E1	Se ven varios colores, esto depende de que medio estemos intentando atravesar la luz	Los colores que la componen son el rojo, naranja, rosado, amarillo, azul, cian y verde	Un prisma crea un arco iris porque cuando la luz se refleja el cambio de velocidad se ve en los diferentes colores	El prisma le daba el color a la luz, ya que disminuye su velocidad al traspasarlo.
E2	Cuando la luz pasa de un espejo lo que hace es rebotar y cambiar su dirección	Los colores son el amarillo, el naranja, el verde, el rojo, el morado y el azul.	Un prisma crea un arco iris ya que un prisma compone todos los colores y al darle luz este lo que hace es rebotar en el medio, haciendo que el prisma lo refleje.	El prisma da color a la luz, ya que la luz pasa de aire al vidrio, así la luz disminuye su velocidad.
E3	Dependiendo de lo que atraviere, se puede reflejar, refractar, o difractar	Según lo visto en el prisma la luz blanca se divide en: Azul, verde, morado, rojo,	Se forma debido a que cuando la luz pasa del aire al vidrio del prisma, reduce su velocidad y al	La luz era la mezcla de todos los colores, ya que pasa lo mismo cuando llueve y hay sol,

		amarillo, aguamarina, blanco lila, y rosado.	atravesarlo en su totalidad, lo que hace es reflejar los colores del arco iris.	sale un arco iris por la reflexión de la luz en sus gotas.
E4	Se reflejan diferentes colores	Lo componen el rosado, morado, azul, naranja, rojo, cian, entre otros.	En el cielo las gotas de lluvia son como un pequeño prisma y al reflejarla la luz forma diferentes colores separándolos y formando un arco iris	La luz era la mezcla de todos los colores, porque cuando se mezclan todos los colores se forma la luz blanca
E5	Se reflejan varios colores a los lados	El rojo, naranja, amarillo. Verde, y azul.	Porque la luz al pasar el prisma separa sus colores, creando el arco iris	La luz era la mezcla de todos los colores, porque lo mismo pasa cuando llueve, el sol manda su rayo de luz en las gotas, haciendo que estas generen el arco iris,

Fuente: Construcción propia

Desarrollo: En primer lugar se colocó el prisma sobre una mesa buscando enfocar la luz de la linterna hacia este asegurándonos de que el aula estuviera poco iluminada.

Figura 3

Proceso desarrollado en el laboratorio #1



Fuente: imágenes fotográficas obtenidas durante el desarrollo del laboratorio

Como se pudo observar en el desarrollo del laboratorio se pudo concluir que la luz blanca está constituida por la superposición de todos los colores del llamado espectro solar (Rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violeta). Cuando la luz atraviesa el vidrio, cada color sufre una desviación distinta debido a sus respectivas longitudes de onda.

Ahora bien, los estudiantes respondieron de acuerdo a su experiencia con el laboratorio lo siguiente En la pregunta 1: “Describe lo que pasa a la luz cuando atraviesa un medio” responde un 85% que lo que pasa cuando la luz atraviesa un medio es reflejar sus colores, un 5% afirma que dependiendo del medio que atravesase, se puede reflejar, refractar, o difractar el rayo de luz, y el otro 10% afirma que el rayo de luz lo que hace es rebotar y cambiar su dirección. En la pregunta 2: De acuerdo con nuestras observaciones ¿Cuáles son los colores que componen la luz blanca?, el 80% de los estudiantes afirma que los colores son amarillo, azul, verde, morado, naranja, rojo, el otro 20% afirma que los colores son amarillo, azul, verde, morado, naranja, rojo, cian, rosado, lila, colores nuevos y diferentes a los del arco iris.

En la pregunta 3: ¿Por qué un prisma crea un arco iris? responde un 10% que en el cielo las gotas de lluvia son como un pequeño prisma y al reflejarla la luz forma diferentes colores separándolos y formando un arco iris, un 60% dice que la luz es un medio de cambio para la vida, el amor, mientras que un 30% de los estudiantes afirma que el rayo de luz atravesó el prisma haciendo que este generara los colores del arco iris; en la 4 pregunta: Para ti, ¿el prisma daba el color a la luz, o la luz era la mezcla de todos los colores? un 50% afirma que el prisma daba el color a luz, ya que al pasar del aire, al vidrio, disminuye su velocidad, y el otro 50% dice que la luz daba el color, ya que al prender la linterna ahí mismo se reflejaban los colores, pero si estuviera apagada no reflejaba los colores.

Por consiguiente, se pudo observar que este efecto se debe a la descomposición de la luz, ya que, cuando la luz blanca atraviesa una superficie translúcida esta se descompone en los distintos colores que la componen, y a esto se le llama espectro solar, por ello cuando la luz de la linterna atraviesa el prisma se produce este fenómeno, y se puede observar el arco iris.

En cuanto al desarrollo de la simulación #1 en la tabla 6 se evidencian los hallazgos.

Tabla 6

Hallazgos obtenidos posterior a la aplicación de la simulación # 1

Preguntas	Describe lo que pasa a la luz cuando atraviesa un medio según lo trabajado en la simulación	Al realizar la simulación, ¿Cuáles son los colores que componen la luz blanca?	Según la simulación, ¿Por qué un prisma crea un arco iris?	Para ti, la simulación de PhET resaltaba que ¿el prisma daba el color a la luz, o la luz era la mezcla de todos los colores?	¿Qué diferencia encontramos entre la simulación de PhET y el laboratorio?
E1	Se reflejan los colores al atravesar el prisma	Los colores son; el verde, rojo, amarillo, y azul	Porque el prisma refleja los colores cuando la linterna da su rayo de luz, haciendo el rebote necesario en el para lograrlo captarlo	En la simulación el prisma daba el color, ya que necesitábamos al prender la luz ahí mismo daba la descomposición de colores.	Me gusto más el laboratorio, ya que uno podía apropiarse del prisma, generar colores, y mirar sus reacciones, y la simulación es muy neutra.
E2	Se reflejan los colores	Los colores son; el verde, rojo, amarillo, y azul	Porque el prisma refleja todos sus colores y si se refleja, donde debe ser, va a dar el arco iris.	El PhET resaltaba que la luz era la mezcla de todos los colores	No encuentro casi diferencias, ya que, en los dos, se hace lo mismo para poder ver un arco iris y ver la luz blanca, aunque en el laboratorio es más difícil.
E3	Dependiendo de lo que atravesase se puede reflejar, refractar o difractar.	Según la simulación los colores son: el rojo, amarillo, verde, azul, y naranja	Porque la luz entra y se refleja, lo cual permite que se descomponga los colores	En la simulación se veía que se dividía la luz, o seas, que la luz blanca, se	La diferencia es que en la simulación se ponen determinadas formas el prisma

				compone de los colores	y se hace una recreación puntual, en cambio, en el laboratorio se pueden ver más colores de lo usual, y es más natural.
E4	Se reflejan diferentes colores porque está teniendo diferentes velocidades.	El verde, el azul, el morado, el amarillo y el naranja	“Porque es una mezcla de diferentes longitudes de onda y cada una desvía de diferente manera	El prisma le daba el color a la luz porque cada componente vuelve a la velocidad original y este lo que hace es volver a reflejarse	Se reflejan diferentes colores, en el laboratorio la luz es la mezcla de todos los colores, y en el simulador la luz necesitaba del prisma para reflejar los colores, y por otro lado, nos permitió el laboratorio nos permitió que fuera más tangible y no tan superficial como en la simulación
E5	En la simulación se muestra, como al pasar el prisma genera los colores del arco iris	Los colores son, el rojo, azul, amarillo, verde, y naranja	Porque cuando la luz llega al vidrio, lo que hace el rayo es rebotar en él, generando los colores	La luz blanca era la mezcla de todos los colores, porque cuando se prende la linterna en la simulación se nota como resaltan los colores, y al apagarla, no refleja nada.	La diferencia que encontramos, es que, en el laboratorio, el prisma resalta más colores, como el cian, el morado, el blanco, rosado, mientras que en la simulación, muestra el azul, el naranja, el amarillo y el rojo.

Fuente: Construcción propia

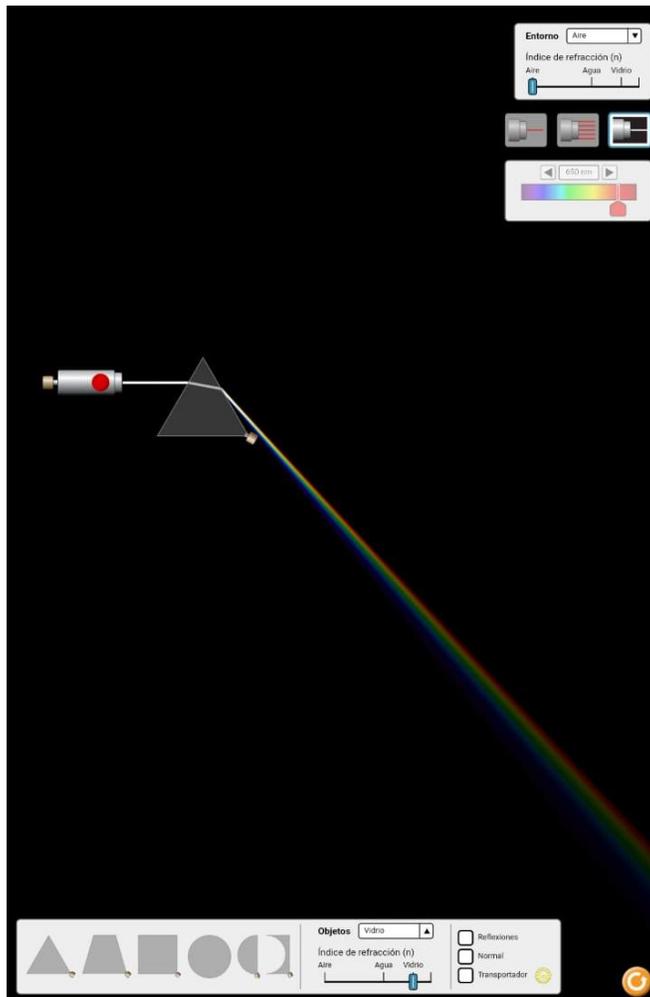
Los laboratorios virtuales son una alternativa a la experimentación real y presencial en las distintas disciplinas científicas y técnicas, lo anterior es una contribución a la educación por parte

de las TIC, lo que ha ampliado la disponibilidad de laboratorios y la oportunidad de obtener un conocimiento práctico. Por ello, se dispuso un laboratorio virtual o bien llamado (simulación 1).

En la figura 4, se puede observar que la imagen se encuentra poco iluminada, donde la luz de la linterna emite su rayo de luz sobre el prisma reflejando los colores del arco iris.

Figura 4

Proceso de simulación de la descomposición de la luz con el laboratorio PhET



Fuente: Imagen obtenida de la simulación PhET

A continuación se realizan los diferentes hallazgos obtenidos a partir de las respuestas dadas por los estudiantes, en la pregunta 1: “Describe lo que pasa a la luz cuando atraviesa un

medio según lo trabajado en la simulación” a lo cual responde un 85% que lo que pasa cuando la luz atraviesa un medio es reflejar sus colores, un 5% afirma que dependiendo del medio que atravesase, se puede reflejar, refractar, o difractar el rayo de luz, y el otro 10% afirma que el rayo de luz lo que hace es rebotar y cambiar su dirección. En la pregunta 2: Al realizar la simulación ¿Cuáles son los colores que componen la luz blanca?, el 100% de los estudiantes afirma que los colores son amarillo, azul, verde, morado, naranja, rojo; En la pregunta 3: ¿Por qué un prisma crea un arco iris? A lo que responde un 10% porque el prisma refleja los colores cuando la linterna da su rayo de luz, haciendo el rebote necesario en el para lograrlo captarlo un 20% dice que porque es una mezcla de diferentes longitudes de onda y cada una desvía de diferente manera, 70% de los estudiantes afirma que porque la luz entra y se refleja, lo cual permite que se descomponga los colores, en cuanto a la pregunta 4: Para ti, ¿el prisma daba el color a la luz, o la luz era la mezcla de todos los colores? un 40% afirma que el prisma daba el color a luz, ya que al pasar del aire, al vidrio, disminuye su velocidad, y el otro 50% dice que la luz daba el color, ya que al prender la linterna ahí mismo se reflejaban los colores, pero si estuviera apagada no reflejaba los colores, y un 10% afirma que en la simulación el prisma daba el color, ya que necesitábamos encender la luz ahí mismo dada la descomposición de colores.

Por último, tenemos la pregunta 5: ¿Qué diferencia encontramos entre la simulación de PhET y el laboratorio? a lo que un 90% de los estudiantes afirman que el laboratorio les gustó más ya que uno podía apropiarse del prisma, generar colores, y mirar sus reacciones, y la simulación es muy neutra, y el 10% no encuentra casi diferencias, ya que, en los dos, se hace lo mismo para poder ver un arco iris y ver la luz blanca, aunque en el laboratorio es más difícil.

Por consiguiente, el conocimiento del fenómeno ondulatorio de la luz, les permitió a los estudiantes comprender cómo y porqué se forman las imágenes, que constituyen para el hombre la representación más valiosa de su mundo exterior.

4.3.4 Análisis del laboratorio no convencional y la simulación # 2

En la tabla 7 se muestran los hallazgos obtenidos posterior a la aplicación del laboratorio no convencional # 2

Tabla 7
Hallazgos obtenidos después de la aplicación del laboratorio no convencional # 2

Preguntas	¿Qué característica crees que posee el agua que genera tal efecto?	¿Qué similitudes piensas que tiene la luz con las perturbaciones generadas a la superficie del agua?	¿Notaron cambios de direcciones del rayo de luz?	La luz fue emitida por la linterna sobre el prisma, ¿Crees que atravesó este medio?
E1	El agua es un elemento incoloro, por tanto, es transparente y ahí es donde la luz se refracta, cuando pasa de un medio transparente a otro	Ambas son ondas y ambas son generadas por energía	Sí, varios cambios notables en la dirección de la luz	Sí, atravesó el envase, e agua, y reboto en el prisma, haciendo que este cambie las tonalidades de la luz absorbida
E2	Ninguna, solo que el prisma se tape para que el efecto dé.	Es la velocidad de la propagación de la luz	Sí, ya que, al acomodar bien la linterna, la luz se emita diferente.	Sí, ya que si no lo atravesara no emitiría los colores
E3	El agua tiene cierto grado de refracción, lo cual puede curvar o redireccionar el reyo de luz	Que de pasar del aire al agua cambia la propagación de la velocidad de la luz	Sí, se notan cambios en la dirección de la luz puesto que el agua al tener cierto grado de refracción, hace curvar el rayo de luz	Sí, atravesó los medios, puesto que se reflejaron los colores en el prisma, y la luz blanca cambio de dirección
E4	El agua desvía cada color en un ángulo diferente y cada color posee una longitud diferente	La velocidad de propagación de la luz cambia	Sí, salían colores por varios lados del prisma, se podían ver varios puntos en la pared del mismo color	Sí, refractando la luz, y reflejando los colores del arco iris.

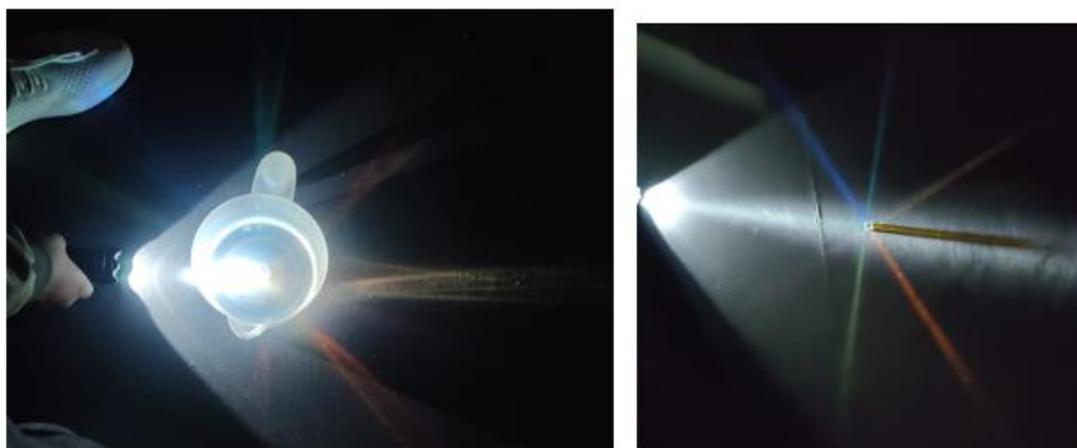
E5	Posee la refracción y esto hace que cause uno de los efectos por medio de ondas	Al pasar del aire, al agua, cambia la propagación de la velocidad de la luz	Si, cuando el rayo de luz cambio de dirección y reflejaba los colores del arco iris.	Si, atravesó porque se reflejaron los colores, y el rayo de luz se refractó
----	---------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo: Al realizar la actividad se pudo observar que la refracción de la luz blanca y a una distancia considerable el espectro solar, aunque no tiene forma del arco iris que observamos en la naturaleza, sino que es más rectangular. En la figura 5 se puede evidenciar el proceso de la refracción.

Figura 5

Desarrollo del laboratorio no convencional # 2 (Refracción de la luz)



Fuente: Fotografía tomada dentro del desarrollo del laboratorio en el aula

A continuación se detallan las experiencias que tuvieron los estudiantes frente al laboratorio. En cuanto a la pregunta 1: ¿Qué característica crees que posee el agua que genera tal efecto?, un 50% de los estudiantes afirman que el agua tiene cierto grado de refracción, lo cual puede curvar o redireccionar el rayo de luz, el otro 30% que el agua es un elemento incoloro, por tanto, es transparente y ahí es donde la luz se refracta, cuando pasa de un medio transparente a

otro y el otro 20% que ninguna, ya que el prisma se tapa para que el efecto se pueda observar. La pregunta: ¿Qué similitudes piensas que tiene la luz con las perturbaciones generadas a la superficie del agua? a lo que responde un 90% que es por la velocidad de propagación de la luz, y un 10% que ambas son ondas y estas generan energía. En la pregunta 3: ¿Notaron cambios de direcciones del rayo de luz? En el que un 100% dijo que sí, en las direcciones del rayo de luz, sin embargo, en la última pregunta 4: La luz fue emitida por la linterna sobre el prisma, ¿Crees que atravesó este medio?, a lo que todos contestaron que sí, que atravesó el medio ya que reflejaba y refractaba el rayo de luz a su vez.

Por consiguiente, se puede resaltar el avance conceptual que ha tenido cada estudiante, ya que en sus respuestas afirman que la refracción se da cuando el rayo de luz atraviesa un medio transparente a otro, produciendo el cambio en su dirección debido a la velocidad de propagación que tiene este.

En cuanto al desarrollo de la simulación # 2 en la tabla 8 se evidencian los hallazgos.

Tabla 8

Hallazgos obtenidos posterior a la aplicación de la simulación # 2

Preguntas	¿Qué característica crees que posee el agua en la simulación que genera tal efecto?	Según la simulación ¿Qué similitudes piensas que tiene la luz con las perturbaciones generadas a la superficie del agua?	En la simulación ¿Notaron cambios de direcciones del rayo de luz?	La luz fue emitida por la linterna sobre un vidrio, ¿Crees que atravesó este medio?
E1	La luz al traspasar el medio transparente, empieza a refractor diferente dirección de esta, por el movimiento de las ondas. Un ejemplo, es la piscina, que, al entrar el rayo, por un lado, refracta esta luz en toda la piscina	Las similitudes que presentan es que ambas son ondas generando energía por cada movimiento.	Si, se notó el cambio de trayectoria de la luz, aunque marca la misma velocidad.	Si lo atravesó, ya que no se refractó cuando paso por el vidrio, sino justo cuando atravesó vidrio y agua.

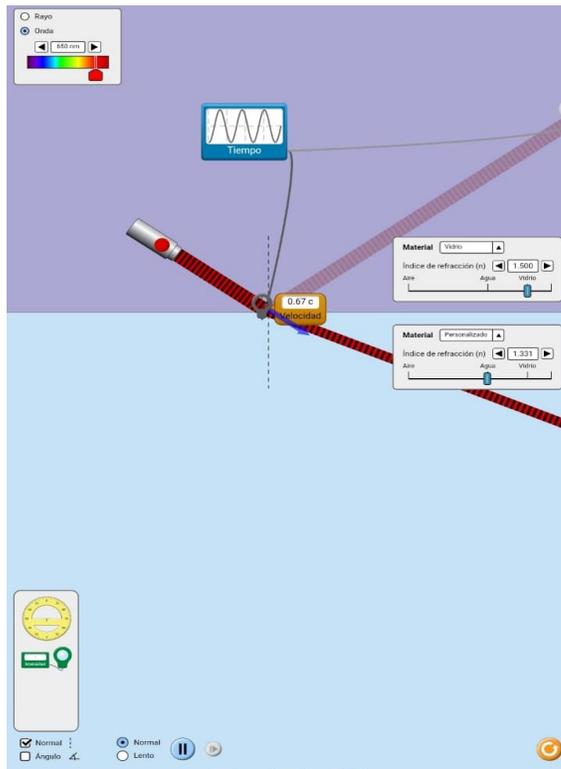
E2	Que el medio es transparente y el agua posee ondas, permitiendo así crear la desviación de la trayectoria	La similitud que tienen estos medios, es que la velocidad de propagación que presenta el rayo de luz y su rayo refractado	Sí, porque un rayo de luz estaba en el agua, y el otro rayo en el aire.	Sí, si atravesó los medios tanto el vidrio como el agua generando la refracción de la luz.
E3	La característica es que el agua posee cierta velocidad en sus ondas generando la desviación del rayo de luz	La similitud que presenta la luz es su velocidad, que, al pasar por el agua, o por el aire, siempre van a ir a la misma velocidad.	Si se notaron cambios de dirección, puesto que al pasar las ondas el rayo d luz está a un lado, y su rayo refractado en el otro.	Si atravesó el medio, ya que al refracta la luz al pasar por el vidrio y el agua.
E4	La característica que posee el agua para generar este efecto, son las ondas, que ayudan a refractor el rayo de luz	La similitud que presenta la luz, y el agua, la velocidad de sus ondas, generando la refracción del rayo de luz	Sí, porque se refracto en diferentes partes.	Sí, porque al atravesar la luz este medio permitió que el agua desviara el rayo, generando la refracción en él.
E5	Presenta la característica en medio de las ondas del agua	Que no cambia la velocidad de la luz, se mantiene tanto en el agua, como en el aire	Sí, cuando se genera el rayo de luz, el otro rayo está a un extremo de este.	Sí, porque al atravesar este medio, se nota la propagación de las ondas y su velocidad.

Fuente: Elaboración propia.

Desarrollo: La refracción se da cuando el rayo de luz pasa de un medio transparente a otro, produciendo un cambio de dirección. Al observar la simulación se identifica que la parte de arriba es el aire, la parte de abajo el agua, y la línea de puntos donde choca el rayo de luz, es el medio transparente, muestra bien el tiempo de propagación de la onda y revela que la velocidad del rayo de la luz y en el rayo refractado es el mismo. En la figura se muestra el desarrollo de la simulación # 2

Figura 6

Proceso de simulación de refracción de la luz con el laboratorio PhET



Fuente: Imagen obtenida de la simulación PhET

Estos fueron los hallazgos obtenidos después de realizar la simulación, en cuanto a la pregunta 1: ¿Qué característica crees que posee el agua en la simulación que genera tal efecto? a lo que un 10% contesta que la luz al traspasar el medio transparente, empieza a refractar diferente la dirección de esta, por el movimiento de las ondas. Un ejemplo, es la piscina, que, al entrar el rayo, por un lado, refracta esta luz en toda la piscina, y un 90% que el medio es transparente y el agua posee ondas, permitiendo así crear la desviación de la trayectoria; en la pregunta 2: Según la simulación ¿Qué similitudes piensas que tiene la luz con las perturbaciones generadas a la superficie del agua? a lo que contestaron un 100% que no cambia la velocidad de la luz, se mantiene tanto en el agua, como en el aire. En la pregunta 3: En la simulación ¿Notaron

cambios de direcciones del rayo de luz? a lo que todos respondieron de que si, ya que un rayo de luz está en el agua y el otro en aire y es ahí donde se evidencia la refracción, puesto que es el paso del medio transparente a otro; y por último, en la pregunta 4: La luz fue emitida por la linterna sobre un vidrio, ¿Crees que atravesó este medio? a lo que respondieron un 100% que sí, porque al atravesar este medio, se nota la propagación de las ondas y su velocidad, y el rayo de luz.

Finalmente se pudo concluir, que el proceso de la simulación no varía mucho a lo trabajado en el laboratorio no convencional, pero que tiene de diferencia en que la simulación permite hallar el tiempo, la velocidad de propagación de la luz, y a su vez una imagen más nítida que permite hacer un proceso cognitivo más profundo, donde el estudiante evidencia el cambio que tiene este rayo, y como se refracta este en los medios trabajados.

4.3.5 Análisis del laboratorio no convencional y la simulación # 3

En la tabla 9 se muestran los hallazgos obtenidos posterior a la aplicación del laboratorio no convencional # 3

Tabla 9

Hallazgos obtenidos después de la aplicación del laboratorio no convencional # 3

Preguntas	¿Por qué se produce la difracción?	Según el laboratorio no convencional ¿Qué esperas al observar en la pantalla cuando se encienda la fuente de luz láser?	¿Qué esperarías al observar en el laboratorio cuando se cambia la fuente de laser por una luz incandescente natural?	¿Cómo crees que se puede identificar la difracción en la vida cotidiana?
E1	La difracción se da ya que la luz se desvía al pasar el láser por la rendija	Que este se muestre a través de ondas cuando traspase la rendija	Que, de el mismo resultado, que muestre como se difracta la luz	El sol, es el mejor ejemplo de la difracción, ya que cuando topamos con él, este nos entra en forma de ondas

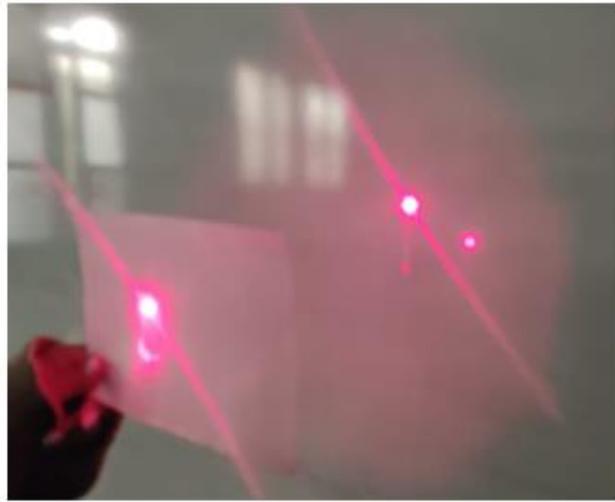
E2	Se produce por el fenómeno en que la luz se dispersa en forma de ondas	Ver la luz normal, sin ningún cambio, pero este tuvo un cambio.	Que en todas las rendijas que utilicemos se refracte a una distancia corta o larga, pero no en todas sucede lo mismo	El sol, es un ejemplo de la difracción en la vida cotidiana, ya que cuando nos topamos con el rayo de luz, este pasa por los huecos de las manos o cuando atravieso el agua.
E3	La difracción se da porque la luz se desvía en su dirección por medio de ondas	Espero encontrar la desviación por medio de ondas, aunque si se nota la desviación de la luz, pero no se puede observar bien sus ondas	Solo cambia si es luz blanca al prisma, el color del láser en situación normal no afecta el experimento	El mayor efecto de difracción es el que proviene del sol
E4	Se produce cuando la luz encuentra un obstáculo lo rodea y se propaga como ondas	Que se vea como en círculos cuando rodea el objeto	Dependiendo del objeto que lo atraviere y no se vería de la forma específica de la difracción	Por ejemplo, cuando vemos un CD y se ven los colores del arco iris moviéndose por el espacio, o cuando vemos una luz con forma de cruz, también hay diferentes formas, pero este debe atravesar un objeto o algo con masa
E5	Se produce cuando la luz choca con un obstáculo (estructuras finas o rejillas de difracción)	Espero que cuando la luz láser choque con la abertura de la hoja se difracte en forma de ondas, aunque las ondas no pasan del todo y por eso les acompañe con la luz original del laser	La luz incandescente se difracta en dos partes al chocar con la rejilla, y entre más rendijas, más aberturas.	Los mejores ejemplos son los que involucran la luz, como las pistas poco espaciadas de un CD o DVD que actúan como una red de difracción para formar el patrón común del arco

Fuente: Elaboración propia.

Desarrollo: La difracción es un fenómeno característico de las ondas, que se produce cuando dichas ondas se encuentran en su camino con un obstáculo, como puede ser una rendija estrecha o un hilo. En la figura se puede observar el desarrollo de este laboratorio no convencional con los estudiantes.

Figura 7

Desarrollo del laboratorio no convencional referente a la difracción



Fuente: Imagen tomada durante el desarrollo del laboratorio en el aula de clase.

Ahora paso a describir a lo aprendido por los estudiantes de acuerdo a la experiencia vivida con el laboratorio, en la primera pregunta: ¿Por qué se produce la difracción? a lo que respondió un 90% que la difracción se da ya que la luz se desvía al pasar por una rendija o estructuras finas, y el 10% que esta se dispersa por medio de ondas, en la pregunta 2: Según el laboratorio no convencional ¿Qué esperas al observar en la pantalla cuando se encienda la fuente de luz láser? a lo que un 95% de los estudiantes respondieron que esperan a que este se difracte en forma de ondas, y el 5% esperaba ver la luz del láser normal, sin ningún cambio, sin embargo, en la pregunta 3: ¿Qué esperarías al observar en el laboratorio cuando se cambia la fuente de laser por una luz incandescente natural? el 20% de los estudiantes respondieron que dé el mismo resultado, que muestre como se difracta la luz, el otro 20% que en todas las rendijas que utilizemos se difracte a una distancia corta o larga, pero no en todas sucede lo mismo, el otro 20% de los estudiantes dicen que dependiendo del objeto que lo atraviese y no se vería de la forma específica de la difracción y el otro 20% que la luz incandescente se difracta en dos partes

al chocar con la rejilla, y entre más rendijas, más aberturas; En la pregunta 4: ¿Cómo crees que se puede identificar la difracción en la vida cotidiana? A lo que un 80% responde que la difracción se encuentra en la vida cotidiana por medio del sol, que cuando este traspasa un obstáculo empieza a difractarse por medio de las ondas, o cuando nuestra mirada choca con el directamente, y el 20% afirman que, en un CD, DVD, o por medio del sol, o en el agua.

Por consiguiente, se nota el gran avance conceptual que tuvieron los estudiantes, pues ya que en este punto del proceso enseñanza y aprendizaje, encontraron las diferencias que hay entre (reflexión, refracción y difracción), por otro lado pudieron evidenciar como entrelazan este aprendizaje con las situaciones cotidianas lo que hace que ellos se interesen un poco más por el conocimiento. En cuanto al desarrollo de la simulación # 3 en la tabla 10 se evidencian los hallazgos.

Tabla 10

Hallazgos obtenidos posterior a la aplicación de la simulación # 3

Preguntas	¿Por qué se produce la difracción?	Según la simulación ¿Qué esperas al observar en la pantalla cuando se encienda la fuente de luz láser?	¿Qué esperarías al observar en la simulación cuando se cambia la fuente de laser por una luz incandescente natural?	¿Cómo crees que se puede identificar la difracción en la vida cotidiana?
E1	Se produce porque se dispersa o se desvía por medio de ondas pasando por aberturas	Esperaba que pasara derecho, pero no, se ondulo	No se pudo observar por la simulación no tenía la opción de luz blanca	En la vida cotidiana es un poco más complejo de observar las de la luz, pero con mayor frecuencia puede ser el sol, cuando traspasa un hueco, o cuando chocamos de frente con él que nos deja viendo en ondas
E2	Es el proceso donde la luz se desvía por medio de ondas	Si hay cambios, de hecho, cuando el láser pasa por los diferentes diseños de las rendijas se notan diferentes	No se pudo observar en la simulación	El sol es el mejor ejemplo de la difracción, es observable, ya que cuando lo tapamos y

		formas, diferentes ondas, entre otros		nos puede entrar en forma de ondas
E3	El proceso de la luz se da por medio de la desviación por ondas, cuando pasa una rendija o algún obstáculo	Si se presentan cambios con las diferentes formas que tenían las rendijas, las ondas cambias, y su forma también	No se pudo observar	Lo podemos notar en un CD, en el sol, entre otros
E4	Por la forma, dirección y otros aspectos que hacen que la luz que nos rodee nos llegue en formas de ondas	Esperaría que la luz se propagara, pero pasa por el espacio del objeto cambiando de forma por medio de ondas	No se puede observar	Cuando pase la luz por un objeto que tenga un agujero, rendijas, entre otras
E5	Cuando la luz encuentra un obstáculo, dependiendo la forma, dirección y otros aspectos que hacen que la luz rodee y atravesese un objeto, dándole forma	Espero que la luz se propague y pase por la rendija del objeto cambiando con las ondas	No se puede observar en la simulación	Cuando la luz pase por un espacio pequeño o se ve algo parecido a un arco iris, o se forma varias ondas a su alrededor.

Fuente: Elaboración propia

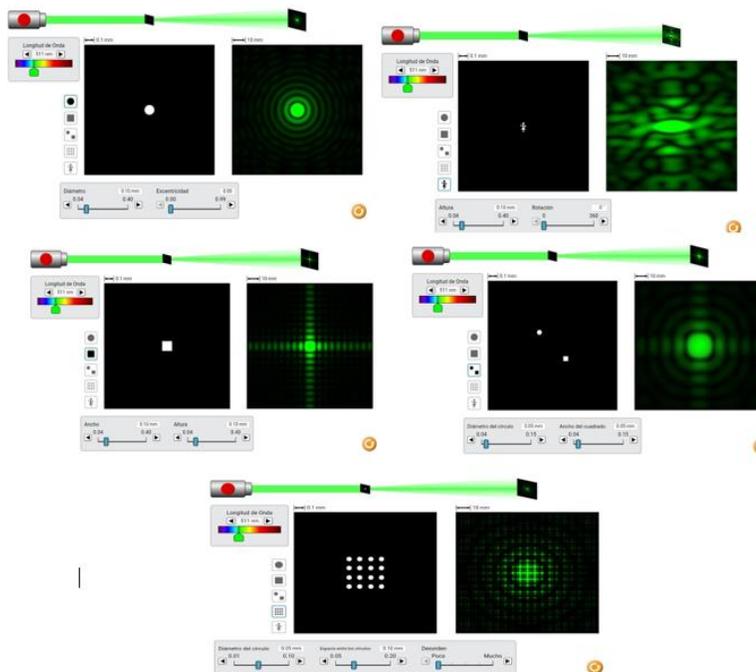
En la figura 8, se puede observar el fenómeno de la difracción que se vivencia con la simulación, con diferentes formas y una evidencia más tangible de las ondas durante el desarrollo del proceso simulado.

En cuanto al trabajo desarrollado por los estudiantes, estas fueron las respuestas que se obtuvieron posterior a la interacción con el simulador, con relación a la primera pregunta: ¿Por qué se produce la difracción? Un 90% responde que la difracción se da ya que la luz se desvía al pasar por una rendija o estructuras finas, y el 10% que este se dispersa por medio de ondas. En la pregunta 2: Según la simulación ¿Qué esperas al observar en la pantalla cuando se encienda la fuente de luz láser? alo que un 95% de los estudiantes respondieron que esperaban que la luz se

propagara y pasara por la rendija del objeto cambiando con las ondas, mientras que el otro 5% esperaba que pasara derecho, en la pregunta 3: ¿Qué esperarías al observar en la simulación cuando se cambia la fuente de láser por una luz incandescente natural? el 100% respondió que la simulación no se les permitió cambiar el láser a linterna, y no pudieron obtener el proceso de este; en cuanto a la pregunta 4: ¿Cómo crees que se puede identificar la difracción en la vida cotidiana? un 80% respondió que la difracción se encuentra en la vida cotidiana por medio del sol, que cuando este traspasa un obstáculo empieza a difractarse por medio de las ondas, o cuando nuestra mirada choca con el directamente, y el 20% afirmaron que en un CD, DVD, o por medio del sol, o en el agua.

Figura 8

Proceso de simulación de la difracción con el software PhET



Fuente: Imagen obtenida de la interacción con el software PhET

Por consiguiente, se resalta que el proceso de la simulación permitió evidenciar diferentes formas de las rendijas en el proceso de difracción, a una distancia determinada, por medio de

ondas, sin embargo, no permitió evidenciar el proceso con la luz incandescente, y quedo dentro de la imaginación, ¿Qué pasaría? ¿Si se difractaría en varias rendijas?, pero permitió profundizar el conocimiento del estudiante, ya que en el laboratorio no era visible las ondas que emitía el láser al pasar las rendijas y en la simulación nos mostró todo el proceso como tal, haciendo el aprendizaje mucho más completo, y profundo para los estudiantes.

4.4 Hallazgos obtenidos de acuerdo con el objetivo # 4

Evaluar la incidencia de las dos estrategias sobre el uso de los laboratorios y su aplicación durante el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Con relación a dicho objetivo en la tabla 11 se puede observar las respuestas obtenidas.

Tabla 11

Comparación de los simuladores por parte de los estudiantes

Pregunta	E1	E2	E3	E4	E5
¿Qué diferencia encontramos entre la simulación de PhET y el laboratorio?	Me gusto más el laboratorio, ya que uno podía apropiarse del prisma, generar colores, y mirar sus reacciones, y la simulación es muy neutra.	No encuentro casi diferencias, ya que, en los dos, se hace lo mismo para poder ver un arco iris y ver la luz blanca, aunque en el laboratorio es más difícil.	La diferencia es que en la simulación se ponen determinadas formas el prisma y se hace una recreación puntual, en cambio, en el laboratorio se pueden ver más colores de lo usual, y es más natural.	Se reflejan diferentes colores, en el laboratorio la luz es la mezcla de todos los colores, y en el simulador la luz necesitaba del prisma para reflejar los colores, y, por otro lado, nos permitió el laboratorio nos permitió que fuera más tangible y no tan superficial como en la simulación	La diferencia que encontramos, es que, en el laboratorio, el prisma resalta más colores, como el cian, el morado, el blanco, rosado, mientras que, en la simulación, muestra el azul, el naranja, el amarillo y el rojo.

Fuente: Construcción propia

De acuerdo con las evidencias mostradas en la tabla 11, un 90% de los estudiantes afirman que el laboratorio les gusto más, ya que se podían apropiarse del prisma, generar colores, y mirar sus reacciones, en cambio la simulación la notaron muy neutra, y el 10% no encontraron casi diferencias, ya que, en los dos, se hace lo mismo para poder ver un arco iris y ver la luz blanca, aunque en el laboratorio es más complicado debido en ocasiones al sistema locativo.

Sin embargo, **LA SIMULACIÓN** permitió ayudar al estudiante a desarrollar este tipo de habilidad (relacionada con el experimento), en la modalidad virtual; es decir, en el tratamiento de conceptos básicos para observar, investigar, realizar actividades, así también en la elaboración (intercambio de saberes) de resultados; asumiendo que es un rol importante en la educación virtual ya que permite realizar las referidas prácticas de laboratorio desde cualquier computador fuera y dentro del ciclo escolar sin necesidad de cumplir con un horario preestablecido; Mientras que **EL LABORATORIO** no convencional, permitía proporcionar una participación más abierta, con menos restricciones en las actividades que allí se proponen, en las que se les facilitaba adoptar una mente creativa, sugiriendo cambios en el desarrollo de un experimento, sintiendo la sensación de descubrimiento, invención e innovación logrando así que ellos pudieran establecer un vínculo muy estrecho entre la teoría que se aborda en el área de física y la realidad latente de su contexto y del universo como tal.

Por consiguiente, el conocimiento del fenómeno ondulatorio de la luz (reflexión), les permitió comprender cómo y porqué se forman las imágenes, que constituyen para el hombre la representación más valiosa de su mundo exterior, pero también es de resaltar, que permitió hacer la comparación de la simulación y el laboratorio y lo importante de hacer las clases más amenas con la experimentación, es ahí, donde los estudiantes empiezan a debatir lo predicho por una ecuación y el de venir de la teoría.

Capítulo V

5. Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo con los objetivos específicos de este trabajo se concluye:

1. La prueba diagnóstica permitió conocer los saberes previos de los estudiantes, aspecto fundamental para el diseño de los laboratorios convencionales y una buena elección del simulador PhET que es un software de licencia libre.
2. El diseño de los laboratorios y las simulaciones sirvieron para que tanto el profesor como los estudiantes buscaran otras alternativas tanto en la enseñanza como el aprendizaje favoreciendo competencias científicas, escriturales y la creatividad.
3. En la aplicación de los laboratorios convencionales así como en las simulaciones los estudiantes lograron desarrollar de manera cooperativa el trabajo experimental, además de hacer prácticas en el aula, aspecto que nunca lo habían hecho con otras asignaturas, por otro lado el uso del experimento les ayudo a la mayor comprensión de los fenómenos de la luz, contratando la teoría con la vida real
4. En cuanto al uso de los laboratorios no convencionales versus las simulaciones, los estudiantes rescataron el uso y apropiación del laboratorio convencional ya que les permitía vivenciar de una forma real el proceso, sin embargo el uso del simulador sirvió para controlar mejor las variables debido a su precisión.

Se recomienda a los docentes de la institución educativa implementar en la asignatura de física proyectos pedagógicos de aula que fortalezcan la investigación, la indagación y permitan desarrollar las competencias científicas de los estudiantes.

Referencias

- Abraham, M. R. (2011). What can be learned from laboratory activities? Revisiting 32 years of research. *Journal of Chemical Education*, 88(8), 1020–1025.
<https://doi.org/10.1021/ED100774D>
- Ayala-García, J. (2015). *Evaluación externa y calidad de la educación en Colombia*.
- Bisquerra Alzina, R. (2009). *Metodología de la Investigación Educativa*. La Muralla.,S.A.
- Bravo, S. del V. (2016). *La experimentación en el aprendizaje de la física : su incidencia en la construcción de conceptos referidos a la óptica ondulatoria*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Chávez Bautista, Y. M. (2019). Tecnología de información y comunicación (TICS) Conceptos, clasificación, evolución, efectos de las TICS, ventajas y desventajas, comunidades virtuales, impacto y evolución de servicios. Aplicaciones. In *Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle*. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
- Decreto 1860, Pub. L. No. 189 (1994).
- Ley General de Educación, Pub. L. No. 115 (1994).
- Ferreirós, J., & Ordóñez, J. (2002). Hacia una filosofía de la experimentación. *Crítica. Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 34(102), 47–86.
<https://doi.org/10.22201/IIFS.18704905E.2002.979>
- Hernández-Millán, G. (2018). Enseñanza experimental. ¿Cómo y para qué? *Educación Química*, 23(1), 92–95. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30139-8](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30139-8)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (M. G. Hill (ed.); 6th ed.).
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry Education Research and Practice*, 5(3), 247–264. <https://doi.org/10.1039/B4RP90027H>
- Íñiguez Rueda, L. (1999). Investigación y evaluación cualitativa: bases teóricas y conceptuales. In *Atención Primaria* (Vol. 23).
- Marulanda, J. I., & Gómez, L. A. (2006). Experimentos en el aula de clase para la enseñanza de la física. *Revista de La Sociedad Colombiana de Física, ISSN-e 0120-2650, Vol. 38, N°. 2, 2006, Págs. 699-702, 38(2), 699–702*.

Resolución 2343, (1996).

Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales*.

Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*.

Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje. Ciencias Naturales. V.1 (V.1)*.

Rivera Monroy, M. A. (2016). *La experimentación como estrategia para la enseñanza aprendizaje del concepto de materia y sus estados*. Universidad Nacional de Colombia.

Santos, G., Otero, M. R., & Fanaro, M. de los A. (2000). ¿Cómo usar software de simulación en clases de Física? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física, ISSN-e 2175-7941, Vol. 17, N.º. 1, 2000, Págs. 50-66, 17(1), 50–66*.

Universidad de Pamplona. (2021). *Física - SIMULADORES*. Facultad de Ciencias Básicas - Simuladores.

https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portaIG/home_152/recursos/2020/17042020/simuladores.jsp

Vargas Vargas, S. J. (2020). *Descripción: Estrategia didáctica para el aprendizaje de la teoría de la Luz de Newton en Educación Media a partir de la Epistemología*. Universidad Católica de Manizales.

Vidal Ledo, M. J., Avello Martínez, R., Monteagudo, M. A. R., Alberto, J., & Bravo, M. (2019). Simuladores como medios de enseñanza. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 33(4), 37–49.

Zapata Franco, G. A., & Mesa Rojas, A. F. (2008). *Prácticas de laboratorio no convencionales en física en el grado 11º. Un vínculo entre la teoría y la práctica*. Universidad de Antioquia.

Anexos

Anexo 1: Carta De Validación De Cuestionario De Entrada Por Expertos

UNA APROXIMACIÓN A LA TEORIA DE LA LUZ

Manizales, Caldas; 16 de julio de 2021

Docentes

Instituto para la Ciencia

Estimado/a

Un saludo muy cordial, me permito enviarle la presente comunicación con el fin de solicitarle su valiosa colaboración para la validación en calidad de experto del instrumento que fue elaborado con el fin de recolectar la información necesaria para la investigación titulada: Una aproximación a la teoría de la luz a través de los fenómenos ondulatorios mediante la experimentación en grado noveno.

Investigación que tiene como objetivo principal fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de la teoría de la luz a través de los fenómenos ondulatorios en los estudiantes de grado noveno mediante la experimentación

Esta investigación es realizada por la estudiante Nichole Andrea Osorio Galeano como requisito para optar al título de licenciado en matemáticas y física. Si desea obtener más información puede comunicarse al correo electrónico nichole.osorio@gmail.com. De antemano le agradezco su muy valiosa colaboración.

Atentamente:

Nichole Andrea Osorio Galeano

CC. 1.053.869.390

CEL. 3217166680

Firma:

Nichole Andrea Osorio G.

Anexo. Cuestionarios y matriz de evaluación.

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Aspectos específicos:

Instrucciones: A continuación, usted deberá leer el cuestionario que lo conforman 10 ítems. Posteriormente se le entregará una rúbrica compuesta por cuatro categorías fundamentales: Suficiencia, Claridad, Coherencia y relevancia. Cada Categoría tiene 4 niveles de calificación, seguidos de una serie de indicadores. Usted deberá realizar la evaluación global del instrumento de acuerdo con cada categoría, su respectiva calificación y su indicador, para ello deberá marcar el nivel de calificación y el indicador respectivo, además puede hacer las observaciones pertinentes, de antemano muchas gracias por sus aportes y el tiempo que dedica a esta valoración.

Dimensión a evaluar: La dimensión que se desea abordar es cognitiva; ya que, se pretende conocer los saberes previos de los estudiantes

Cuestionario De Entrada

Una Aproximación a la Teoría de la Luz a Través del Fenómeno Ondulatorio Mediante la Experimentación con Estudiantes de Grado Noveno

Nombre: _____ **Fecha:** _____ **Grado:** ____

Las siguientes preguntas tienen como objetivo verificar sus conocimientos previos respecto a la teoría de la luz a través del fenómeno ondulatorio mediante la experimentación. Responda con sinceridad. Esta información servirá como insumo para poder planear estrategias que permitan mejorar los procesos educativos en el aula.

1. Para ti, ¿Qué es la luz?
2. Estás de acuerdo con la afirmación: “la luz blanca es una mezcla de rayos de diferentes colores”
3. ¿Crees que el color negro es la ausencia del color?
4. ¿Sabes que la refracción de la luz es un fenómeno físico?
5. ¿Crees que la reflexión es el rebote de la luz en un objeto?

6. ¿Consideras que debe existir una relación cercana entre teoría y experimento?
7. ¿Sabes si la difracción de la luz ocurre cuando pasa de un material a otro?
8. Si introduces un lápiz dentro de un vaso con agua ¿Por qué crees que este se ve partido?
9. ¿En qué objetos crees que se puede percibir la difracción?
10. ¿Cuándo haces girar un CD, este que suele mostrar?

¡Gracias por su participación!

MATRIZ DE RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

A continuación, se presenta la rúbrica. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems o tópicos (1 – 11) según corresponda de 1 a 4 de acuerdo a la tabla anexa para su valoración.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y Semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son claros
	2. Bajo nivel	Los ítems requieren bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del o los ítems
	4. Alto nivel	Los ítems son claros, tienen semántica y sintaxis adecuada
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no tienen relación lógica con la dimensión
	2. Bajo nivel	Los ítems tienen una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel	Los ítems tienen una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel	Los ítems se encuentran completamente relacionados con la dimensión que se está midiendo.
RELEVANCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	Los ítems pueden ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems tienen alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo mismo que mide éste.
	3. Moderado nivel	Los ítems son relativamente importantes
	4. Alto nivel	Los ítems son muy relevantes y deben ser incluidos todos en el cuestionario.

Fuente: Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008)

MATRIZ DE LA EVALUACIÓN DE LOS ITEMS DEL INSTRUMENTO

Ítems/Preguntas	Nombre Experto: Luisa Robayo			
	SUFICIENCIA	CLARIDAD	COHERENCIA	RELEVANCIA
Pregunta # 1	3	4	4	4
Pregunta # 2	4	4	4	3
Pregunta # 3	3	4	3	4
Pregunta # 4	4	3	4	4
Pregunta # 5	4	4	4	4
Pregunta # 6	3	4	4	3
Pregunta # 7	4	3	4	4
Pregunta # 8	4	4	3	4
Pregunta # 9	4	4	3	4
Pregunta # 10	3	4	4	4

Observaciones:

Validado por: Luisa Robayo

Validez: Aplicable Sí . No Aplicable

INFORMACIÓN _____

Firma:



Anexo #2. Carta De Validación De Instrumentos Por Expertos Una Aproximación A La Teoria De La Luz**Manizales, Caldas; 16 de julio de 2021****Docentes: Instituto para la Ciencia****Estimado/a**

Un saludo muy cordial, me permito enviarle la presente comunicación con el fin de solicitarle su valiosa colaboración para la validación en calidad de experto del instrumento que fue elaborado con el fin de recolectar la información necesaria para la investigación titulada: Una aproximación a la teoría de la luz a través de los fenómenos ondulatorios mediante la experimentación en grado noveno.

Investigación que tiene como objetivo principal fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de la teoría de la luz a través de los fenómenos ondulatorios en los estudiantes de grado noveno mediante la experimentación. Esta investigación es realizada por la estudiante Nichole Andrea Osorio Galeano como requisito para optar al título de licenciado en matemáticas y física. Si desea obtener más información puede comunicarse al correo electrónico nichole.osorio@gmail.com. De antemano le agradezco su muy valiosa colaboración.

Atentamente:

Nichole Andrea Osorio Galeano

CC. 1.053.869.390

CEL. 3217166680

Firma: Nichole Andrea Osorio G.**Anexo 3.** Guía del estudiante y matriz de evaluación.**VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS****Aspectos específicos**

Instrucciones: A continuación, usted deberá leer la guía didáctica del estudiante. Posteriormente se le entregará una rúbrica compuesta por cuatro categorías fundamentales: Suficiencia, Claridad, Coherencia y relevancia. Cada Categoría tiene 4 niveles de calificación, seguidos de una serie de indicadores. Usted deberá realizar la evaluación global del instrumento de acuerdo con cada categoría, su respectiva calificación y su

indicador, para ello deberá marcar el nivel de calificación y el indicador respectivo, además puede hacer las observaciones pertinentes, de antemano muchas gracias por sus aportes y el tiempo que dedica a esta valoración.

Dimensión a evaluar: La dimensión que se desea abordar es cognitiva y procedimental

1. Guía para el estudiante

Maestro: Nichole Andrea Osorio Galeano

Correo: nichole.osorio@gmail.com

Grado: Noveno

Área: Física

Duración: 20 horas

Fecha de ejecución: 19 de agosto al 28 de octubre del 2021

Objetivo del estudiante: Reconozco y diferencio modelos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz.

- Explica los fenómenos ondulatorios del sonido y la luz en casos prácticos (reflexión, refracción, difracción)



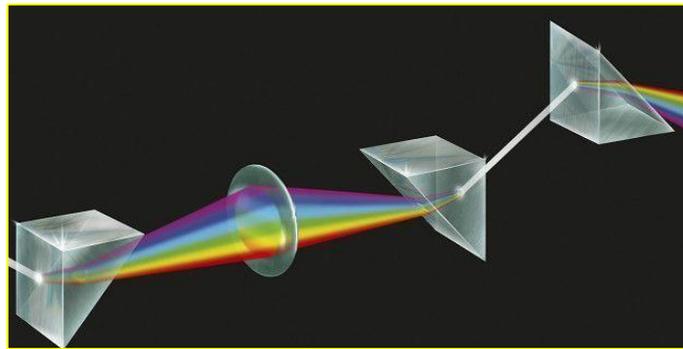
1. REFLEXION DE LA LUZ

Orientaciones generales: Cada estudiante debe responder las siguientes preguntas; para ello deberán realizar el siguiente experimento. Es de resaltar que estos se realizarán bajo el acompañamiento y supervisión del maestro. A continuación, las siguientes preguntas son:

- **Describe lo que pasa a la luz cuando atraviesa un medio**
- **De acuerdo con nuestras observaciones ¿Cuáles son los colores que componen la luz blanca?**
- **¿Por qué un prisma crea un arco iris?**
- **Para ti, ¿el prisma daba el color a la luz, o la luz era la mezcla de todos los colores?**

Una vez elaborado el experimento; se procederá a analizar cada pregunta, para dar respuesta de ello.

Finalizada la actividad; cada uno deberá entregar su actividad



Objetivo del estudiante: Reconozco y diferencio modelos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz.

- Explica los fenómenos ondulatorios del sonido y la luz en casos prácticos (reflexión, refracción, difracción)

2. REFRACCIÓN DE LA LUZ

Orientaciones generales: Cada estudiante debe responder las siguientes preguntas; para ello deberán realizar el siguiente experimento. Es de resaltar que estos se realizarán bajo el acompañamiento y supervisión del maestro. A continuación, las siguientes preguntas son:

- **Con ayuda de mis compañeros, lleno un recipiente de agua. Introduzco dentro de él un prisma. Me ubico en un lugar en el cuál haya luz solar y hago reflejar y refractar la luz que choca con el prisma dentro del agua en una superficie de color blanco. Registro el fenómeno observado.**

Luego respondo las siguientes preguntas:

- **¿Qué característica crees que posee el agua que genera tal efecto?**
- **¿Qué similitudes piensas que tiene la luz con las perturbaciones generadas a la superficie del agua?**
- **¿Notaron cambios de direcciones del rayo de luz?**
- **La luz fue emitida por la linterna sobre el prisma, ¿Crees que atravesó este medio?**

Una vez elaborado el experimento; se procederá a analizar cada pregunta, para dar respuesta de ello.

Finalizada la actividad; cada uno deberá entregar su actividad

Objetivo del estudiante: Reconozco y diferencio modelos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz.

- Explica los fenómenos ondulatorios del sonido y la luz en casos prácticos (reflexión, refracción, difracción)

3. DIFRACCIÓN DE LA LUZ

Orientaciones generales: Cada estudiante debe responder las siguientes preguntas; para ello deberán realizar el siguiente experimento. Es de resaltar que estos se realizarán bajo el acompañamiento y supervisión del maestro. A continuación, las siguientes preguntas son:

- **Con ayuda de mis compañeros, realizó una rendija en una hoja de papel, que permita que el láser pueda pasar y difractar la luz. Registro el fenómeno observado.**

Luego respondo las siguientes preguntas:

- **¿Por qué se produce la difracción?**
- **Según el laboratorio no convencional ¿Qué esperas al observar en la pantalla cuando se encienda la fuente de luz láser?**
- **¿Qué esperarías al observar en el laboratorio cuando se cambia la fuente de laser por una luz incandescente natural?**
- **¿Cómo crees que se puede identificar la difracción en la vida cotidiana?**

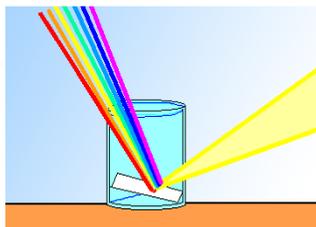
Una vez elaborado el experimento; se procederá a analizar cada pregunta, para dar respuesta de ello.

Finalizada la actividad; cada uno deberá entregar su actividad

Materiales:

- FUENTE DE LUZ BLANCA
- RECIENTE DE VIDRIO
- AGUA
- PRISMA

Ubicaremos la fuente de luz e introduciremos el prisma al recipiente con agua, luego interceptaremos el camino de la luz blanca con el prisma en el camino hasta que refracte.



Materiales:

- **LASER**
- **HOJAS**
- **PARED**

Ubicaremos la fuente de luz laser a una distancia determinada frente a la ranura, así interceptaremos el camino hacia la difracción



láser



ranura



pantalla

4. SIMULACIONES

Orientaciones generales: Cada estudiante debe realizar las siguientes simulaciones, cada una basada en (refracción, difracción y reflexión) teniendo en cuenta el laboratorio no convencional realizado en clase. Deben responder las preguntas de acuerdo a la simulación y hacer una síntesis de las diferencias o similitudes que presentan los laboratorios y la simulación. Es de resaltar que este trabajo se realizará bajo el acompañamiento y supervisión del maestro. A continuación, las siguientes simulaciones son:

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/filter?subjects=physics&type=html&sort=alpha&view=grid>

https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_es.html

Una vez elaborado la simulación; se procederá a analizar cada pregunta, para dar respuesta de ello.

Finalizada la actividad; cada uno deberá entregar su actividad

MATRIZ DE RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

A continuación, se presenta la rúbrica. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems o tópicos (1 – 11) según corresponda de 1 a 4 de acuerdo a la tabla anexa para su valoración.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son claros
	2. Bajo nivel	Los ítems requieren bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del o los ítems
	4. Alto nivel	Los ítems son claros, tienen semántica y sintaxis adecuada
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no tienen relación lógica con la dimensión
	2. Bajo nivel	Los ítems tienen una relación tangencial con la Dimensión.
	3. Moderado nivel	Los ítems tienen una relación moderada con la Dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel	Los ítems se encuentran completamente relacionados con la dimensión que se está midiendo.
RELEVANCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	Los ítems pueden ser eliminados sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems tienen alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo mismo que mide éste.
	3. Moderado nivel	Los ítems son relativamente importantes
	4. Alto nivel	Los ítems son muy relevantes y deben ser incluidos todos en el cuestionario.

Fuente: Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008)

MATRIZ DE LA EVALUACIÓN DE LOS ÍTEMS DEL INSTRUMENTO

Ítems/Preguntas	Nombre Experto: Luisa Robayo			
	SUFICIENCIA	CLARIDAD	COHERENCIA	RELEVANCIA
	4	4	4	4

Observaciones:

Validado por: Luisa Robayo

Validez: Aplicable Si x No Aplicable INFORMACIÓN _____

Firma:

