



**APORTE DE LAS TIC COMO MEDIACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LOS
NIVELES ARGUMENTATIVOS Y LOS MODELOS EXPLICATIVOS SOBRE LOS
FENÓMENOS BÁSICOS ASOCIADOS AL CONCEPTO DE LUZ**

ADRIANA ISABEL ESTRADA ROSERO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES
2018**

**APORTE DE LAS TIC COMO MEDIACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LOS
NIVELES ARGUMENTATIVOS Y LOS MODELOS EXPLICATIVOS SOBRE LOS
FENÓMENOS BÁSICOS ASOCIADOS AL CONCEPTO DE LUZ**

ADRIANA ISABEL ESTRADA ROSERO

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las ciencias

ASESOR

ANA MILENA LÓPEZ

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES**

2018

DEDICATORIA

A mi madrecita,... por ser ejemplo de tenacidad, fortaleza, paciencia, sacrificio, calidez y por brindarme siempre su apoyo, su amor incondicional; por ser esa luz brillante que irradia gran energía, que me calma y fortalece en todos los momentos .

A mi muñequita,...por ser tan especial, te quiero muchísimo, eres lo más importante de mi vida; regalo de Dios en una noche de estrellas

A Mayito,...por compartir la grandeza de nuestro amor, que guía y acompaña nuestro camino; por su apoyo, sacrificio y paciencia.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a la vida.... por las oportunidades prestadas y los logros alcanzados.

A Felipe, mi hermano, por compartir su conocimiento, por brindarme su respaldo y apoyo incondicional.

A mi profe Anita, a quien le agradezco su entrega, su acompañamiento, su conocimiento.

A mi familia, en especial a mi madre, hija, esposo, hermanas y sobrinas que, me extrañaron en los ratos no compartidos por mi estudio, gracias por su apoyo y aliento, siempre presentes con sus buenos deseos demostrándome su amor.

A los estudiantes por haber participado, con dedicación y responsabilidad en las actividades planteadas; siempre dispuestos a colaborar, aun sacrificando su tiempo libre.

Gracias a todas aquellas personas que directa o indirectamente contribuyeron en mi formación académica y espiritual.

RESUMEN

El presente informe plantea la necesidad de transformar las didácticas tradicionales de la enseñanza de las ciencias; hacia otras perspectivas de mayor participación e interacción social, que fortalezcan la habilidad argumentativa, así como también su capacidad cognitiva, comunicativa y experimental, con el fin de que permitan el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes y la construcción del conocimiento científico. Para ello se hace especial énfasis en la revisión del uso de las TIC, como herramientas mediadoras que fortalezcan los niveles argumentativos y la evolución en los modelos explicativos sobre los fenómenos básicos del concepto de luz (sentido común, híbrido, escolarizado, ideas de la ciencia escolar). Asimismo, se trabaja con un grupo de 15 estudiantes de grado undécimo, cuyas edades oscilan entre 16 y 17 años, bajo la implementación de un diseño descriptivo-interpretativo, con enfoque cualitativo, de tipo pre-test- intervención- post-test.

Los resultados mostraron que los estudiantes adquirieron niveles argumentativos más completos y coherentes; haciendo uso de justificaciones y respaldos. Sin embargo, no se presentaron justificaciones usando contra- argumentos. Además, se miró una evolución en los modelos explicativos; pues la mayoría se inclinaron hacia el modelo escolarizado y no tanto al del modelo híbrido. Con estos resultados, se ratificó la importancia de nuevas prácticas de aula, especialmente con el uso de las TIC; aunque no todas las herramientas virtuales estimularon la habilidad de argumentación, a diferencia de los foros virtuales y los simuladores en un rango menor, a pesar de que fueron de mayor impacto y motivación para los estudiantes.

PALABRAS CLAVES: argumentación, pensamiento crítico, modelos explicativos, TIC, foros virtuales.

ABSTRACT

The present report raises the need to transform the traditional didactics of Science teaching, towards other perspectives of greater participation and social interaction, that strengthen the argumentative ability, as well as its cognitive, communicative and experimental capacity, in order that allow the development of critical thinking in students and the construction of scientific knowledge. To this end, a special emphasis is placed on the review of the use of Tic, as mediating tools that strengthen argumentative levels and evolution in explanatory models about the basic phenomena of the concept of light (common sense, hybrid, scholarized, ideas of school science). Likewise, this work is realized with a group of 15 eleventh grade students, whose ages range from 16 to 17 years, under the implementation of a descriptive-interpretative design, with a qualitative approach, of pretest-intervention-post-test type.

The results showed that the students acquired more complete and coherent argumentative levels; making use of justifications and backups. However, there weren't any justifications using counter arguments. Moreover, an evolution in explanatory models was seen; so most of them leaned towards the school model and not so much towards the hybrid model. With these results, the importance of new classroom practices was ratified, especially with the use of TIC; although not all virtual tools stimulated the ability to argue, unlike virtual forums and simulators in a lower range, although they were of greater impact and motivation for students.

KEYWORDS: Argumentation, critical thinking, explanatory models, ICTs, virtual forums.

CONTENIDO

	Pág.
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	12
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2 PLANTEAMIENTO DE LA PREGUNTA PROBLEMATIZADORA	15
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	16
1.4 OBJETIVOS	20
1.4.1 Objetivo General	20
1.4.2 Objetivos Específicos.....	20
2 MARCO TEÓRICO.....	21
2.1 INTRODUCCIÓN	21
2.2 MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES	22
2.2.1 Propagación rectilínea de la luz y velocidad.	41
2.2.2 Reflexión de la luz	41
2.2.3 La Refracción de la luz	42
3 METODOLOGÍA.....	46
3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN-ENFOQUE	46
3.2 CARACTERIZACIÓN INSTITUCIONAL	46
3.2.1 Caracterización de estudiantes- Población	47
3.3 UNIDAD DE TRABAJO	48
3.4 LA UNIDAD DIDÁCTICA.....	48
3.4.1 Introducción	49
3.4.2 Momento inicial: Ubicación	50
3.4.3 Momento dos: Desubicación	50
3.4.4 Momento final: Reenfoque	51
3.4.5 Objetivos de la Unidad Didáctica	51
3.5 UNIDAD DE ANÁLISIS.....	51
3.6 INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	54

3.6.1	Técnicas.....	54
3.6.2	Instrumentos.....	54
3.7	PLAN DE ANÁLISIS	56
3.8	DISEÑO METODOLÓGICO.....	58
4	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	59
4.1	CATEGORÍA: NIVELES ARGUMENTATIVOS	59
4.1.1	Momento inicial: Ubicación.	59
4.1.2	Momento de intervención: Desubicación.....	64
4.1.3	Momento final: Reenfoque.....	76
4.2	CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS SOBRE LOS FENÓMENOS BÁSICOS (REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN) DEL CONCEPTO DE LUZ	81
4.2.1	Momento inicial: Ubicación.	81
4.2.2	Momento final: Reenfoque.....	85
4.3	REFLEXIONES SOBRE EL USO DE LAS TIC Y EL APRENDIZAJE	89
5	CONCLUSIONES	91
6	RECOMENDACIONES	93
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
8	ANEXOS	102

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Modelos sobre la luz, la visión, las imágenes; desde los Griegos hasta Kepler.....	38
Tabla 2. Caracterización de los modos de explicar la formación y visión de una imagen óptica	44
Tabla 3. Categorías y sub categorías de análisis en la investigación	52
Tabla 4. Modelos explicativos en la formación de imágenes por reflexión y refracción....	53
Tabla 5. Instrumentos Pre-test y Pos-test (Momentos: Ubicación y reenfoque)	55
Tabla 6. Instrumentos de intervención. (Momento de desubicación).....	56
Tabla 7. Resultados niveles argumentativos	60
Tabla 8. Ejemplos respuestas nivel 1. (Momento de ubicación)	61
Tabla 9. Ejemplos respuestas nivel 2. (Momento de ubicación)	63
Tabla 10. Ejemplo respuesta nivel 3. (Momento de ubicación)	63
Tabla 11. Resultados niveles argumentativos.....	66
Tabla 12. Resultados niveles argumentativos foro virtual	69
Tabla 13. Contrastación pre test- pos test, niveles argumentativos.....	76
Tabla 14. Comparación de los niveles argumentativos de E2 durante el Pre-test – Post-test.	77
Tabla 15. Comparación de los niveles argumentativos de E3 y E6 durante el Pre-test – Post- test.....	78
Tabla 16. Comparación de los niveles argumentativos pre-test-post-tes ,E8.....	80
Tabla 17. Contrastación pre test- pos test, modelos explicativos.....	85

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Rayos y frentes de onda	40
Figura 2. Ley de la reflexión de la luz	42
Figura 3. Refracción de la luz	42
Figura 4. Diseño metodológico de la Investigación	58

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Unidad Didáctica	102
Anexo B. Consentimiento informado.....	106
Anexo C. Instrumento de Indagación de Ideas Previas No 1	107
Anexo D. Instrumento de indagación de Ideas Previas No. 2	110
Anexo E. Ejemplo de un Texto Argumentativo.	112
Anexo F. Actividad 3 Debate.	113
Anexo G. Lectura y foro virtual: “Invisibilidad de la luz”	114
Anexo H. Trazo de Rayos notables en espejos esféricos	115
Anexo I. Refracción de la luz- Uso del simulador.	116
Anexo J. Video- debate, Óptica con "lentes de agua"	118
Anexo K. Imágenes en lentes convergentes- Uso del simulador	119
Anexo L. Encuesta estructurada. Uso de la Tecnología	121

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La enseñanza actual muestra falencias que se hace necesario solucionar para lograr una mejor calidad educativa. Estas falencias están relacionadas con la didáctica centrada en la forma tradicional de enseñanza, la cual enfatiza una relación muy vertical entre el docente y el estudiante. Esto se evidencia a nivel general, pues podríamos decir que se presenta en casi todas las instituciones del país. Así lo reafirma (Bonilla, 2017): “Nuestro modelo educativo, es uno de los más retrasados de América Latina. Muchas generaciones han estado agobiadas por la información que aprendimos de memoria y esperando una reforma, donde la reflexión y el análisis simbólico formen al joven con pensamiento crítico”.

La institución Ciudad de Pasto no es ajena a esta situación. En todas las áreas, se hace necesario realizar un auto reflexión con miras a reorientar las prácticas educativas con base en nuevos paradigmas. En las asignaturas de las ciencias naturales, como la Física, también se evidencia esta problemática. Aquí las prácticas educativas -en su gran mayoría- son rutinarias, descontextualizadas, sin motivación para la participación estudiantil, en las que el único escenario que se ofrece es el aula y en ocasiones el laboratorio para el desarrollo de prácticas iterativas; es decir, unas estrategias de enseñanza y de aprendizaje marcadamente tradicionalistas, que no han arrojado resultados académicos efectivos.

La argumentación sobre todo, como una habilidad fundamental del pensamiento crítico, es casi que nulumamente desarrollada en la institución, cuando en la didáctica actual se la asume como una de las categorías imprescindibles en el ejercicio de enseñanza, no solo para las áreas humanas sino también y sobre todo para las áreas relacionadas con las ciencias. Así lo refieren Ruiz, Tamayo, Márquez (2014) “Es la argumentación una competencia a desarrollar en el aula de clase no solo para promover una ciencia producto

de la actividad humana, sino también para potenciar el desarrollo del pensamiento crítico” (p. 34).

La argumentación es resaltada en la actualidad como una de las principales habilidades de pensamiento que desarrolla la actividad científica escolar, llevando al estudiante a no quedarse en los simples ejercicios mentales de reconocimiento, relación, inferencia directa de los conocimientos, todo ello enmarcados en el modelo tradicional, sino que los lleva a procesos propiamente científicos, relacionados con la investigación, el análisis profundo, la relación entre datos, conclusiones y justificaciones, y sobre todo la posibilidad de construir conocimiento, lo cual es casi imposible de realizar por parte de esa práctica considerada tradicional.

Los estudiosos actuales de la didáctica están de acuerdo en que las prácticas educativas tradicionales centradas en la transmisión del conocimiento, son obsoletas pues no llevan al estudiante a desarrollar todas sus potencialidades y capacidades cognitivas. Aquí el proceso de enseñanza y aprendizaje se torna pasivo, con un estudiante simplemente receptivo, con unos conocimientos ya elaborados, con unos ejercicios prácticamente mecánicos de reconocimiento y deducción lógica de niveles mínimos y superficiales, en los cuales no hay desarrollo de pensamiento científico propiamente dicho. A este respecto, Ruiz (2012) enfatiza que en las perspectivas tradicionales de enseñanza:

El apoyo fundamental es la presentación de la ciencia dogmática y la asignación del rol pasivo al estudiante. En estas actividades no se da espacio a la confrontación y crítica de los conceptos abordados en el aula, su trabajo se reduce a la adquisición de conceptos y términos suministrados por el experto, en este caso la docente o el texto. (p.160)

En este contexto el maestro aparece como el centro del ejercicio didáctico pues supuestamente tiene el conocimiento, todos los elementos requeridos para la enseñanza, y el estudiante es un simple receptor “vacío” de conocimientos cuyo papel se remite a recibir pasivamente esos conocimientos. En este mismo sentido, (Tamayo, 2006) afirma que en el modelo tradicional “se considera al alumno como el sujeto que aprende, desprovisto también de historia. Esto ha conducido al ejercicio de una enseñanza a genética en la que

trata de enseñarse *todo* en poco tiempo y se desconoce así la experiencia del estudiante”. Es decir un enfoque de enseñanza y de aprendizaje unidireccional, pues el estudiante aparece como un sujeto, sin conocimientos previos, sin palabra y sin posición propia, frente al conocimiento que se está estableciendo. Su papel se limita a recibir conocimientos y a retransmitirlos como evidencia de su aprendizaje.

El proceso de enseñanza que se pretende actualmente, por el contrario, centra el ejercicio didáctico básicamente en la construcción del conocimiento. En este sentido el docente ya no aparece como el centro o eje primordial de la enseñanza, sino como el orientador o asesor del estudiante para que éste, desde sus propias capacidades, construya el conocimiento. Aquí el estudiante ya no se limita a esperar por parte del docente la transmisión del conocimiento, sino que se orienta a construir conocimientos nuevos o en su defecto a tomar una posición propia y crítica frente a los conocimientos ya establecidos. A este respecto Latorre (2005) afirma que:

Vivimos en los inicios del tercer milenio, donde los rápidos cambios sociales y tecnológicos exigen la construcción de nuevas imágenes tanto de la educación como del profesorado; imágenes que conceptualizan a este último como investigador y al alumnado como ciudadanos activos, pensantes, creativos, capaces de construir conocimiento. (p.10)

Un estudiante, como el actual en la institución, que se remita únicamente a recepciona conocimientos, es un estudiante extemporáneo en relación con la necesidad actual de la sociedad. Se habla comúnmente de que nos encontramos en el contexto de una sociedad del conocimiento, pues los medios tecnológicos que ofrece para adquirirlos son muchísimos y muy variados. El estudiante hoy en día cuenta con toda la información disponible a través de la plataforma de internet, en la cual puede encontrar los más variados matices y componentes teóricos relacionados con cualquier temática. Ya no se hace necesario que el docente “imparta” conocimientos como el eje fundamental e invariable de la enseñanza, pues éstos se encuentran a disposición de los estudiantes para ser asimilados. Por lo tanto, lo que se requiere hoy en día es que el estudiante, a partir de la información que encuentra en la tecnología, asuma una posición propia y sea capaz de construir conocimientos

novedosos, o por lo menos les dé nuevos enfoques o nuevos contenidos para su reformulación, de la mano del docente.

Aquí se evidencia sobre todo una de las deficiencias de mayor notoriedad en el área de las ciencias, enfatizada por diversos estudiosos: la imposibilidad del modelo tradicional para desarrollar en los estudiantes su capacidad lingüística a la hora de expresar y organizar sus ideas. Sarda y Sanmarti (2000), por ejemplo, afirman: “El profesorado de ciencias constata a menudo las grandes dificultades con que se enfrentan la mayoría de los estudiantes a la hora de expresar y organizar un conjunto de ideas en un escrito que se caracterice, desde el punto de vista científico, por su rigor, precisión, estructuración y coherencia”. Así también Solbes, Ruiz y Furió (2010) manifiestan que en la enseñanza de las ciencias “aquellas actividades que requieren una respuesta razonada del tipo: «explica», «justifica», «razona» o «argumenta» son las que les resultan más difíciles a los alumnos de secundaria por ser las que suponen un grado de complejidad cognitiva mayor”.

Lo anterior lleva a reconocer sobre todo la necesidad de la argumentación, ya que desarrolla niveles profundos de retórica y capacidad lingüística en el estudiante, ejercitando no solo su pensamiento analítico-deductivo, sino también su pensamiento creativo, en el sentido de saber analizar los fenómenos, reconocer sus causas, determinar sus consecuencias, medir su incidencia a nivel fenomenal, y también saber defender su punto de vista personal, saber explicar, y saber justificar adecuadamente esos conocimientos contruidos.

1.2 PLANTEAMIENTO DE LA PREGUNTA PROBLEMATIZADORA

En vista de lo expuesto anteriormente, se resalta la necesidad de entender que los modelos puramente tradicionales aplicados en el aula, centrados en la simple transmisión de conocimientos, pierdan sentido, y en su lugar tomen más relevancia aquellos modelos novedosos que permiten la incorporación de las TIC, como una herramienta valiosa para la construcción del conocimiento y cuyo eje de enseñanza gire alrededor del desarrollo de la

argumentación como principal habilidad comunicativa, que permita la interrelación de los estudiantes y maestros en todas las direccionalidades. En este sentido, retomamos lo dicho por Sanmartí (2000) quien, frente a esta necesidad, expresa que:

La ciencia como una actividad humana que intenta plantear y responder a preguntas críticamente, promoverá un ambiente de clase en que se prime la cooperación y se facilite la expresión de dudas y de argumentos relacionados con los distintos puntos de vista y se faciliten también los pactos o acuerdos. (p.243)

En concordancia con esto, la propuesta de investigación del presente trabajo se propone dar respuesta a la siguiente pregunta problematizadora:

¿Cuál es el aporte de las TIC como mediación para el desarrollo de los niveles argumentativos y los modelos explicativos sobre los fenómenos básicos asociados al concepto de luz, en los estudiantes de grado once?

1.3 JUSTIFICACIÓN

La argumentación es reconocida, en los procesos de enseñanza-aprendizaje, como una categoría fundamental del pensamiento crítico, formando parte del desarrollo del pensamiento científico en los estudiantes. Ante todo, se valora la argumentación, no solamente en su calidad retórica, es decir en su capacidad para explicar de forma coherente fenómenos asociados al conocimiento, sino también en su capacidad para llevar al estudiante a procesos profundos de análisis, reflexión y proposición. Para ello se requiere que nuestros estudiantes participen en procesos de aprendizaje que les permita la manifestación de sus potencialidades analíticas, críticas y propositivas, es decir, que potencie en ellos lo que hoy en día se requiere como una necesidad sentida del proceso didáctico actual: La implementación y puesta en marcha de un aprendizaje en profundidad dentro del aula, a través sobre todo del desarrollo de la habilidad argumentativa, con todas las ventajas y posibilidades que ésta ofrece a nivel del pensamiento crítico.

En consecuencia de lo anterior, dentro de las áreas científicas estudiadas en el proceso académico, el lenguaje es un componente fundamental del pensamiento científico, ya que el hombre de ciencia no solo necesita determinar la veracidad de un determinado fenómeno, sino también necesita dar a conocer a una determinada comunidad científica los por menores o componentes de ese fenómeno para su asimilación. La argumentación también es reconocida como importante dentro de un contexto colectivo de construcción de conocimiento, pues permite que la comunicación del mismo o la explicación del fenómeno dado, sean llevadas de forma coherente y entendible para un público receptor. Así, Buitrago, Mejía y Hernández (2013) resaltan el componente social de la argumentación:

Un aspecto importante del proceso de desarrollo y validación de las ciencias es la argumentación, se resalta el papel de ésta, pues las ciencias se entienden como práctica social que requiere no solo de una capacidad cognitiva, sino también comunicativa para producir, evaluar y aplicar ciencia, y por tanto, se trata de un procedimiento de naturaleza cognitivo-lingüística . (p.19)

Por otro lado, se reconoce también el componente crítico que tiene la argumentación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Este componente es de suma importancia, pues a través de él, el estudiante asume una posición propia frente a un determinado fenómeno, lo lleva a pensar por sí mismo, lo incita a reflexionar en torno al fenómeno citado, lo empuja a no aceptar de forma inmediata el conocimiento o fenómeno al que se enfrenta. Tamayo (2011), es uno de los especialistas que defienden este componente crítico de la educación y plantea que es “desde el actuar del maestro en su contexto de aula como podemos incidir de manera significativa en el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes”.

Asimismo, se reconoce que la argumentación también va de la mano con la modernidad, pues en la sociedad del conocimiento en la que estamos inmersos, el educando no debe ser un sujeto pasivo sino activo en la consecución del conocimiento; él debe saber aprovechar todos los elementos y herramientas que la tecnología pone en sus manos para generar información. El problema en este contexto ya no se centra en acceder al conocimiento- pues se encuentra al alcance de la mano-, sino en construir conocimientos partiendo de la información múltiple que ofrecen las TIC. Cualquier tipo de información necesaria, y en

relación con cualquier tema, el estudiante la puede encontrar fácilmente gestionando unos botones o un dispositivo tecnológico. Esta información puede aparecer desde diferentes enfoques, y por lo tanto con los matices más completos que se puedan necesitar.

Ahora bien, en las áreas científicas también es de común acuerdo hoy en día que la tarea del docente no es enseñar *sobre* la ciencia, sino enseñar a los estudiantes *cómo* hacer ciencia; en esto se debe fundamentar la enseñanza de la ciencia. Se debe buscar que el estudiante aprenda la práctica científica en el aula, con todos sus componentes teórico-prácticos, con todas sus metodologías de análisis, observación, hipótesis, justificación, experimentación, etc. Y juntamente con esto, desarrollar en el estudiante la habilidad argumentativa, pues tendrá la necesidad de comunicar de forma clara los conocimientos, para ser comprendidos y asimilados por una comunidad determinada. Así se refiere Ruiz (2012) sobre la importancia de la argumentación:

Dar valor a la argumentación como actividad indispensable en la construcción de la ciencia, es acercarnos a una comprensión pública del conocimiento científico. Un hecho que necesariamente exige dar prioridad, en los escenarios escolares, a las prácticas discursivas y, específicamente, a los procesos argumentativos. (p.17)

Desarrollar la habilidad argumentativa en la enseñanza de las ciencias, y más específicamente en el área de la física, permitirá seguramente cualificar la práctica didáctica, obteniendo resultados positivos en los objetivos de enseñanza y promoviendo la formación de estudiantes con una visión más acorde a las necesidades actuales de nuestra sociedad. El resultado será la formación de estudiantes con mayor capacidad científica, con autonomía en su proceder, con capacidad crítica frente a conocimientos ya establecidos, con mayor capacidad lingüística para poder explicar fehacientemente los fenómenos y con una postura de mayor compromiso social y personal frente al contexto en el que se desenvuelve.

Lo dicho anteriormente, también cabe para lo que tiene que ver con el campo específico de los fenómenos básicos de la luz. Aquí la capacidad argumentativa y la implementación de las TIC pueden dinamizar, innovar y hacer más significativo y participativo el proceso

de aprendizaje. Utilizar las TIC dentro de este contexto permite estrategias didácticas tales como: realización de foros virtuales, la simulación de fenómenos físicos, manipulación de variables, entre otros. Es decir, permiten el acercamiento del conocimiento de una forma novedosa y dinámica, llevando a los estudiantes a procesos de motivación y construcción de conocimientos, potencializando el uso de habilidades avanzadas de pensamiento como la argumentación. Al respecto, Tamayo, Vasco. et-al (2010) señalan que:

La utilización de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje puede agregar valor a la construcción de conocimiento, en la medida en que apoyan al individuo y al grupo en la construcción de representaciones mentales y sociales respectivamente. Asimismo, contribuyen al desarrollo de competencias para la toma de decisiones y la solución de problemas y, a la vez, facilitan el intercambio de conocimientos y experiencias. (p.103)

Por todo lo dicho, recalcamos la idea de que para generar procesos de cambio, de cualificación en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la institución, es necesario reorientar las prácticas o estrategias didácticas, involucrando las herramientas que las TIC ponen a nuestro alcance, y propiciando sobretodo el desarrollo de la argumentación para la construcción de conocimiento en los estudiantes. En otras palabras, se debe aprovechar el potencial que ofrecen las TIC en la actualidad no como simples dispensadores de información, sino como mediadores en el fortalecimiento de habilidades comunicativas y participativas en el contexto de las áreas de las ciencias. Y para ello, como lo dicen Chávez y Caicedo (2014), “indudablemente los docentes en la actualidad tienen la posibilidad de utilizar las particularidades y potencialidades educativas que tienen las TIC para propiciar habilidades de pensamiento científico, y entre ellas la capacidad de la argumentación” (p.87).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Reconocer el aporte de las TIC como mediación en el desarrollo de los niveles argumentativos y los modelos explicativos en los estudiantes de grado once, respecto al estudio de los fenómenos básicos asociados a la luz.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Identificar y caracterizar previamente los niveles argumentativos y los modelos explicativos que tienen los estudiantes de grado once frente a los fenómenos básicos relacionados con el concepto de luz.
-
- Implementar una unidad didáctica que incorpore actividades mediadas por las TIC, enfocada a mejorar los niveles argumentativos de los estudiantes respecto de los fenómenos básicos del concepto de luz.
-
- Describir el cambio en los niveles argumentativos y los modelos explicativos sobre los fenómenos básicos del concepto de luz, después de la aplicación de la unidad didáctica.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN

El marco teórico que se presenta a continuación, no se muestra subdividido en varios ítems, sino que está estructurado en un solo texto que trata de buscar una articulación fundamental entre los componentes que direccionan el proyecto de investigación, estos son: la argumentación como habilidad y los correspondientes niveles argumentativos, las TIC como herramientas mediadoras, los fenómenos básicos del concepto de luz y su correspondiente evolución hasta el modelo de Kepler.

En la primera parte se aborda la argumentación como habilidad y parte del pensamiento crítico, que permite la construcción del conocimiento, centrándose luego en los elementos que componen un argumento es decir en su estructura y los diferentes niveles que permiten valorarlo y categorizarlo.

Seguidamente se muestra la importancia de las TIC en el ámbito educativo, sobre todo su incidencia en el aula, mostrando que el uso adecuado permite la participación activa de los estudiantes y para ello el maestro juega un papel importante; sobre todo si se desea fomentar procesos argumentativos mediante actividades mediadas por las TIC. Aquí se resalta el uso de los foros virtuales y los simuladores en la enseñanza de la Física como herramientas diligentes que pueden favorecer el desarrollo de los niveles argumentativos.

Continuando, se muestra que el estudio de la luz y sus fenómenos son parte importante del currículo escolar, en la llamada óptica geométrica; y para la enseñanza de los fenómenos básicos del concepto de luz (reflexión y refracción), existen en la red virtual herramientas valiosas que pueden favorecer la comprensión de los mismos.

Finalmente se hace alusión a los principios físicos sobre el concepto de luz y los fenómenos básicos, mostrando la evolución de las ideas sobre la luz, la visión y las

imágenes, desde los griegos hasta el modelo de Kepler; el cual es aplicado hoy en las aulas escolares, específicamente en la llamada óptica geométrica. Aquí también se hace referencia a los modelos explicativos que pueden surgir en torno a la solución de situaciones que involucran las imágenes dadas por reflexión y por refracción.

2.2 MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

A través de los tiempos la educación ha mostrado diversos problemas. El hecho de que involucre un proceso de comunicación mediante el cual un emisor emite un mensaje a un receptor, la vuelve compleja. Esa complejidad precisamente es la que determina las dificultades que involucra su proceso, pues implica el saber cómo un maestro o docente (emisor) imparte unos conocimientos a un educando (receptor). El proceso involucra no solo las dos personas que se comunican, sino también el conocimiento que se pretende compartir.

Con el correr del tiempo el proceso de enseñanza y aprendizaje fue cambiando a medida que se hacía una reflexión del mismo. Esa reflexión permitía el descubrimiento de nuevos componentes o nuevos matices dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, hasta el punto de desembocar en estrategias didácticas disímiles. Al respecto de este cambio Escontrela y Stojanovic (2004) expresan:

Mientras el papel de la enseñanza tradicional era proporcionar información, la función del alumno se restringía a asimilarla mediante la práctica y la repetición, fuera de su contexto real de utilización. Hoy, por el contrario, se considera que el aprendizaje no puede ser transmitido sino que debe ser construido por el propio individuo. (p.482)

Lo anterior permite reafirmar que en la actualidad, uno de los ejes fundamentales sobre el que gira la idea de una didáctica pertinente y novedosa, es la idea de que el educando o sujeto del conocimiento construya su propio conocimiento. Aquí, se parte de la idea de reconocer al educando como sujeto activo, y el proceso educativo debe involucrar elementos que permitan precisamente esa construcción. Al pensar en estos elementos, una de las ideas de mayor consenso en la actualidad es la idea de involucrar la argumentación

como componente fundamental del conocimiento científico, en asociación con la utilización de las TIC como una herramienta imprescindible; a este respecto García, Condac, Ocelli (2016) dicen que “muchos entornos tecnológicos ofrecen posibilidades de aprender a través del desarrollo de: prácticas argumentativa”; así también Guzmán, Flores, Tirado (2013) reafirman: “las TIC brinda nuevos contextos y posibilidades para el desarrollo de la competencia argumentativa, escenarios que posibilitan investigar de manera integral tanto los recursos psicológicos como los comunicativos”.

En lo que respecta a la argumentación, ésta se utilizó desde la antigüedad con los filósofos más sobresalientes. La argumentación era entendida entonces como un proceso lógico de pensamiento, y su principal representante fue Aristóteles. Según Buitrago, Mejía, Hernández (2013) para los filósofos griegos “la argumentación era razonar y llevar a cabo inferencias, su objetivo era especialmente convencer, modificar las ideas, las actitudes, las decisiones o incidir en el actuar de uno o varios interlocutores”. Es decir, la argumentación fue asociada con la retórica, con aquel discurso capaz de persuadir a un receptor y convencerlo acerca de algo. Finalmente, en los tiempos actuales la argumentación es catalogada como un proceso, tanto de formación de pensamiento científico, como de capacidad retórica o argumentativa; a este respecto, las autoras antes mencionadas señalan que “La argumentación en las ciencias es considerada como la capacidad cognitiva y comunicativa necesarias para producir, evaluar y aplicar ciencia”.

Los estudiosos de la educación actual defienden la argumentación como un componente importantísimo, no solo en el contexto de las áreas relacionadas con el lenguaje y las humanidades, sino también en el de las ciencias. Por eso, se define la argumentación como una forma de discurso que pretende defender un punto de vista y convencer a un receptor mediante la utilización de razonamientos lógicos; por ejemplo, Murillo y Martínez (2014:108), dicen: “Argumentar: es organizar razones que justifiquen puntos de vista con la intención de convencer, [mediante] razonamientos pertinentes, sólidos y válidos”. También (Tamayo O. (-e.-D.-3.-4., 2011) citando a Perelman y Olbrechts, quienes dicen: “La argumentación está orientada hacia el convencimiento o la persuasión,

en tanto considera que la finalidad de la argumentación es convencer con razones o persuadir mediante recursos afectivos”(p.217). Así también Jiménez (2010) afirma que: “<<Aprender argumentar implica comunicar, persuadir a una audiencia>>, tiene relación con aprender a comunicar en ciencias, hablar y escribir ciencias en clase; también se aprender a articular y construir una explicación que resulte convincente para otras personas” (p.16).

A esta concepción de la argumentación como medio de convencimiento, se le agregó luego un componente de habilidad comunicativa y una categoría de pensamiento crítico. Así, la argumentación también tiene que ver con el desarrollo de la inteligencia, pues no solamente implica convencer a un receptor sino asumir una posición personal respecto de algo. Por lo tanto ésta involucraría procesos lógicos, procesos crítico-rationales, recursos lingüísticos, inteligencia para organizar coherentemente las ideas, etc.

A la par con lo anterior, se dice que la argumentación es una “habilidad” imprescindible dentro de la ciencia, para justificar y explicar los elementos epistemológicos que fundamentan un conocimiento o una teoría. Así lo reafirman Ruiz, Tamayo y Márquez (2013) cuando expresan que “la argumentación ha sido reconocida no solo en la construcción de la ciencia, ya que permite las relaciones sustantivas entre los modelos y las pruebas, sino también en el campo didáctico” (p.30).

En este sentido, el papel de la argumentación es el de ser promotora del conocimiento, ya que conlleva elementos de fundamentación cognitiva diferentes a los de la enseñanza tradicional. Empezando porque es un discurso no unidireccional, sino con múltiples direcciones o puntos de vista, en el que se conjugan la palabra del maestro y la del estudiante en una interacción recíproca. Hay aquí una conjugación del componente práctico, adscrito al conocimiento científico, y el componente lingüístico, relacionado con la capacidad de articular un argumento o discurso coherente, para convencer al receptor de la veracidad de un determinado conocimiento. Desarrollar modos de razonar propios y válidos dentro del campo de la ciencia en general.

En cuanto a la argumentación en las áreas científicas, Mellado (2016) afirma que “es la vía para la formación de una persona crítica e independiente” (p.53). Así pues involucra un proceso dialógico, inquisitivo entre estudiantes y maestros, quienes participan activamente en la construcción del conocimiento. En esa construcción, el maestro planea, propone y direcciona las actividades pertinentes para que se haga utilización del diálogo constructivo bidireccional, incluyendo a los estudiantes. En este sentido, Sarda y Sanmartí (2000) afirman que:

Sería necesario dar mucha más importancia a la construcción del conocimiento propio de la ciencia escolar, a la discusión de las ideas en el aula y al uso de un lenguaje personal que combine los argumentos racionales y los retóricos, como paso previo, a menudo necesario, para que el lenguaje formalizado propio de la ciencia tome todo su sentido para el alumnado. (p.406)

Así mismo, estudiosos como Jiménez- Aleixandre (2010) refiere que “la argumentación permite mejorar los procesos de aprendizaje (aprender a aprender), y desarrollar el pensamiento crítico y la cultura ciudadana” (p.37). Es decir, mediante la argumentación en el aula se promueve, al mismo tiempo, la formación de una ciudadanía responsable, capaz de participar en las decisiones sociales ejerciendo el pensamiento crítico. Lo que se quiere decir es que, impulsando el desarrollo de la argumentación, se estimula la capacidad de analizar, indagar, razonar, sustentar y convencer sobre la veracidad de una idea, una afirmación, una explicación o una hipótesis; fundamentado, esto, en los propios criterios o puntos de vista personales, los cuales deben ser justificados. Con respecto a la justificación, Jiménez- Aleixandre (2010), nos dice:

Argumentar consiste en ser capaz de evaluar los enunciados en base a pruebas, es decir reconocer que las conclusiones y los enunciados científicos deben estar justificados, en otras palabras, sustentados en pruebas. La argumentación es una herramienta de la que disponemos para evaluar el conocimiento. (p. 23)

El componente crítico de la argumentación permite confrontar las interpretaciones propias de un fenómeno o conocimiento con las interpretaciones o propuestas ajenas, dando a entender el carácter cambiante del conocimiento, y haciendo de éste algo relativo. Así, siguiendo a Sarda y a Sanmartí, (2000), “podríamos afirmar que el discurso de las ciencias se va elaborando entre un discurso formal y uno retórico de la argumentación, en un

proceso que es necesario que sea permanente y modificante”. Lo que involucra el aspecto histórico de la ciencia, pues ésta siempre va a estar supeditada a ser reformulada o modificada de acuerdo al desarrollo de la sociedad en la que se circunscribe; involucrando a la vez, el conocimiento pertinente, la necesidad de que el estudiante relacione los componentes teóricos o conceptuales y su capacidad para interpretarlos, haciendo inferencias y estableciendo relaciones de sentido entre ellos.

En relación con esto, un modelo importante dentro del estudio de la argumentación con sentido crítico es el de Toulmin, citado por Sarda y Sanmartí (2000). En este modelo, se plantea la existencia de reglas globales que permiten construir argumentos y evaluarlos. Esta construcción de argumentos involucra elementos formales y lógicos que se relacionan con un sentido específico, el cual a su vez se relaciona con hechos o datos obtenidos de un suceso o fenómeno, permitiendo su justificación por medio de razones y llegando a establecer una conclusión. Según este modelo los elementos constituyentes de un argumento razonable son:

Datos: Hechos o informaciones factuales, que se invocan para justificar y validar la afirmación.

Conclusión: La tesis que se establece.

Justificación: Son razones (reglas, principios...) que se proponen para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión.

Fundamentos: Es el conocimiento básico que permite asegurar la justificación.

Calificadores modales: Aportan un comentario implícito de la justificación; de hecho, son la fuerza que la justificación confiere a la argumentación.

Refutadores: También aportan un comentario implícito de la justificación, pero señalan las circunstancias en que las justificaciones no son ciertas. (p.408)

El carácter crítico que involucra este tipo de argumentación, contiene unos componentes meta cognitivos, pues lleva al estudiante a reflexionar en torno a sus propias argumentaciones, a sus propias perspectivas, llevándolo a buscar fundamentos sólidos y lógicos en la propuesta de explicación propia y a ser auto- regulativo en relación con sus argumentos, así lo plantean Sánchez, Castaño y Tamayo (2015), cuando dicen:

El logro de aprendizajes en profundidad está necesariamente acompañado de procesos de autorregulación por parte de los estudiantes y las estudiantes; de allí que concluyamos que aprender a argumentar implica considerar de manera consciente e intencionada ciertas estrategias meta cognitivas que se ponen en escena en el mismo acto argumentativo. (p.154)

Así mismo, se debe considerar que el proceso argumentativo de los estudiantes no tiene un carácter homogéneo, y por ello se hace necesario reconocer que está condicionado por sus intereses, el contexto que los determina, los saberes representados cognitivamente en el sujeto, su habilidad comunicativa, entre otros, los cuales determinan los diferentes modos de presentar argumentos. Esto hace necesario establecer niveles que permitan identificar avances o dificultades en la clase de argumentos que muestran los estudiantes, estableciendo sus diferencias, de tal manera que se pueda valorar la calidad de los mismos. En este sentido, y tomando como base el modelo de Toulmin, citado por Sarda y Sanmartí (2000) sobre los elementos presentes en el proceso argumentativo expuesto anteriormente, además del pensamiento de Erduran (2004) y Erduran (2008), (citados por Tamayo 2011), se definen los siguientes niveles argumentativos:

Nivel 1: Argumentos que son una descripción simple de la vivencia

Nivel 2: Argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una conclusión.

Nivel 3: Argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos, conclusiones y justificación.

Nivel 4: Argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones, haciendo uso de calificadores o respaldo teórico.

Nivel 5: comprende argumentos en los que se identifican datos, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s)

Respecto del nivel 1 en la argumentación, Tamayo (2011) expresa que este nivel es “Un argumento construido a partir de la apariencia externa del fenómeno estudiado, un argumento que describe el fenómeno, que lo recrea en su forma, sin explicaciones o justificaciones, que nos den a entender algo acerca de su comprensión”(p.221). En el ámbito escolar, este nivel de argumentación en los estudiantes es muy frecuente; ellos se

limitan a dar sencillas descripciones de los fenómenos en estudio, en las cuales se hacen relatos o declaraciones sin que se perciban diferencias entre lo que es un dato y una conclusión. Por ende, no evidencian comprensión alguna del fenómeno. Y así,

Todas las respuestas que hacen parte del nivel 1 de argumentación se caracterizan por realizar descripciones literales de los fenómenos observados, que llevan al lector a recrear la escena de realización de los experimentos. Para tal efecto, el estudiante hace uso de algunos verbos en primera persona, con el fin de describir con detalle lo que se hizo en la actividad. (Tamayo, 2011, p.220)

Ahora bien, si en esos argumentos se evidenciara una clara diferenciación entre los datos y una conclusión, se estaría hablando del nivel 2. En este nivel se exige una capacidad cognitiva que permita, además de diferenciar, relacionar e inferir al menos una conclusión partiendo de los datos. Como lo habíamos afirmado antes, en la institución y específicamente en el área de la Física, los estudiantes muestran dificultades para determinar conclusiones coherentes respecto a los fenómenos físicos, puesto que se han enfocado únicamente al aspecto descriptivo, sensorial; es decir, un nivel básico que parte más de lo concreto del fenómeno que de lo abstracto.

El nivel 3 se presenta cuando se involucra un componente de justificación en el argumento, volviéndolo más valioso, más significativo. A este respecto, Tamayo (2011) afirma:

La presencia de las justificaciones parece constituirse en un indicador de extrema importancia al valorar la calidad del argumento expresado por los estudiantes. Si entendemos la justificación como la búsqueda de las razones que en última instancia explican el fenómeno estudiado, incluir justificaciones en los argumentos supone adquirir el compromiso de explicitar el paso de los datos a la conclusión. (p. 220)

Sin embargo, en estos primeros niveles de argumentación de los estudiantes, la justificación no se hace presente, por lo cual se puede inferir que la calidad y el nivel de su argumentación son apenas básicos. Por ello se hace necesario buscar estrategias para que las explicaciones dadas por ellos sean consistentes, seguras.

La explicación de un fenómeno se hace consistente cuando la justificación tiene un fundamento teórico, relacionado con principios adscritos a la ciencia. En este caso se llega al nivel 4 de argumentación, de acuerdo con lo que plantea Toulmin (citado por Tamayo, 2011): “La presencia de la garantía en el argumento nos lleva a preguntarnos acerca de su pertinencia, de su aplicabilidad a un caso particular y de su posible aceptación general”.

Por último, el nivel 5 de argumentación comprende, además de los elementos involucrados en el nivel 4 (datos, conclusiones, justificaciones, respaldos), la presencia de contraargumentos. Éstos son necesarios cuando los respaldos teóricos utilizados en los niveles anteriores son atacados por medio de razones aparentemente válidas, y por lo tanto se hace necesario involucrar nuevos argumentos que invaliden dichas razones. Por ello, este nivel implica un medio de confrontación con puntos de vista diferentes, inmersos en diferentes autores o en variadas posiciones teórico científicas. Cabe señalar que estos últimos niveles de la argumentación no se presentan regularmente en el contexto de aula, y en el caso de los estudiantes de la institución educativa no se han evidenciado.

Con todo lo dicho, se ha resaltado y caracterizado a la argumentación como una habilidad imprescindible y eficaz en un contexto novedoso de enseñanza y aprendizaje, pues su implementación en la construcción de la ciencia es reconocida hoy en día como fundamental. Ella, además de permitir la comunicación entre los diferentes integrantes de una comunidad educativa, involucra el desarrollo cognitivo, la puesta en práctica de procesos profundos de la capacidad racional del ser humano. Y por ello es imprescindible en cualquier contexto de construcción de la ciencia, sobre todo en el de enseñanza y de aprendizaje.

Ahora intentaremos resaltar la importancia que han adquirido las TIC en la actualidad, y sobre todo lo importante de su utilización en contextos educativos. Reconocemos ante todo, que son herramientas que permiten la diversidad comunicativa, y a la vez ofrecen diferentes formas de lenguaje para dar a conocer un fenómeno y explicarlo en sus pormenores. En este sentido, (Clark et al., 2008; De Vries; Lund; B, 2002; Luehmann;

Frink, 2012), citados por: (García, Condat, Occelli, Valeiras ,2016), plantean que “Los ambientes enriquecidos con TIC fomentan la expresión de las voces que no suelen manifestarse en otros ámbitos, facilitan el aprendizaje a través de la argumentación escrita y favorecen la ocurrencia de diálogos epistémicos que incluyen la argumentación” (p.898).

Las TIC es un fenómeno reciente propio de la sociedad moderna y contemporánea. La incidencia de las TIC prácticamente ha invadido todos los sectores de la vida, a nivel social, personal, comunicativo, entre otros. Podríamos afirmar con seguridad que hoy en día nadie está exento de la utilización de herramientas relacionadas con la tecnología. Las TIC, tienen una alta incidencia en la vida social, hasta el punto de que se han convertido prácticamente en un nuevo lenguaje que es necesario saber manejar para desenvolverse en cualquier tipo de actividad. A este respecto, Márquez (2012) afirma:

Esta emergente sociedad de la información, impulsada por un vertiginoso avance científico en un marco socioeconómico globalizador y sustentada por el uso generalizado de las potentes y versátiles tecnologías de la información y la comunicación (TIC), conllevan a cambios que alcanzan todos los ámbitos de la actividad humana. (p. 3)

La educación, como un factor inherente a la sociedad, no está ajena a esta situación. Cada día, en el contexto educativo, se requiere con más insistencia de la utilización de las TIC como herramientas mediadoras de enseñanza. Las posibilidades que ofrecen son valiosas para lograr procesos de enseñanza y de aprendizajes novedosos, significativos y motivadores para los estudiantes. Una institución educativa que busque cualificar su calidad, necesariamente tiene que tener en mente la implementación de estas nuevas tecnologías.

Algunos autores (Coll y Monereo 2008; Área 2008; Carneiro, Toscano, Díaz, 2008) señalan que la importancia de las TIC en la educación está relacionada con un cambio de paradigma, que consiste en reconocer la importancia que éstas han venido cobrando en el contexto actual de la educación. Sostienen que su utilización adecuada facilita y direcciona el aprendizaje, logrando mayor efectividad en los objetivos educativos

institucionales, y ofreciendo también ventajas en la relación comunicativa interinstitucional.

En su incidencia sobre los estudiantes, (Pontes Pedrajas, 2005), afirma que “el uso de las TIC ayuda a fomentar la actividad de los alumnos durante el proceso educativo, favoreciendo el intercambio de ideas, la motivación y el interés de los alumnos por el aprendizaje de las ciencias” (p.4). Es decir les permiten un mayor dinamismo, una mayor participación y una gran motivación para el desarrollo de sus actividades en clase, tanto en forma individual como colaborativa. Lógicamente, para ello el maestro debe concientizarse de que su papel es fundamental, no únicamente en el hecho de saber escoger los recursos tecnológicos más adecuados para la enseñanza, sino en direccionarlos convenientemente según los objetivos que se plantee. Así lo afirma (Parra, 2010) cuando dice, refiriéndose a la tecnología, que “su uso como estrategia debe ser orientada por el docente para que los estudiantes puedan aprovecharla convenientemente, logrando aprendizajes significativos en la construcción de sus conocimientos, y despertando en ellos mayor interés por la actividad científica” (p.62).

En relación con el currículo, la importancia de la TIC también se hace evidente. (Castiblanco, 2008), por ejemplo, nos hablan de su integración resaltando el uso de las TIC como generadoras del pensamiento tecnológico y científico, destacando el pensamiento crítico, argumentativo y reflexivo que promueven, lo que permite dejar atrás los procesos tradicionalistas en la enseñanza. También hacen una reflexión sobre el nuevo papel que debe cumplir el maestro en la actualidad, el cual no es el dueño de la información en el conocimiento, ya que toda esta información se encuentra diseminada en la red virtual y es de fácil acceso para los estudiantes. En contraposición a esto, los autores mencionados sostienen que el maestro debe ser un orientador o mediador en la búsqueda del conocimiento, y por lo tanto debe propender para que los estudiantes hagan un buen uso de esa información y se enriquezcan a nivel personal y profesional.

Muchas de las investigaciones actuales por parte de los teóricos de la educación refuerzan la idea de que es imprescindible el uso de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Algunos autores, como (Chávez y Caicedo, 2014; Cabero, 2007; Márquez, 2012), entre otros, plantean esta situación desde una visión general, destacando las ventajas que ofrecen las tecnologías como herramientas didácticas. Otros, como (Ponte, 2005; Serrano y Prendes, 2012; Linares, 2010), con una visión más específica, entran a determinar los beneficios concretos que ofrecen las TIC en determinadas áreas del conocimiento, como por ejemplo puntualizando la utilización de algunos dispositivos (laboratorios virtuales o simuladores, entre otros).

Dentro del área de la Física, precisamente, por el estatus científico que tiene, se reconoce como propicio la implementación de las TIC. Refiriéndose a esta ciencia, Serway y Faughn (2004:1) afirman que la física “es la ciencia más fundamental de todas las ciencias”, puesto que se ocupa del estudio de los principios básicos que rigen el universo. Aquí el papel mediador de las TIC resulta de mucho beneficio para el aprendizaje de los estudiantes. Daza et al (2009), afirman a este respecto, que: “el uso de las TIC en el aula permite que los alumnos complementen otras formas de aprendizaje utilizadas en la clase, mejoren la comprensión de conceptos difíciles o imposibles de observar a simple vista” (p.321). Así también Cervantes, Rubio y Prieto (2015), afirman: “sobre la integración eficiente de las tecnologías en clases de Física, vale destacar que este tipo de propuestas facilita el abordaje de determinados contenidos de esta disciplina de una manera diferente e innovadora” (P.26).

Uno de los trabajos actuales que hace referencia a la importancia de las TIC, en el contexto de la Física, es *El Seminario de TIC y Trabajo Colaborativo*, dirigido a 21 docentes de Física de educación media en la Ciudad de Murcia (España). Este proyecto plantea, sobre todo, que la aplicación de TIC cualifica la enseñanza y el aprendizaje de esta materia, brindando innumerables ventajas, tales como: desarrollar la autonomía del estudiante, promover su análisis científico, desarrollar su capacidad de construir nuevos conocimientos, promover su componente investigativo, entre otros. Su trabajo de análisis

involucra a autores destacados como Escudero y Esquembre, recogiendo del primero su planteamiento de la necesidad de las TIC en la educación y su análisis sobre la legislación vigente en relación con las normas que buscan hacer obligatoria su utilización en la enseñanza; por su parte, a Esquembre se lo cita en varias ocasiones para resaltar sus estudios sobre aplicaciones específicas de herramientas virtuales en la Física, tales como las simulaciones, las cuales tienen como objetivo el diseño de programas “cuya intención es reproducir, con fines pedagógicos o científicos, un fenómeno natural a través de la visualización de los diferentes estados que éste puede presentar” (Serrano y prendes, 2012 , p. 10).

Otros autores destacan la importancia de las TIC en relación con el papel del maestro. (Acevedo, Vázquez, & Manassero, 2003), por ejemplo, hablan de la necesidad de “involucrar las TIC en el proceso de aprendizaje de las ciencias para entenderlas como herramientas de enseñanza para el maestro, además de que ofrecen un medio de aprendizaje para los estudiantes” (p.355). Es decir, lo que ellos plantean es que las TIC por sí solas no son valiosas para el proceso, pues deben ser seleccionadas, mediadas y aplicadas con una intensión educativa que la planifica el maestro desde su experiencia, su especificidad y el currículo; él es quien las incluye dentro de su estrategia didáctica, la cual está condicionada por los objetivos de aprendizaje que se plantee y según el nivel de escolaridad de los estudiantes y de sus intereses. De manera semejante, Ponte (2005) plantea la importancia de reconocer:

El carácter activo del uso de las TIC en educación, que se basa en la idea de que los alumnos deben ser protagonistas de su propio aprendizaje, pero es el profesor el que debe utilizar las estrategias y los recursos adecuados para conseguir que los alumnos participen como sujetos activos en ese proceso. (p.335)

Desde otro ángulo, Jonassen y Yueeh (1998) (citados por Montes y Ochoa 2006) distinguen lo que podríamos considerar como niveles de aplicación de la tecnología. Estos niveles dependerían de si se utilizan las TIC en su forma simple de almacenamiento y transmisión del conocimiento, o si son utilizadas de forma más profunda como medio para desarrollar la argumentación, o para facilitar “la multiplicidad en las representaciones del

conocimiento, la simulación y la resolución de problemas”. Ellos plantean dos perspectivas de uso de la tecnología: en primer lugar “aprender de la tecnología”, y en segundo lugar “aprender con la tecnología”. La segunda perspectiva plantea la utilización de las TIC como “herramienta de construcción de conocimiento y otorga al estudiante un papel activo en su proceso de aprendizaje”. A este respecto Ponte (2005), afirma que

No se trata de conseguir que cada profesor elabore sus propios recursos informáticos (programas, páginas web,...) sino que diseñe una programación de la enseñanza asistida por ordenador para que sus alumnos utilicen los recursos informáticos disponibles de una forma activa y reflexiva. (p.336)

Es decir, lo que se debe lograr en los estudiantes es que sean sujetos activos, que hagan uso de habilidades de pensamiento como la argumentación, y con las facilidades que ofrecen las herramientas TIC, la organización de sus experiencias, puedan llegar a la construcción de su propio conocimiento.

Así mismo, algunos estudiosos recalcan que las TIC ofrecen dispositivos y herramientas pertinentes que facilitan, impulsan y promueven el desarrollo novedoso del aprendizaje, convirtiéndose por ello en un motivante, tanto para estudiantes como para aquellos docentes que se han atrevido a poner en práctica su uso. De hecho, existen muchos autores que exploran las posibilidades que ofrecen las TIC, destacando su incidencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje. (Arango, 2003), por ejemplo, nos habla de la importancia de los foros virtuales; definiéndolos como “espacios para las discusiones académicas que contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico estratégico”, plantea el uso de los foros por medio del internet como estrategias de diálogo que permiten el desarrollo de habilidades argumentativas en los estudiantes: los llevan a la participación, a la reflexión, al consenso de ideas, al discernimiento.

Otro autor que también resalta el uso de foros virtuales es Fëdorov (2005), quien afirma que “son herramientas muy potentes para el desarrollo del pensamiento crítico del estudiante”; además destaca “el modo asincrónico” de su efecto pedagógico. Este asincronismo ofrece a los estudiantes la oportunidad de organizar sus ideas o sus opiniones

de una forma más estructurada, coherente y argumentada, incluyendo el manejo de diferentes espacios y tiempos en el sustento de la información.

Por su parte, Gras-Martí y Cano (2005), afirman que actualmente proliferan las plataformas virtuales de aprendizaje, que son cada vez más sencillas de usar por parte del profesor y de los alumnos, y (algunas) son de uso gratuito. Entre éstas están, por ejemplo, *Educaplus*, *Educaplay*, que ofrecen variadas actividades educativas multimedia. Estas páginas permiten realizar talleres, evaluaciones y demás actividades en forma online, y también ofrecen gran diversidad de videos educativos. El ciberespacio, que también ofrecen, permite a su vez diversidad de aplicaciones, las cuales involucran conceptos, demostraciones, laboratorios virtuales, etc. Se encuentran, igualmente, páginas creadas y compartidas por educadores, como por ejemplo la página del profesor Luis Ignacio, creada en el 2004, que se puede consultar en:

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/56_ondas/index.htm. (Esta página muestra características, conceptos y fenómenos sobre la luz, apoyada visualmente con simulaciones).

Por otro lado, algunos autores hacen referencia a la incidencia de las TIC en el trabajo de laboratorio en Física. Cruz y Espinosa (2012), por ejemplo, dan a conocer algunos de los tipos o clases de laboratorio existentes, resaltando los laboratorios reales y laboratorios virtuales. En los primeros se utilizan fundamentos computacionales y sensores, con el objetivo de realizar mediciones y procesos operativos con los datos tomados de los experimentos; los segundos relacionan las simulaciones, que son importantes porque permiten realizar prácticas que en la realidad no se podrían hacer, debido a la insuficiencia de recursos y a la exigencia de material muy especializado, o porque ponen en peligro la integridad del estudiante.

Otro autor que reconoce la importancia de los simuladores es (Vásquez, 2009) quien lo define así: "Un simulador es quizá la aplicación que más aprovecha las especificaciones de la computadora como recurso de aprendizaje y que cada día se extiende más en áreas de la

educación" (p.2). Según el autor, una de las ventajas que tienen los simuladores es que permiten desarrollar destreza mental a través de actividades prácticas, puesto que relacionan conceptos científicos y permiten la manipulación de variables controladas.

Este mismo autor también muestra la importancia de los laboratorios virtuales, argumentando que permiten aplicar un enfoque constructivista del aprendizaje, puesto que los estudiantes a través de una experiencia virtual de laboratorio podrán contrastar sus hipótesis y argumentar. Es decir, a través de las experiencias virtuales de laboratorio, el estudiante puede desarrollar diferentes habilidades; una de ellas es la argumentación, que se puede obtener a través de la comparación de las hipótesis planteadas y de los resultados en la práctica virtual. Al respecto Belloni (citado por (Alzugaray, 2001), como conclusión de una investigación sobre las TIC en la enseñanza de la Física, expresa que:

En el plano didáctico el uso de simulaciones interactivas supone un avance cualitativo en la enseñanza de la física, no sólo porque permite visualizar fenómenos que de otra forma serían inaccesibles, sino porque facilita un aprendizaje de los conceptos y principios basado en la investigación de los alumnos y apoyado en el uso de procedimientos propios del trabajo científico. (p.15)

Las simulaciones o laboratorios virtuales se pueden aplicar en diferentes momentos y con el objetivo de obtener diferentes resultados. Así, por ejemplo, se pueden incluir, al inicio, como una forma de motivación; o, al final de la formalización de un concepto, para profundizar en su comprensión. Así lo confirman Cataldi, Lage y Dominighini (2013):

Cuando las simulaciones se usan antes de la instrucción formal, éstas desarrollan la intuición y ayudan al desarrollo natural del proceso de aprendizaje; y cuando se utilizan después de la instrucción formal, se les da la oportunidad de aplicar lo aprendido o bien de comprenderlo mejor. (p. 9)

En resumidas cuentas, son muchos los autores contemporáneos que resaltan la importancia de las TIC como generadoras de renovación didáctica y de calidad educativa. Ellos promulgan que, más temprano que tarde, la educación se fundamentará totalmente en la utilización de las herramientas virtuales y tecnológicas con la mediación responsable y diligente de los maestros. También resaltan la importancia de las TIC en el proceso de enseñanza de la Física, pues su utilización descentraliza la acción del maestro en el aula, y

lo perfila como un mediador de estrategias didácticas. En cuanto al estudiante, redefine su papel catalogándolo como protagonista y hacedor directo de su propio aprendizaje. No hay duda de que éste es el perfil contemporáneo de la educación, apta para nuestros tiempos.

En relación con el estudio de los fenómenos básicos relacionados con la luz, son muchos y variados los recursos virtuales con los que podemos contar actualmente. En primer lugar están, por ejemplo, los simuladores de prácticas de laboratorio, los cuales son definidos como una de las herramientas virtuales más efectivas, pues permiten al estudiante aprender de una forma práctica y divertida; a través de la manipulación de variables, el estudiante constata situaciones hipotéticas que le permiten inferir conclusiones sobre fenómenos básicos de la luz. Un ejemplo de estos simuladores es el “Phet Interactive Simulation”, que contiene gran cantidad de simulaciones relacionadas con estos fenómenos. Otra dirección virtual muy interesante es la página: <http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/OptGeometrica/index.htm>, la cual contiene varios enlaces. Uno de ellos resalta la forma como se plantea la historia del concepto de luz, y otros que son de última generación permiten descubrimientos asombrosos sobre el concepto de luz.

Desde el punto de vista histórico, la luz es uno de los fenómenos físicos que más ha maravillado e inquietado a la humanidad a lo largo de su historia. Desde hace miles de años, los griegos dieron explicaciones y formularon modelos sobre la naturaleza de la luz y los fenómenos visuales. Luego, diferentes personajes como, Alhazen, Huygens, Newton, Young, Descartes, Einstein, entre otros, plantearon modelos que fueron muy controvertidos debido a la diferencia de ideologías y de pensamientos que se presentaron en las diferentes épocas. Moreno (2006: 416) plantea que una de las controversias más relevantes a través de la historia de las ciencias es la “naturaleza de la luz (Newton vs Huygens)”; es decir la controversia entre la teoría corpuscular y la teoría ondulatoria.

El estudio de las diversas teorías sobre lo que es la luz, es un ejemplo que muestra la evolución de los diferentes métodos seguidos por los pensadores, por los científicos, que siempre han estado abiertos a los cambios y a los posibles caminos para incursionar.

En relación con el concepto de la luz, debemos decir que la enseñanza de la óptica se encuentra presente en todos los currículos del área de la Física. Según Wilson (1996) la Óptica es la parte de la Física que estudia el comportamiento y los fenómenos relacionados con la luz y la visión. Para llegar a su comprensión, es importante responder a diferentes interrogantes: ¿Qué es la luz?, ¿La luz se mueve de igual forma en todos los medios?, ¿con qué velocidad lo hace?, ¿Por qué vemos los objetos?, ¿Cómo explicar la formación de imágenes en espejos y lentes?, Según Osuna, Martínez, Correónza, Verdú (2007), dar respuesta a estos interrogantes “supone apropiarse funcionalmente de un modelo de cómo se forman las imágenes, lo que requiere el desarrollo de una teoría geométrica de la luz y de la visión que se ha denominado óptica geométrica”(277). Esto quiere decir que alcanzar las respuestas de los interrogantes planteados, implica apropiarse de un modelo adecuado que permita la interpretación, explicación, y argumentación de los fenómenos ópticos presentes en nuestra cotidianidad.

Para comprender los asuntos antes mencionados, hoy en día se hace uso en el aula del “modelo de visión Kepler”, el cual utiliza los principios de la llamada Óptica Geométrica. Esta ciencia utiliza un lenguaje sencillo, pero coherente, para sus explicaciones. Para ello, hace uso de líneas y ángulos por medio de los cuales se pueden determinar aspectos importantes relacionados con las imágenes dadas por los diferentes espejos y lentes.

En la siguiente tabla se muestra la evolución de las ideas sobre el concepto de la luz, la visión y las imágenes desde los griegos hasta Kepler:

Tabla 1. Modelos sobre la luz, la visión, las imágenes; desde los Griegos hasta Kepler

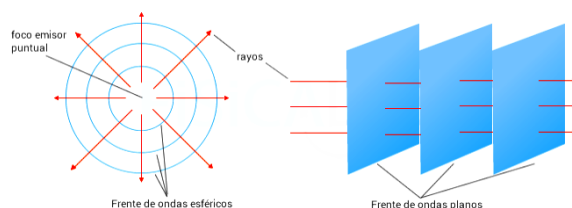
No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.	Atomista (Demócrito, Leucipo)	(Platón)
Modelo Emisión	Modelo : Emanación	Modelo Mixto
Los ojos emiten fuego visual (rayo)	Desde la superficie de los objetos	Por la luz, los objetos emanan

Invisible, hacia los objetos y producen la visión directa	brotan sutiles capas de átomos y forman simulacros, que vuelan al ojo produciendo la visión directa.	simulacros, el ojo a través de la pupila emana fuego visual (rayo), el encuentro de estos, producen la visión directa; geométricamente más adecuada en dirección rectilínea.
El fuego visual o rayo visual es diferente de la luz, se mueve en línea recta y tiene entidad real.	Simulacro o Eidola, es una imagen tenue del objeto, diferente de la luz.	
Luz solo de fuentes primarias. Cualidad del espacio no independiente de la fuente	La luz posibilita el tránsito de los simulacros por el aire.	Luz solo de fuentes primarias. Cualidad del espacio no independiente de la fuente
Usaron un sistema de representación geométrica:(Líneas observables y líneas auxiliares) y explicaron mediante observaciones:	Luz solo de fuentes primarias. Cualidad del espacio no independiente de la fuente	Explica: *No ver en la oscuridad
*La visión indirecta: Imagen en espejos,	No usaron un sistema geométrico	*La reflexión suponiendo que la imagen o simulacro queda impresa en el espejo los rayos visuales la alcanzan produciendo la visión
*Igualaron ángulo de incidencia y de reflexión basados en observaciones.	Explicaron la reflexión con leyes naturales y comparativas con el rebote de cosas y ángulos iguales	No explica:
*Imagen de un objeto sumergido en agua	La imagen es como un objeto plano pegado a la pantalla, que existe aunque no se mire	*La visión desde algunas posiciones
	No explica: *El cruce de simulacros, ni como caben estos en el ojo.	
Alhazen	Kepler	
Modelo visión por recepción de rayos de luz.	Modelo visión por recepción de Haces de luz	
Descarto modelos anteriores	La luz emitida por cada punto del objeto es una esfera en expansión, el haz divergente de luz de cada punto del objeto entra al ojo y converge en la retina, el ojo localiza la posición de lo que ve, que es una imagen virtual, que es la reproducción del patrón de luz emitido por el objeto.	
La visión relaciona cada punto del objeto con un punto del ojo a partir de emisión de rayos determina la colección de puntos imagen, determinando una imagen invertida. (rayo es portador de parte de la imagen)		
Analogía entre el ojo con la cámara oscura. Imagen en una pantalla	Rayo indicador de una de las direcciones del haz esférico	
La luz: Es entidad física independiente, separada de la fuente, el objeto y el ojo. No es material. impresiona el ojo (órgano visual)	Analogía entre el ojo con la cámara oscura. La imagen en la retina similar a la imagen de la cámara; poseen lentes convergentes variables.	
Luz de fuentes primarias y secundarias.	Explica la visión indirecta:	
Objeto iluminado fuente secundaria de luz: conjunto de puntos luminosos	*Reflexión mediante leyes experimentales conocidas	
Explica:	*Para la refracción uso datos empíricos, corrigió datos de ángulos de refracción al pasar la luz del aire al agua.	
Intensidad luminosa como densidad de rayos de luz	*determino que la causa de la refracción era la densidad del medio	
La reflexión solo en superficies pulidas (espejos)		
Se determina la óptica como ciencia de la luz		

Nota: Construcción propia., fundamentada en: Osuna, G; Martínez, T; Carrascosa, A y Verdú, C, R. (2007).

De aquí se concluye que la Óptica Geométrica no tiene en cuenta la naturaleza senoidal de la luz, sino simplemente el concepto de rayo Luminoso o haz luminoso, el cual es definido por Serway y Faughn (2004) como “una recta perpendicular a los frentes de onda, que apunta desde la fuente generadora llamada foco puntual, hacia la dirección de propagación”. Esto se muestra en la figura (1)

Figura 1. Rayos y frentes de onda



Fuente: <https://www.fisicalab.com/apartado/frente-de-onda#contenidos>

(Bautista, y otros, 2001) Afirman que, en forma sencilla, un rayo de luz es “una idealización a partir de la cual se puede describir el comportamiento de la luz” (p.98). Por su parte, Ramírez (2015), define al rayo como “una idealización de una emisión luminosa representada como una semirrecta que tiene su origen en la fuente emisora de luz y se propaga en línea recta mientras no sea afectada por la interacción con un objeto” (p.28).

Por otro lado, en lo que respecta a los fenómenos básicos de la luz, es decir, a la reflexión y a la refracción (los cuales se experimentan en forma cotidiana desde los primeros años de vida), se plantea que es importante conceptualizar y entender los elementos indispensables en la formación de imágenes. Estos elementos son: (luz-objeto - espejo- luz) en la reflexión y (luz-objeto – lente- luz) en la refracción, los cuales llevan a muchas conclusiones, como por ejemplo las dadas por (Wilson, 1996): “Los principios que gobiernan la reflexión explican el comportamiento de los espejos, mientras que los que gobiernan la refracción explican las propiedades de las lentes, como las utilizadas en los anteojos” (p. 651). También Bravo, Pesa, Rocha (2012), al hablar de la imagen que se obtiene en estos fenómenos dicen que “es importante reconocer el sistema visual y las

interacciones que deben ocurrir entre él y la luz reflejada o refractada, para que se vea la imagen que se forma en la retina” (p.71). Es decir, la comprensión de los fenómenos básicos del concepto de luz, debe llevar a los estudiantes a reconocer, por un lado, los elementos presentes; y por otro lado, deben llevar a explicar los procesos complejos que se dan en el interior del ojo.

Para emprender los estudios de la reflexión y refracción de la luz, dentro de la óptica geométrica, se tendrá en cuenta las siguientes conceptualizaciones: Propagación rectilínea de la luz, Reflexión de la luz, Refracción de la luz.

2.2.1 Propagación rectilínea de la luz y velocidad.

Cuando se habla de propagación rectilínea de la luz, estamos afirmando que la luz viaja en línea recta a velocidad constante en un medio homogéneo (medio con las mismas características). Según (Wilson, 1996) esta velocidad, para el vacío, es 3×10^8 m/s, y determina una constante universal; este valor disminuye dependiendo del medio donde se propague

2.2.2 Reflexión de la luz

El fenómeno de reflexión lo experimentamos cuando vemos reflejada una imagen sobre un espejo, o sobre la superficie del agua. Sin embargo, la mayor importancia de la reflexión radica en que, mediante este fenómeno básico de la luz sobre los objetos de nuestro entorno, permite que nuestros ojos puedan verlos. Según (Wilson, 1996) “la reflexión implica la absorción y remisión de la luz por medio de complejas vibraciones electrónicas en los átomos del medio reflectante” (p.652). Sin embargo, mediante la aplicación de rayos luminosos, podemos dar una definición más sencilla y óptima: La reflexión se puede definir como la incidencia de un rayo de luz sobre una superficie u objeto, en la cual el rayo de luz se devuelve (se refleja), cambiando únicamente su dirección, (ver figura 2)

Figura 2. Ley de la reflexión de la luz



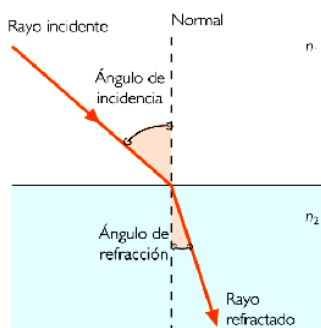
Fuente: http://www.construmatica.com/construpedia/Archivo:Reflexi%C3%B3n_de_la_luz.JPG

2.2.3 La Refracción de la luz

Se puede explicar la refracción como el fenómeno en el que la luz, al cambiar de medio de propagación, experimenta un cambio en su velocidad y por ende un cambio en la dirección de propagación. Esto permite la explicación de fenómenos cotidianos, como por ejemplo, la apariencia de poca profundidad que muestra una piscina, el lápiz partido que se observa dentro de un vaso con agua, también la imagen distorsionada que presenta un objeto al mirarlo a través una esfera transparente, o simplemente la posición aparente del sol o la luna en nuestra visión cotidiana.

Según (Wilson, 1996), en la óptica Geométrica se define la refracción, con el concepto de rayo, así: “Cuando un rayo de luz incide en la interface de dos medios de diferente índice de refracción, entonces este rayo incidente es refractado, lo cual significa un cambio en la velocidad y en la dirección de propagación respecto del primer medio”. (Ver figura)

Figura 3. Refracción de la luz



Fuente: <http://deconceptos.com/ciencias-naturales/refraccion>

Todos estos principios de la refracción se expresan en situaciones y elementos de la vida cotidiana, como por ejemplo en las lupas y, en general, en todos los instrumentos ópticos, incluido el cristalino de nuestros ojos.

Teniendo en cuenta la importancia de los principios físicos relacionados en los apartados anteriores, debemos decir que existen muchos investigadores que han estudiado en las aulas escolares el modo de interpretar y de explicar que tienen los estudiantes en situaciones relacionadas con los fenómenos básicos de la luz. Entre ellos, están: Pesa (1997), Galili y Hazan (2000); Gil (2003), Osuna, y Martínez (2005), Osuna, Martínez, Carrascosa, Verdú (2007); Bravo, Pesa y Rocha (2010).

Así mismo, Bravo, Pesa y Rocha (2012), en la investigación titulada: “Implicancias de la enseñanza sobre el saber de los alumnos. El aprendizaje de fenómenos ópticos”. Aquí abordan ellos la problemática del qué y el cómo aprenden los estudiantes los modelos científicos para explicar la formación y visualización de las imágenes ópticas. Reconocen, sobre todo, que el saber intuitivo de los estudiantes dista mucho del saber que propone la ciencia: “El saber de la ciencia y el saber cotidiano presentan diferencias sustanciales, que trascienden lo conceptual”. Además, a través del análisis de este trabajo, podemos reconocer la importancia de identificar las formas, ideas y modelos que los estudiantes tienen al explicar los fenómenos ópticos, antes de abordar disciplinariamente su estudio. El trabajo, permite también establecer el punto de partida para la correspondiente intervención didáctica, y la necesidad de corregir las deficiencias más frecuentes que tienen los estudiantes para explicar la formación de imágenes ópticas, antes -e incluso después- de la formación disciplinar. Estas deficiencias están relacionadas con: Modelo de sentido común, Modelo Híbrido, Modelo escolarizado. En la siguiente tabla se muestra una adaptación de las características que muestran los estudiantes en relación con estos modelos; adicionamos el modelo de la ciencia escolar y los principios que a todos los atañen:

Tabla 2. Caracterización de los modos de explicar la formación y visión de una imagen óptica

	Modelo de sentido común	Modelo híbrido	Modelo escolarizado	Principios
Modelos iniciales	Explicaciones aisladas de hechos, datos, propiedades.	Explicaciones causales lineales simples, incluyen el sentido común e ideas escolares.	Explicaciones causales lineales múltiples, coherentes pero incompletas frente a la ciencia	Conceptual
	Resultado de lo sensorial-sentido común	Algunos elementos e interacciones incluyen conceptos de la ciencia.	Uso de modelos abstractos.	Epistemológico
	Reduccionista	Reduccionista	Reduccionista	Ontológico
	No sistémica	No sistémico	No sistémico,	
	Mono conceptual	pluri variado	pluri variado	
Ideas de la ciencia escolar				
Modelo final	Explicaciones a través de modelos abstractos que involucran interacción de las múltiples variables.			
	No reduccionista, sistémico, pluri-variado			

Fuente: Adoptada y adaptada de: Bravo, Pesa y Pozo (2011) y Bravo, Pesa y Rocha (2012)

Respecto al modelo de sentido común, y en torno a la explicación dada por los estudiantes en la formación de imágenes, Pesa (1999:18) argumenta que se observa “fuerte tendencia a la aproximación cualitativa e intuitiva a los problemas planteados, a los enfoques empiristas”. Es decir, ratifica que las ideas de sentido común llevan a explicaciones elaboradas a través de estímulos sensoriales, lo que define como “razonamientos dominados por efectos perceptivos”. Pozo y Gómez (2006) refuerzan esta postura, al categorizarla como un realismo ingenuo: “La realidad es tal como la vemos, lo que no se percibe, no se concibe” (p. 28). Por nuestra parte, debemos agregar que las explicaciones se reducen a descripciones de los elementos que intervienen, sin establecer ninguna relación entre ellos, y que se abordan como dice Pesa: “Una variable por vez”. Es decir, aisladamente, y sin inmiscuir características cuantitativas de proporción, enfocándose únicamente en los cambios perceptibles que determinan unas cualidades.

El Modelo híbrido, a diferencia del anterior, reconoce que las explicaciones de los fenómenos involucran procesos con diferentes variables relacionadas en un solo sentido. Aquí se pueden encontrar justificaciones simples, apoyadas simultáneamente tanto en la

percepción sensorial, como en principios científicos; así lo reafirma Pozo y Gómez (2006:p28) “Los fenómenos se interpretan como una sucesión de hechos relacionados entre sí mediante ciertos procesos”. Además en el aula escolar es muy frecuente este tipo de modelo: los estudiantes realizan explicaciones simplificadas, con argumentos de sentido común, incluyendo algunos conceptos adquiridos en su aprendizaje de aula escolar. Cabe resaltar que en niveles superiores, después de la intervención disciplinar, es posible encontrar en los estudiantes explicaciones afines al modelo escolarizado, en las que se hace uso de modelos abstractos, con explicaciones correctas apoyadas en principios de la ciencia (aunque inconclusas desde ese mirar científico).

3 METODOLOGÍA

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN-ENFOQUE

La presente investigación es de tipo descriptivo-interpretativo con enfoque cualitativo. Según Sampieri, Fernández y Baptista (2006) este método cualitativo permite “explorar y describir, y luego generar, perspectivas teóricas” (p. 49). Es decir, de lo que se trata es de interpretar, identificar y describir con detalle la influencia de las actividades mediadas por las TIC en el desarrollo de los niveles argumentativos de los estudiantes, respecto de los fenómenos básicos (reflexión, refracción) relacionados con la luz. Además, mediante los resultados obtenidos tanto orales como escritos, comprender el uso adecuado que debemos darles a las TIC, de tal manera que fortalezcan el desarrollo de la habilidad argumentativa de los estudiantes y por ende el desarrollo del pensamiento crítico.

Para ello, se plantearon diferentes experiencias de aula mediadas por las TIC, en diversos escenarios, con preguntas abiertas que lleven a la reflexión, a la fundamentación y al reconocimiento de los niveles argumentativos; como también a fomentar el trabajo tanto individual como en equipo. En este orden de ideas, para ilustrar el sentido del trabajo, retomamos lo dicho por Corbetta (2003), citado por Sampieri, Fernández y Baptista (2006):

El enfoque se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados. La recolección de los datos consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes (sus emociones, experiencias, significados y otros aspectos subjetivos). También resultan de interés las interacciones entre individuos, grupos y colectividades. (p. 49)

3.2 CARACTERIZACIÓN INSTITUCIONAL

La Institución Educativa Municipal Ciudad de Pasto hace parte del sector oficial. Se encuentra localizada en el sector urbano sur-oriental de la ciudad de San Juan de Pasto, del departamento de Nariño. Está rodeada por diferentes barrios de estratos bajos y medios, y fue fundada hace 59 años. Inicialmente fue sólo un colegio para educación secundaria; el día de hoy atiende a casi 6000 estudiantes entre preescolar, primaria y bachillerato, distribuidos en tres sedes. La institución se caracteriza por propender el ingreso a la

universidad de los estudiantes egresados; en los últimos dos años ha obtenido, a nivel nacional, la mayor cantidad de becas del programa “ser pilo paga” que ofrece el gobierno.

Es una institución pública mixta, enfocada hacia la parte académica y a la formación ética de los estudiantes; su misión es: “Educamos en altos niveles de competencias académicas, sociales, culturales y formamos para la convivencia”. Sus resultados en pruebas externas la han hecho muy apetecida por las familias de la ciudad para la formación de sus hijos e hijas.

La institución Educativa Ciudad de Pasto no es ajena a los problemas que muestra la realidad educativa nacional; sus problemas de calidad son notorios en todas las áreas. En el contexto de las Ciencias Naturales se percibe, sobre todo, una dificultad enorme relacionada con la argumentación. Los estudiantes son incapaces de realizar argumentos sólidos, bien fundamentados, y solo se quedan en lo que podríamos considerar como el nivel básico de los mismos. Es decir, en sus argumentos no hay fundamentos, ni justificaciones, ni respaldos teóricos. Esto es un indicativo de la falta de calidad en los procesos de enseñanza y de aprendizaje en la institución.

3.2.1 Caracterización de estudiantes- Población

Los estudiantes de la institución pertenecen en su gran mayoría a estratos populares. Esto determina la visión que ellos tienen de la vida, del estudio y de todas las actividades en general. Se evidencia en ellos su afán de cursar el bachillerato con el objetivo de ingresar a la universidad, donde esperan hacer realidad sus proyectos para un mejor futuro. Sin embargo, gran cantidad son incapaces de valorar objetivamente su futuro, en el sentido de que las metas se logran con esfuerzo y dedicación. Por el contrario, piensan que hacer realidad sus proyectos es relativamente fácil, y no se concientizan de las limitaciones cognitivas que muestran y que en cierta forma serían un obstáculo en sus estudios de nivel superior.

En su comportamiento, por otro lado, los estudiantes muestran buenas relaciones interpersonales, unión, solidaridad y fraternidad entre ellos, respetan las normas de convivencia, y muestran también respeto hacia el docente y un gran sentido de pertenencia a su institución. Su actitud frente al estudio muestra divergencias, pues algunos si asumen con compromiso sus estudios, mientras que otros muestran cierta apatía, preocupándose únicamente por aprobar.

En líneas generales, se podría decir que son personas con escasa capacidad de afirmarse en la realidad, la cual les va a hacer exigencias que deberán solventar para poder hacer realidad los proyectos que tienen.

3.3 UNIDAD DE TRABAJO

La población con la cual se ejecutó el proyecto fueron 15 estudiantes de la institución Ciudad de Pasto, entre niños y niñas, cuyas edades oscilan entre los 15 y 17 años, y que se encontraban cursando grado undécimo. La intervención didáctica con ellos se realizó en el tercer período académico, puesto que la conceptualización de la luz y los fenómenos básicos, en el plan de aula de la institución, estaba programada para este tiempo. Cabe anotar que se solicitó autorización a través del documento “conocimiento informado” a los padres de familia o acudientes de los estudiantes para que participaran en el proyecto, (ver anexo B).

3.4 LA UNIDAD DIDÁCTICA

En la Unidad Didáctica el investigador (Maestro), el objeto de investigación (influencia de las actividades mediadas por las TIC en los niveles argumentativos) y la muestra (estudiantes), que se involucraron en el proyecto, estaban interrelacionados; ellos interactuaron y se influyeron mutuamente. Según Tamayo (2010) “Se entiende por unidad didáctica (en adelante, UD) un proceso flexible de planificación de la enseñanza de los

contenidos relacionados con un campo del saber específico” (p.107). Por su parte, Clark y Peterson (citados por Sánchez y Valcárcel, 1993) expresan que la unidad didáctica

Es considerada como una lista flexible de acciones centradas fundamentalmente en los contenidos y las actividades de enseñanza, estando implícitos los objetivos o metas a lograr. Se resalta diferencias en las fuentes que utilizan los profesores para tomar decisiones, destacando el diagnóstico de los alumnos y los materiales curriculares los cuales llegan a constituir el inicio y el final de la planificación. (p.104)

Esto muestra que el papel del maestro es ser mediador de actividades y procesos, pues es quien debe planear y diseñar asertivamente la UD, partiendo de las ideas o concepciones intuitivas que tengan los estudiantes. Estas actividades se deben utilizar como recurso que el maestro pone a disposición del estudiante para desarrollar sus competencias, lo cual implica que dichas actividades deben ser pertinentes para el estudiante.

En la planeación, organización y diseño de la UD se tuvo en cuenta las dimensiones propuestas por Tamayo (2010); entre ellas: Ideas previas, historia y epistemología, múltiples lenguajes (en especial las TIC), evolución conceptual, y la meta cognición inmersa en la evaluación.

3.4.1 Introducción

En el diseño de la UD propuesta en el proyecto, se involucraron las diferentes fases que debe tener una planeación del área de Física: ubicación, desubicación y reenfoque; específicamente se tuvieron en cuenta para clasificar los niveles argumentativos y los modelos explicativos que utilizaron los estudiantes para explicar los fenómenos básicos (reflexión y refracción) relacionados con la luz. En la aplicación de la UD se incorporaron diferentes actividades mediadas por las TIC, sobre todo en la etapa de ejecución de la misma, de tal manera que se pudo evidenciar si éstas propician el aprendizaje y el desarrollo de las habilidades argumentativas, dado el efecto que tienen los múltiples lenguajes que estas incluyen (ver anexo A).

De acuerdo con esto, el diseño de la UD estuvo dividido en tres momentos, cada uno de los cuales tienen especificada su importancia, y muestra las estrategias utilizadas para su diseño. Los momentos o fases a tener en cuenta son:

3.4.2 Momento inicial: Ubicación

Motivación e identificación de niveles argumentativos y modelos explicativos iniciales:

La motivación es un proceso que permite captar el interés de los estudiantes, y por ello debe mantenerse durante todo el desarrollo de la UD; además, debe estar ligada a situaciones más o menos cercanas a la realidad del estudiante, es decir, debe ser contextualizada. En esta etapa se plantearon dos actividades que involucraron diferentes interrogantes (los pre-test), para poner en evidencia los niveles argumentativos que poseían los estudiantes y los modelos explicativos, (ver anexo C y D). Los resultados permitieron identificar en qué estado se encontraban y se determinó las estrategias que permitieron el diseño para el desarrollo de la UD.

3.4.3 Momento dos: Desubicación

Las actividades que se realizaron en esta fase fueron aquellas que, mediante la observación directa, el debate, el contraste, la argumentación, entre otras, permitieron la actividad mental para establecer vínculos entre los nuevos contenidos y sus concepciones. Todo esto, con la mediación y transposición pertinente del maestro, para lograr una confrontación entre estas concepciones y el conocimiento específico científico. Esto permitió la construcción del conocimiento escolar, a través de la evolución del mismo en un proceso continuado, y de la meta cognición. Para ello, se plantearon 6 actividades que involucraron, en la mayoría de ellas, el uso de herramientas virtuales, como por ejemplo: videos, foros virtuales, simulaciones, debates, entre otras. (Ver anexos: F al K).

3.4.4 Momento final: Reenfoque

Evolución del conocimiento y de las habilidades –evaluación

En esta etapa se realizó la evaluación y el análisis de los resultados, y se determinó los alcances obtenidos. Para ello se aplicó, como pos- test, la actividad inicial (pre-test), de tal manera que se pudo tener registro de un antes, durante y después de la aplicación de la UD, llegando así a la evaluación de la correspondiente evolución conceptual y del avance en los niveles argumentativos.

3.4.5 Objetivos de la Unidad Didáctica

Para los estudiantes

- Adquirir los conocimientos científicos sobre los fenómenos básicos de la luz (reflexión y refracción), que les permita diferenciarlos y aplicarlos en la solución de situaciones de su entorno.
- Participar activamente en foros, debates, actividades virtuales que permitan fundamentar, desarrollar y mejorar los niveles argumentativos.
- Argumentar en torno a las diferencias y semejanzas que se presentan entre los procedimientos: geométricos (trazo de rayos notables) y virtuales (mediante simuladores), para obtener imágenes de un objeto por refracción o por reflexión.

3.5 UNIDAD DE ANÁLISIS

Para identificar las dificultades de los estudiantes en relación con los niveles argumentativos, se diseñó una serie de instrumentos de reconocimiento con preguntas abiertas. Éstas invitaban, por un lado, a argumentar y, por otro, a identificar los modelos explicativos que utilizan los estudiantes al expresar su conocimiento sobre los fenómenos básicos (reflexión y refracción) del concepto de luz. Las categorías de análisis establecidas

con las cuales se intervino fueron variables de observación, y fueron mediadas por actividades que incluyeron el uso de las TIC.

En la siguiente tabla se muestran las categorías y las sub categorías de análisis que describieron los niveles argumentativos con los cuales se midió a los estudiantes. Se tomó, como apoyo, el modelo de Toulmin para determinar los elementos presentes en el proceso argumentativo, y los niveles argumentativos propuestos por Erduran (2004):

Tabla 3. Categorías y sub categorías de análisis en la investigación

Categoría		Niveles de argumentación
Sub categorías		Niveles 1,2,3,4,5
Nivel	Descripción	
1	Argumentos que son una descripción simple de la vivencia	
2	Argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una conclusión.	
3	Argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos, conclusiones y justificación.	
4	Argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones, haciendo uso de calificadores o respaldo teórico.	
5	comprende argumentos en los que se identifican datos, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s)	

Fuente Erdurán et ál. (2004), citada por Tamayo (2011)

Para determinarlos modelos explicativos que utilizaron los estudiantes al explicar situaciones en torno a los fenómenos básicos del concepto de luz, se implementó un cuestionario de preguntas en torno a los conceptos reflexión y refracción de la luz en situaciones cotidianas. Este cuestionario se fundamentó en el formato de análisis y categorización del modelo de estudio propuesto por Bravo, Pesa y Rocha (2012), en la investigación titulada: “Implicancias de la enseñanza sobre el saber de los alumnos. El aprendizaje de fenómenos ópticos”. La tabla siguiente presenta las categorías y sub categorías de análisis aplicadas, que permitieron identificar y clasificar los modelos explicativos utilizados por los estudiantes:

Tabla 4. Modelos explicativos en la formación de imágenes por reflexión y refracción

Categoría	Modelos explicativos sobre los fenómenos básicos (reflexión y refracción) del concepto de la luz
Sub categorías	Indicadores
Modelo de sentido común	- Explicaciones sobre los fenómenos básicos de la luz, aisladas de hechos, datos, propiedades. - Se refiere a fenómenos de reflexión y refracción de la luz a través de la percepción sensorial. - Atribuye la aparición de imágenes en espejos y lentes, a un único elemento la luz o solamente –al espejo- o a la lente- - Da la función al espejo o a la lente de crear la imagen y establecer sus características
Modelo híbrido	- Las explicaciones comunes se involucran con algunas de la escuela. - Reconoce la incidencia de la luz proveniente del objeto en espejos o lentes como apertura a la formación de imágenes por reflexión y refracción, - Identifica algunos elementos y su relación: (luz-espejo), (luz-lente), que conlleva a reflejar o refractar una imagen. - Reconoce imágenes ópticas pero sin discriminar apropiadamente las obtenidas por reflexión o por refracción.
Modelo escolarizado	-Las explicaciones utilizadas son producto del aula escolar, pero incompletas desde la ciencia. -Se reconoce los elementos involucrados en la formación de imágenes por reflexión y refracción y su interacción: (luz, objeto, luz –lente o espejo-, imagen). - Se le otorga a la lente la función de refractar (desviar) la luz proveniente del objeto o reflejarla si esta incide en un espejo; proceso que determina la formación de la imagen. Explica la convergencia o divergencia de la luz a partir de la lente o el espejo, e involucra la posición del objeto como determinante en la obtención de las diferentes imágenes; (real-virtual; derecha, invertida) y en el tamaño (menor, mayor, igual) - Diferencia imágenes ópticas dadas por reflexión que las dadas por refracción de la luz
Modelo ciencia escolar	Las explicaciones son a través de modelos abstractos congruentes con los de la ciencia -Reconoce todos los elementos y las interacciones que permiten la formación de imágenes por reflexión y refracción de la luz. - Explica la formación y las características de las imágenes desde convergencia o divergencia de la luz a partir de la lente o el espejo (cóncavo-convexo); involucrando la posición del objeto, la velocidad de la luz, el índice de refracción y las diferentes leyes científicas.

Fuente: Adoptada y adaptada de: Pozo y Gómez (2001); Bravo, Pesa y Pozo (2011); Bravo, Pesa y Rocha (2012)

3.6 INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.6.1 Técnicas.

Para indagar los niveles argumentativos de los estudiantes y realizar un diagnóstico, se aplicaron unos instrumentos de indagación de la información, los cuales involucraron las siguientes aplicaciones: instrumentos de lápiz y papel, observación no participante, grabación en audio y video, discusión en grupo; al final del proceso se realizó una encuesta semi-estructurada (ver anexo L). Los datos se tomaron en diferentes momentos de la investigación (antes, durante y después) de la aplicación de la propuesta de UD.

La aplicación se realizó durante un período de 5 semanas. Su intensidad horaria fue de cuatro horas semanales, lo que dio un total de 20 horas de actividad en el aula de clase. Se complementó con trabajo extra-clase, que incluyó actividades tales como: foros virtuales, entrada y participación en la red virtual.

3.6.2 Instrumentos

Para la organización de los instrumentos aplicados, se tuvo en cuenta el diseño de preguntas abiertas. Este diseño permitió, por parte de los estudiantes, que sientan la necesidad de argumentar, de reflexionar en relación con el fenómeno, y de estructurar su pensamiento mediante la utilización de un léxico más elaborado. Según Sampieri, Fernández, Baptista (2006) “el investigador pregunta cuestiones generales y abiertas, recaba datos a través de lenguaje escrito, verbal y no verbal, así como visual” (p.49). Es decir, esta clase de preguntas permitieron indagar y fortalecer los niveles argumentativos de los estudiantes en torno a la comprensión de los fenómenos básicos del concepto de la luz.

Aparte de las preguntas abiertas, se involucraron también -en los instrumentos aplicados- actividades mediadas por las TIC, como por ejemplo, los simuladores, los foros

virtuales y videos, los cuales podrían favorecer el desarrollo de los niveles argumentativos en los estudiantes.

En la etapa inicial de la propuesta de UD (Momento de ubicación), se incluyeron dos pre-test (Ver anexo C y D), que se aplicaron antes de estudiar los fenómenos de reflexión y refracción del concepto de luz. En la etapa final, después de la intervención con la unidad didáctica (Momento de reenfoque), se aplicaron los pos-test que contenían los mismos instrumentos iniciales. A continuación se hace la descripción de los instrumentos que se utilizaron en estas etapas:

Tabla 5. Instrumentos Pre-test y Pos-test (Momentos: Ubicación y reenfoque)

Instrumentos Indagación de: Niveles argumentativos (1 y 2) Modelos explicativos (1)	Descripción general
1. Análisis y comparación de imágenes sobre fenómenos ópticos	Partiendo del análisis y comparación de imágenes, los estudiantes responden preguntas abiertas argumentando su apreciación
2. Lectura: ¿Cómo funcionan los cristales de las salas de reconocimiento en la policía?	Los estudiantes realizan lectura comprensiva y responden preguntas que exigen diferentes niveles de argumentación.

Fuente: Elaboración propia

Para la etapa de intervención con la unidad didáctica, “Momento de desubicación”, se diseñaron 6 actividades dirigidas, con sus correspondientes instrumentos estructurados, (ver anexos F a K). Estas actividades tenían la intención de promover el desarrollo de los niveles argumentativos y examinar su progreso; así también permitieron la evolución de los modelos explicativos sobre los fenómenos básicos del concepto de luz y sus características. Se plantearon actividades, tanto individuales como colaborativas, que involucraron el planteamiento de preguntas abiertas, las cuales llevaron a que los mismos estudiantes generaran las respuestas, las cuales permitieron evidenciar avances en los diferentes niveles argumentativos y en los modelos explicativos. Cabe señalar que se hizo uso en su gran mayoría de las herramientas que brindan las TIC para el diseño y aplicación de los mismos (Ver anexo F al K). A continuación se describe en forma general cada instrumento aplicado:

Tabla 6. Instrumentos de intervención. (Momento de desubicación)

Instrumentos de intervención	Descripción general
1. Debate de aula "Naturaleza de la Luz" Grabación en audio y video	Los estudiantes se fundamentan a través de los link propuestos, se forman dos grupos, con diferentes posturas para participar en un debate. El maestro es observador pasivo.
2. Lectura y foro virtual "Invisibilidad de la luz"	Después de la lectura, los estudiantes deben asumir una postura personal para participar en el foro virtual a través de Facebook. El maestro es observador pasivo.
3. Imágenes en espejos esféricos	Los estudiantes, mediante los métodos geométrico y algebraico, deben obtener la imagen de un objeto que se refleja en un espejo esférico, y comparar estos resultados con el simulador de reflexión.
4. Actividad a través del simulador de refracción	Los estudiantes examinan e identifican la herramienta virtual (simulador), a partir de sus experiencias, responden preguntas que los lleva a la comprensión del fenómeno y a la argumentación. Luego participan en la puesta en común, cuyas respuestas llevarán al maestro y a los estudiantes a determinar los principios de la refracción.
5. Video-foro: Óptica con "lentes de agua"	Trabajo en equipo: los estudiantes, a partir del análisis del video, discuten y acuerdan las respuestas de ciertos interrogantes; nombran un vocero, quien comparte virtualmente las respuestas ante sus compañeros y maestra
6. Imágenes en lentes	Los estudiantes determinan, geométrica y visualmente, con el simulador, la imagen de un objeto frente a una lente, argumentando en función de la naturaleza, posición y tamaño de la misma.

Fuente: Elaboración propia

Al final del proceso se aplicó, con cada uno de los estudiantes, una encuesta estructurada (ver anexo L), con la pretensión de conocer su opinión respecto de la metodología seguida para la fundamentación y desarrollo de los niveles argumentativos y la evolución de los modelos explicativos sobre los fenómenos de reflexión y refracción del concepto de luz; así como también para valorar si fue pertinente según la visión de los estudiantes, la inclusión de las actividades mediadas por las TIC en la búsqueda de los objetivos propuestos.

3.7 PLAN DE ANÁLISIS

El análisis de los datos se fundamentó en las respuestas dadas por 10 estudiantes, los cuales cumplieron a cabalidad con las actividades propuestas. Este análisis se dividió en dos partes: por un lado, permitió identificar y determinar los niveles argumentativos iniciales y su correspondiente desarrollo, después de la intervención con la UD. Por otro lado, se identificaron y categorizaron los modelos explicativos iniciales y su correspondiente evolución una vez terminada la aplicación de la UD.

El análisis de la información se realizó a través de matrices, teniendo en cuenta las categorías de análisis y los tres momentos: ubicación, desubicación y reenfoque. Los resultados fueron mostrados, inicialmente, de forma descriptiva, y luego a través del análisis y la triangulación, por separado para cada categoría. Para ello nos apoyamos en el marco teórico, el cual orientó la investigación. Y sobre todo nos apoyamos en la estructura argumentativa planteada por Toulmin y los niveles argumentativos propuestos por Erduran en cuanto a los niveles argumentativos; y en Bravo, Pesa y Rocha para valorar los modelos explicativos sobre los fenómenos básicos del concepto de luz. A continuación se describe el proceso seguido en el análisis para cada momento de aplicación:

Ubicación: a través de las respuestas obtenidas en los pre-test (anexo C y D), se hizo el análisis descriptivo e interpretativo de los niveles argumentativos, mostrados por los estudiantes a través de la estructura argumentativa. A continuación, se hizo la correspondiente descripción e interpretación de los modelos explicativos respecto a los fenómenos de reflexión y refracción del concepto de luz.

Desubicación: En esta etapa fue importante inspeccionar los avances en el desarrollo de los niveles argumentativos de los estudiantes. Sin embargo, antes de iniciar con la aplicación de las actividades propuestas en la unidad didáctica, consideramos necesario explicar con un ejemplo los elementos que conforman un argumento (ver anexo E), adicionalmente se fue desglosando y analizando la estructura de cada parte contenida en el texto desde los datos hasta la conclusión. Así también se explicó mediante este texto que la presencia o no de los elementos que conforman el argumento determinan un nivel específico en la argumentación. Luego, procedimos a la aplicación de la UD y a la recolección de evidencias. Por último, se procedió al análisis y triangulación de la información, la cual determinó si hubo o no avances en los niveles argumentativos.

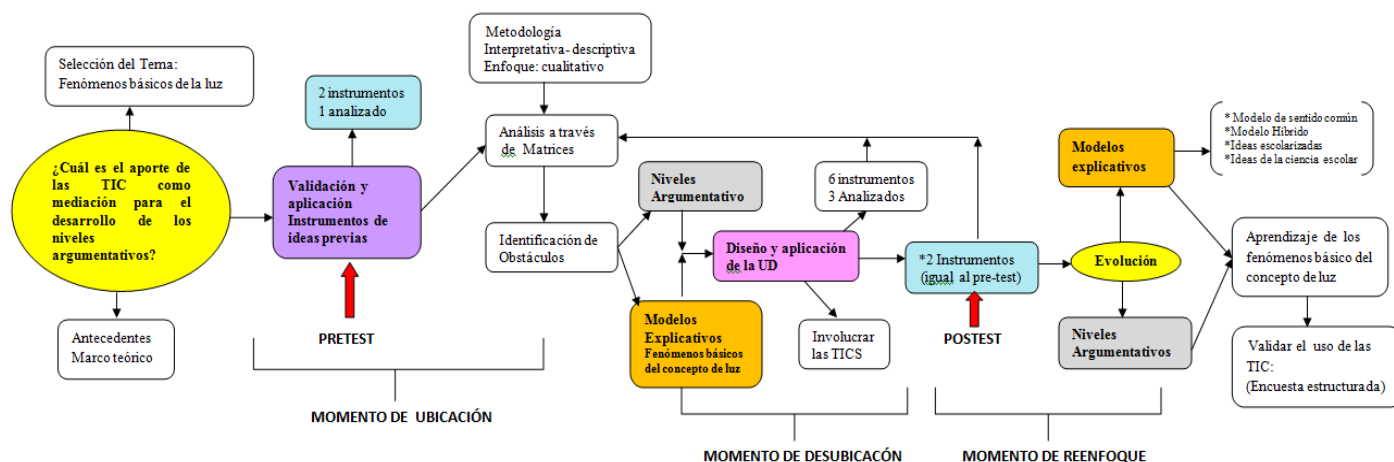
Reenfoque: aquí se trianguló la información obtenida a través del pre- test y pos-test. Esto se hizo después de haber aplicado la correspondiente UD, con el objetivo de

determinar si hubo o no avances, tanto en el aspecto estructural de la argumentación, como en el aprendizaje, y establecer también, en caso de ser así, la correspondiente evolución de los modelos explicativos sobre los fenómenos básicos del concepto de luz.

3.8 DISEÑO METODOLÓGICO

En el siguiente diagrama se presenta toda la lógica de la investigación, que se involucró dentro del proceso, el desarrollo de los niveles argumentativos y los modelos explicativos en torno a los fenómenos básicos del concepto de luz; categorías que permitieron la, planeación, organización y ejecución de la UD:

Figura 4. Diseño metodológico de la Investigación



Nota: Elaboración propia

4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis de los datos permitió, por un lado, identificar y categorizar los niveles argumentativos apoyándonos en la escala propuesta por Erduran (2004), referenciada en el apartado anterior; y por otro lado, identificar los modelos explicativos sobre los fenómenos básicos de reflexión y refracción del concepto de luz y su correspondiente evolución. Para ello, nos apoyamos en el estudio realizado por: Pozo y Gómez (2001); Bravo, Pesa y Pozo (2011); Bravo, Pesa y Rocha (2012), que determinaron los siguientes modelos: sentido común, híbrido, modelo escolarizado, modelo ciencia escolar.

Vale aclarar que, en el siguiente análisis descriptivo, se mostraron -como ejemplo- los datos más representativos que fueron proporcionados por algunos estudiantes, al interior de las diferentes categorías de análisis. Sin embargo, al hablar de porcentajes, se tuvieron en cuenta los datos correspondientes a 10 estudiantes que cumplieron con la totalidad de las actividades propuestas.

4.1 CATEGORÍA: NIVELES ARGUMENTATIVOS

4.1.1 Momento inicial: Ubicación.

Instrumento 1: Análisis y comparación de imágenes que muestran fenómenos ópticos. Ver anexo C)

El propósito de presentar diferentes imágenes cotidianas fue la de motivar y captar el interés de los estudiantes hacia el estudio de la óptica, que permitiera medir el grado de observación y la correspondiente descripción de los detalles básicos de unas imágenes que representan fenómenos ópticos; esto, con su correspondiente explicación básica (explicación de causalidad) y su justificación.

A pesar de que las imágenes que se centraron en el interés de la problemática planteada fueron las imágenes I1, I3, I4, I5, I6, correspondientes a los fenómenos básicos del concepto de luz (reflexión y refracción), únicamente se analizaron en sus niveles

argumentativos- las respuestas obtenidas de las imágenes I1 e I4, por mostrar los fenómenos de refracción y reflexión de una forma más cotidiana; se hizo de esta manera, para permitir a los estudiantes argumentar con mayor facilidad.

Del análisis de las respuestas a la pregunta 2 obtenidas en el pre test respecto de las imágenes I1 e I4 se concluyó que: En la imagen I1, el 60% de los estudiantes se encontraron en el nivel 1 de argumentación; el 20% en el nivel 2, y el 20% en el nivel 3, no se obtuvo ningún argumento en los niveles 4 y 5. En cambio, en la imagen I4, el 80% se encontraron en el nivel 1 de argumentación; el 20% en el nivel 2, y ningún estudiante mostró nivel 3, 4 o 5 en sus argumentos. La siguiente tabla comparativa nos muestra los porcentajes obtenidos en cada nivel para las imágenes I1 e I4, pregunta 2:

*Tabla 7. Resultados niveles argumentativos
(Momento de ubicación)*

Pregunta 2		Pregunta 2	
Imagen I1	%	Imagen I2	%
Nivel 1	60	Nivel 1	80
Nivel 2	20	Nivel 2	20
Nivel 3	20	Nivel 3	0
Nivel 4	0	Nivel 4	0
Nivel 5	0	Nivel 5	0

Fuente: Elaboración propia

Es posible que esta diferencia en los porcentajes obtenidos en estas imágenes I1 e I4, se deba a que la imagen I1 (apariencia del lápiz quebrado) es más común en la cotidianidad y es un ejemplo muy utilizado al estudiar la refracción en el aula escolar; en cambio, en la imagen I4 de reflexión es más común y cotidiano la observación de imágenes en los espejos planos, que en los espejos esféricos, puesto que se usan a diario en diferentes escenarios.

La siguiente tabla muestra algunos ejemplos de respuestas dadas por los estudiantes respecto de las imágenes I1 e I4, que se categorizaron como nivel 1:

Tabla 8. Ejemplos respuestas nivel 1. (Momento de ubicación)

Actividad 1	Respuestas	Nivel de argumentación
Pregunta 2 : Observe detenidamente las imágenes y describa lo que considera que sucede en cada imagen. Explique lo que usted crea.	(P2. I1.E1): <i>El agua actúa como lupa.</i>	Nivel 1
	(P2.I1.E8): <i>Lo que se observa es que un lápiz está dentro de un vaso con agua</i>	Nivel 1
	(P2.I4.E1): <i>El espejo no es totalmente plano</i>	Nivel 1
	(P2.I4.E5): <i>Un espejo reflejando un hombre al revés</i>	Nivel 1
Convenciones para todo el análisis en argumentación; Rojo (dato o descripción), Verde (justificación), Azul (conclusión), (P. I. E) P= pregunta, I = imagen, E= estudiante		

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta las respuestas (P2.I1.E8) y (P2.I4.E5) de la tabla anterior, y el porcentaje tan alto en el nivel 1, se dedujo que los estudiantes se limitaron a ser meras descripciones de lo observado sin inclusión de explicación, a pesar de que se les había solicitado precisamente una explicación libre y espontánea. Así también en una investigación hecha por Posada (2015) sobre argumentación en ciencias, encontró que los argumentos dados por los estudiantes eran de baja calidad y más producto de la experiencia sensorial cotidiana que de algún principio físico, donde se limitaron hacer únicamente descripciones vagas. El autor atribuye estos resultados a la baja participación y puesta en marcha de actividades que conlleven y fortalezcan la argumentación.

En lo que respecta a este nivel, Tamayo (2011) expresa que es “Un argumento construido a partir de la apariencia externa del fenómeno estudiado, un argumento que describe el fenómeno, que lo recrea en su forma, sin explicaciones o justificaciones que nos den a entender algo acerca de su comprensión”. Es posible que esto se haya presentado porque los estudiantes no le dieron relevancia a la observación como fuente generadora de detalles, datos, hechos que les permitieran hacer inferencias; no aprovecharon al máximo la información sensorial visual para ir más allá de la mera observación.

También se podría decir que, para los estudiantes, realizar descripciones fue lo mismo que dar explicaciones; no delimitaron elementos (datos-justificaciones –conclusiones), ni utilizaron conectores que permitieran distinguir la descripción de la explicación, ni de la

justificación. Según Chávez y Caicedo (2014): “Explicitar acciones como justificar, analizar, explicar un desarrollo, respuesta o producto exige que el docente describa las operaciones o acciones, incluso mentales, que debe realizar el estudiante” (p.95). Esto obliga al maestro a tener un conocimiento detallado de estas demandas para que puedan ser explicadas claramente y aprehendidas por los estudiantes, para luego ponerlas en práctica.

A continuación se muestran otros ejemplos de respuestas que se ubican indudablemente en el nivel 1, si nos atenemos a lo que dice Tamayo (2011): “En este nivel los estudiantes describen las actividades fenoménicamente a partir de acciones sensorio-perceptuales, lo cual se concreta con el empleo de verbos en primera persona”.

Así pues, en las afirmaciones siguientes de los estudiantes se evidencia esta perspectiva:

(P2. I1.E9): *Observo la reflexión de la imagen cuando se sumerge un objeto*

(P2.I4.E5): *Yo veo un hombre reflejándose en un espejo raro*

Ahora bien, las respuestas de los estudiantes (P2.I1.E1) y (P2.I4.E1), dadas como ejemplo en la tabla anterior, también se categorizaron como nivel 1 de argumentación, puesto que fueron afirmaciones sin ningún tipo de explicación, tal como lo refiere Ruiz (2012: 96): “Un texto integrado sólo por la conclusión o afirmación, como respuesta a una demanda o argumentos de reconvención o una reclamación frente a la demanda, está dentro del Nivel Argumentativo 1”.

De acuerdo a los porcentajes dados inicialmente, podemos concluir que algunas respuestas dadas por los estudiantes se encontraron en el nivel 2 de argumentación, si nos atenemos a lo expresado por Erduran citado por Tamayo (2011): “En este nivel argumentativo se destaca el empleo de, al menos, una conclusión en los argumentos de los estudiantes”. Sin embargo, debemos aclarar que las conclusiones presentadas por los estudiantes fueron simples explicaciones sin fundamento, es decir, se quedaron en el nivel de una simple relación causal. Esto se ejemplifica en la siguiente tabla, donde se muestran las respuestas de algunos estudiantes, tanto para la imagen uno (I1), como para la imagen cuatro (I4):

Tabla 9. Ejemplos respuestas nivel 2. (Momento de ubicación)

Actividad 1	Respuestas	Nivel de argumentación
Pregunta 2 : Observe detenidamente las imágenes y describa lo que considera que sucede en cada imagen. Explique lo que usted crea.	(P2.I1.E5): <i>En el agua se ve el lápiz que aumenta de tamaño, de ahí que el agua distorsiona la imagen</i>	Nivel 2
	(P2.I4.E10): <i>al tener este espejo una forma ovalada, hace que la imagen se mire al contrario</i>	Nivel 2

Fuente: Elaboración propia

En estos ejemplos se visualiza claramente los datos como simples descripciones; y la conclusión que se deriva de la observación, la cual no presenta ningún tipo de justificación ni respaldo.

Ahora bien, para el nivel 3 de argumentación además de Erduran (2004), tuvimos en cuenta a Ruiz, Tamayo y Márquez (2013) que ubicaron en este nivel, a los argumentos que contenían conclusiones, datos y justificaciones. Después de finalizar el análisis de resultados, se evidencio que este nivel de argumentación es el de mayor calidad, y se presentó únicamente en dos estudiantes, y sólo con respecto a la imagen I1; en la siguiente tabla se muestra un ejemplo representativo:

Tabla 10. Ejemplo respuesta nivel 3. (Momento de ubicación)

Actividad 1	Respuestas	Nivel de argumentación
Pregunta 2 : Observe detenidamente las imágenes y describa lo que considera que sucede en cada imagen. Explique lo que usted crea.	(P2.I1.E10): <i>Visiblemente se mira el lápiz quebrado, pero no lo está, sólo es un reflejo, por el líquido que se encuentra en el vaso</i>	Nivel 3

Fuente: Elaboración propia

En la afirmación anterior dada por el estudiante se percibió mayor facilidad y claridad en el manejo de vocabulario, lo que le permitió construir un argumento más sólido; además utilizó el conector “pero”, que le impartió mayor fuerza a su argumentación. Este tipo de argumentos, Según Tamayo (2011), “son argumentos mejor estructurados, donde se visualizan conectores, buen manejo de vocabulario, redacción clara y de fácil interpretación”.

4.1.2 Momento de intervención: Desubicación

* *Actividad 3. Debate titulado “Naturaleza de la Luz” (ver anexo F).*

La pretensión fue determinar el nivel de participación en público, el nivel de argumentación oral, de persuasión, de convencimiento de los estudiantes a través de diferentes situaciones físicas alusivas a la luz. Es decir evidencio los niveles argumentativos en un ambiente de participación oral representando a un determinado grupo, dando argumentos en torno a la solución de diferentes preguntas sobre el concepto de luz, apoyándose en una teoría determinada.

En forma general, de las participaciones y respuestas analizadas en la grabación de audio, se pudo apreciar que los estudiantes tienen poca seguridad para hablar en público: El uso de muletillas, acciones como silencio, repetir palabras, reír; son evidencias que nos llevan a concluir al respecto.

Cabe señalar que en el transcurso del debate los estudiantes se mostraron muy respetuosos para escuchar a los demás, pero no mostraron la formación para contradecir ideas, es decir no se atrevieron a expresarse con argumentos al no estar de acuerdo en alguna afirmación; se les dificultó incluso iniciar y pedir la palabra para participar; ahora bien, cuando se decidieron a hacerlo y a pesar de que la gran mayoría lo hizo de forma extensa, sus intervenciones fueron poco efectivas y asertivas, puesto que en ellas liaron tanto el uso de términos científicos como de explicaciones cotidianas; esto mismo fue encontrado por Campaner y Longhi (2007. 445) al analizar los resultados de su investigación titulada: La argumentación en educación ambiental, que las llevo afirmar “desde discusiones en el aula vemos que los participantes carecen de referentes compartidos y muchas veces están muy alejados del contexto de la ciencia”. En los textos que se muestran a continuación se evidencia las perspectivas planteadas anteriormente, ante la pregunta:

P1: ¿Cuáles serían las afirmaciones más valiosas que aportaría usted para la aceptación de una de las teorías planteadas sobre la luz? (corpuscular u ondulatoria):

(P1. E2): *yo creería que que la luz es una onda, es una transformación de energía y que que se propaga por todos los lugares de nosotros desde un foco y además de esto es es semejante al sonido y ehhhha demás de esto son partículas vibrantes que van comunicando una señal.*

(P1. E4): *la luz se define como una onda ya que... pues esto fue, pues demostrado por Huygens de que la velocidad de la luz como una onda era mayor en el aire ehhhhh que en el agua, [...] lo queeeee la teoría corpuscular dice lo contrario, he lo cual pues no fue demostrado y la teoría de la onda pues acercaría mas, mas correctamente.*

(P1.E6): *Hablando de corpúsculos, como la luz es un corpúsculo entonces al chocar con otros cuerpos va cambiando de dirección cada vez cada vez que choca con otros cuerpos [...] que choca con con otros materiales y lo hace gradualmente a veces bruscamente*

Teniendo en cuenta estas intervenciones, nos atrevemos a decir que los estudiantes mostraron algo de conocimiento respecto de las teorías sobre la naturaleza de la luz, por ejemplo, cuando el estudiante E4 afirmo: *“la velocidad de la luz como una onda era mayor en el aire ehhhhh que en el agua”* o cuando el estudiante E1 afirmo: *“como la luz es un corpúsculo entonces al chocar con otros cuerpos va cambiando de dirección”* sin embargo el nerviosismo en su oratoria hizo percibir esas intervenciones como si fueran una simple réplica desde la memoria. Ahora bien, es probable que las conductas anteriormente descritas se deban a que el estudiante uso la lengua únicamente de forma instrumental, como medio para transmitir información, comunicar sus ideas; no tuvo claridad en cuanto a la argumentación como un nivel distinto y más complejo del uso de la lengua. Es importante que el estudiante comprenda que en el nivel de argumentación la lengua le permite al sujeto asumir posturas, posiciones; para lo cual debe usar un lenguaje retorico, que le permita una confrontación de razonamientos. Así lo reafirma Cardona (2008) “Por eso, en las sociedades actuales, es crítico que los educandos tengan un proceso de formación que les permita construir y analizar argumentos, no sólo para aprender ciencias, sino también para asumir postura en un determinado debate” (p.215).

Todo esto parece confirmar que, a pesar de haberles explicado a través de un ejemplo los elementos que conforman un argumento, los estudiantes antes de la presente intervención no han tenido mucha experiencia en estas actividades de expresión oral ante

un público; por la escasa o nula oportunidad que se les ha brindado en el aula de clases, sobre todo en áreas diferentes a las de Lengua castellana.

En cuanto a los niveles argumentativos que se encontraron, si bien se observó avances tanto en la extensión como en la estructura de los argumentos, haciéndose presente un mayor uso de justificaciones y/o conclusiones, que llevaron a porcentajes mayores en los niveles argumentativos dos y tres; no se tuvieron respuestas argumentativas correspondientes al nivel cinco; la siguiente tabla sintetiza los valores obtenidos en los diferentes niveles:

*Tabla 11. Resultados niveles argumentativos
(Momento de desubicación)*

Nivel	%
Nivel 1	10
Nivel 2	40
Nivel 3	20
Nivel 4	10
Nivel 5	0

Fuente: Creación propia

A continuación presentamos algunos argumentos extraídos textualmente del audio categorizados como nivel 3, a manera de respuesta a la pregunta:

¿Cuáles serían las afirmaciones más valiosas que aportaría (usted) para la aceptación de una de las teorías planteadas sobre la luz? (corpuscular u ondulatoria):

(P1. E5): *Me inclino con la teoría ondulatoria porque lo que plantea es que simplemente no se necesita como un medio ya estrictamente hecho para que la luz pueda propagarse, es decir puede viajar a través del espacio, entonces con la teoría ondulatoria también se pone en concepto y en práctica el hecho de que la luz empieza a viajar mucho más lento en medios más densos como por ejemplo el agua, ooo el vidrio a diferencia del aire donde se mueve más rápido y con esto pues se refuerza la teoría ondulatoria*

A pesar de que en el enunciado anterior se reconoció una dificultad en la estructura lógica y textual, por el mal uso de los conectores en su expresión oral, que hicieron un poco difícil la comprensión del argumento, lo categorizamos en su estructura como nivel tres puesto que se identificó a demás de la conclusión, la presencia de diferentes justificaciones; así cuando E5 dijo “no se necesita como un medio ya estrictamente hecho para que la luz pueda propagarse, es decir puede viajar a través del espacio”, o cuando

afirmó: “ se pone en concepto y en práctica el hecho de que la luz empieza a viajar mucho más lento en medios más densos como por ejemplo el agua, ooo el vidrio ”; se infiere que el estudiante alude a estas justificaciones para contradecir lo propuesto por la teoría corpuscular, donde se dice que la luz viaja más lentamente en el aire y más rápidamente en medios más densos como el agua, hecho que en la actualidad se es descartado .

Lo anteriormente expuesto también se puede evidenciar en el siguiente argumento, categorizado como nivel tres:

(P1. E7): *La teoría ondulatoria es una teoría que es mucho mas verdadera, eh,eh que se puede explicar y tiene mucha repercusión en la vida cotidiana porque la luz en su viaje se da en forma de onda como el sonido ya que la luz tiene todas las características como el sonido, su periodo , su frecuencia, Mmmmm también se sabe queeee la luz al igual que el sonido tiene la capacidad de de difractarse, esto la diferencia de la teoría corpuscular donde no se explica la difracción; en conclusión la luz es una onda parecida al sonido que se mueve a mucha más velocidad.*

En este texto resaltamos además que, en defensa a la teoría ondulatoria de la luz el estudiante hizo la justificación mediante la comparación entre la luz y el sonido como ondas, cuando dijo “porque su viaje se da en forma de onda como el sonido ya que la luz tiene todas las características como el sonido”; a pesar de que no argumentó en torno a las diferencia sustanciales entre ellos mismos, este argumento lo llevó a plantear el fenómeno de difracción como elemento importante y diferenciable a lo propuesto por la teoría corpuscular .

A continuación, ponemos a consideración el único texto argumentativo obtenido en el debate que lo categorizamos en nivel cuatro, como respuesta a la pregunta:

¿La luz siempre viaja en línea recta? , dado por el estudiante E1

(P2. E1): *No no es evidente que la luz siempre viaja en línea recta porque se presentan diferentes fenómeno de la luz, eh, por ejemplo la difracción y la refracción cuyos fenómenos no fueron explicados con la teoría corpuscular, esto pueeees hace referencia a queee la luz puede refractarse en distintos medios y debido al cambio de medio de densidad que es el índice de refracción, hace que la luz se desvíe de su camino por la diferencia en la velocidad determinada por el medio, así entonces entre mayor índice menor es la velocidad y se desvía muchísimo más.*

En el texto se identificaron con claridad los datos, las conclusiones, las justificaciones y los respaldos; además es importante recalcar que los criterios que utilizó en las justificaciones lo hicieron un argumento más completo, más comprensible en comparación con los anteriormente expuestos, ya que los fundamentos conceptuales que utilizó para respaldarlos se acercaron más a los aceptados desde la ciencia; a este respecto Tamayo (2011) nos dice que el nivel argumentativo cuatro está “conformado por argumentos completos, bien estructurados (...), uso de cualificadores o modalizadores, o bien con la presencia de un respaldo teórico que fortalece su desempeño en la actividad argumentativa”(p.223).

Así se evidenció en el texto, cuando el estudiante E1 dijo “debido al cambio de medio de densidad que es el índice de refracción, hace que la luz se desvíe de su camino por la diferencia en la velocidad determinada por el medio”; vemos como el estudiante tomó el concepto de densidad del medio y lo categorizó como índice de refracción, y luego asertivamente lo señaló como el causante del cambio en la dirección. Ahora bien, cuando afirmó: “así entonces entre mayor índice menor es la velocidad y se desvía muchísimo más.” Se infiere que el estudiante reconoce la relación causal inversa entre la velocidad de la luz en cada medio y su índice de refracción.

Es probable que el paso del nivel 1 a los niveles 2 y 3 se deba a la explicación hecha antes de iniciar con las actividades de intervención (momento de desubicación), donde se establecieron los parámetros para la realización del debate, y por medio del ejemplo explicativo (ver anexo E), se fundamentó la categorización de los elementos que conforman un argumento.

** Actividad 4. Lectura y Foro virtual: (ver anexo G)*

Otra actividad que se llevó a cabo en esta fase y que fue de gran importancia para el análisis del proyecto fue la actividad denominada: Lectura y foro virtual “Invisibilidad de la luz” cuyo objetivo fue que los estudiantes, partiendo de una lectura a través de un link

específico, asumieran una postura y participaran en el foro virtual; en torno a la afirmación: “La luz no se ve, es decir es invisible, puesto que lo que realmente se ven son las fuentes que la emiten (primarias o secundarias)” y cuya pregunta fue: ¿Está o no de acuerdo con lo que se afirma?, explique por qué?

El análisis de esta actividad permitió por un lado analizar los avances en los niveles argumentativos de los estudiantes y por el otro validar el escenario de participación virtual como herramienta facilitadora.

El porcentaje en el análisis de los niveles argumentativos dados en las participaciones de los estudiantes se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 12. Resultados niveles argumentativos foro virtual
(Momento de desubicación)*

Nivel	%
Nivel 1	0
Nivel 2	30
Nivel 3	40
Nivel 4	30
Nivel 5	0

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, a pesar de que no se encontraron argumentos de nivel 5 en las intervenciones de los estudiantes, hay que resaltar que el 30 % de los textos argumentativos fueron categorizados como nivel 4, ya que los estudiantes hicieron intervenciones más amplias, donde por un lado mostraron su postura respecto a la invisibilidad de la luz, y por otro fueron más completas y potentes en cuanto a las justificaciones; a continuación presentamos algunas de las intervenciones hechas por los estudiantes, que ejemplifican este nivel:

“La luz no se ve, es decir es invisible, puesto que lo que realmente se ven son las fuentes que la emiten (primarias o secundarias)” y cuya pregunta fue: ¿Está o no de acuerdo con lo que se afirma?, ¿explique por qué?

(P1. E5) .Estaría en contra porque al mirar la luz de las fuentes primarias o secundarias incidiendo en un objeto este refleja su color, la luz logra que estos objetos se reflejen ante nuestros sentidos (ojos), por lo tanto la luz los hace visibles para nosotros. Ejemplo: en una

obra de teatro cuando las luces de fondo permiten visualizar la escenografía ¿Se mira la iluminación teatral o una obra de teatro? – Cabe decir que ambas cosas, la luz como ya había mencionado hace visible todo movimiento, personaje u objeto que en ésta se represente. Es una forma de energía que hay en la naturaleza que nos permite observar por lo tanto no miramos el objeto en sí, sino la luz que refleja. Entonces la luz no sería invisible

(P1. E.7)No estoy de acuerdo con el argumento de que la luz es invisible ya que los rayos de luz emitidos por la fuente son una onda electromagnética que impacta sobre algún objeto que absorbe parte de la onda y refleja el resto hacia el exterior llegando al ojo humano que lo interpreta como el color. Cada color depende de la longitud de onda, siendo rojo lo más alto y violeta lo más bajo que puede percibir, pero se afirma que hay longitudes de onda que pasan esos límites, y otros seres vivos si pueden percibirlos, por ejemplo algunas especies de aves, peces, abejas, etc. Entonces no es que sea invisible, sino que el ojo humano no es capaz de percibirla

Vemos como en estos textos se pueden destacar dos elementos que los vuelven valiosos; en primer lugar están conformados por datos, conclusiones, justificaciones y respaldos que los categorizan como nivel 4; y en segundo lugar los datos que apoyan las justificaciones incorporan planteamientos con el uso de ejemplos, así cuando el estudiante E5 dice: “Ejemplo: en una obra de teatro cuando las luces de fondo permiten visualizar la escenografía ¿Se mira la iluminación teatral o una obra de teatro?”, esta sustentación que partió de una situación cotidiana y que se complementó luego en forma de pregunta y respuesta, lo llevaron a concluir: “Cabe decir que ambas cosas”; y con ello pudo respaldar con mayor potencia su argumento de que la luz no es invisible al afirmar: “la luz como ya había mencionado hace visible todo movimiento, personaje u objeto que en ésta se represente”.

Así mismo lo hace el estudiante E7, plantea ejemplos comparativos para dar respaldo a sus argumentos, considerando la diferencia de algunos seres vivos con el hombre en cuanto a la imposibilidad de percibir algunas frecuencias de la luz, así dice el E7: “se afirma que...(…)...seres vivos si pueden percibirlos, por ejemplo algunas especies de aves, peces, abejas, etc. Entonces no es que sea invisible, sino que el ojo humano no es capaz de percibirla”; cabe señalar que aunque los sustentos presentados no son del todo precisos a

los estipulados por la ciencia, se resalta el hecho de que se usan estrategias argumentativas para persuadir sobre la respuesta.

Hay que mencionar, además que el 40 % de los argumentos se encontraron en el nivel 3, el 30 % en el nivel 2, y no se hizo presente el nivel 1 de argumentación. De esta manera parece ser que el escenario virtual fortaleció el avance en los niveles de argumentación, puesto que los estudiantes tuvieron por un lado la oportunidad de documentarse antes de hacer las participaciones, y por otro, de organizar de forma conveniente esa participación. Así lo refiere Chávez y Caicedo (2014) a este respecto: “De esta manera, herramientas como los foros virtuales, medios de comunicación asincrónica o no simultánea, brindan tiempo para la búsqueda de información y organización de las ideas” (p.86).

En consonancia con lo dicho anteriormente presentamos el siguiente ejemplo categorizado como nivel tres, donde además de diferenciar los datos, conclusiones y la justificación, se aprecia el orden en las ideas y el lenguaje especializado que se utilizó en el texto:

(P1. E.4) En realidad la luz no se mira ya que la luz es una onda y esta es energía que viaja en el vacío, lo que nuestra vista percibe son colores que nuestro cerebro asimila. Hay elementos que nos ayudan a percibir el color, estos se llaman fuentes emisoras: ellos absorben parte de la onda electromagnética que dependiendo de su frecuencia puede ser percibida por el ojo humano, es entonces que aparece el espectro electromagnético donde hay la parte visible y la parte invisible

Así también el siguiente ejemplo evidencia el tiempo que el estudiante E9 tuvo para organizar sus ideas, incluso la forma como introdujo los datos en el argumento, apoyándose en lo expuesto en la lectura.

(P1. E9) Yo estoy de acuerdo que la luz es invisible, pues la conclusión de la lectura nos dice que “la luz es energía que se emite desde un foco o fuente luminosa y se propaga en línea recta en todas las direcciones. Aunque la luz no se ve, se ven las fuentes que la emiten (primarias o secundarias) y ello nos permite visualizar las trayectorias de los rayos luminosos.” Dicho en otras palabras, la luz es un rayo invisible, mientras esta luz no entre en nuestro ojo no la percibimos, por eso se dice que la luz es intrínseca, lo que quiere decir que donde creemos ver luz, no es la luz como tal, sino que son partículas o polvo que hace de pantalla y hace que nuestro ojo la vea como luz

A demás del orden en las ideas que muestra el ejemplo, cabe resaltar que se hizo uso de términos especializados, así cuando E9 dijo “*por eso se dice que la luz es intrínseca*”, se infiere que él trata de justificar en el argumento que la luz es por naturaleza invisible al no darse interacción con el ojo. Parece ser que el escenario virtual le ofreció al estudiante un escenario apropiado y tranquilo para argumentar, además de fortalecer el uso de un lenguaje específico. A este respecto Chávez y Caicedo (2014) nos dicen:

Por lo menos dos razones justifican el interés de los investigadores en las TIC y su potencial para fomentar el desarrollo de habilidades de argumentación. Una de las razones está asociada a los aspectos favorables o positivos de la argumentación: propicia la clarificación y organización del pensamiento, facilita la identificación y reparación de vacíos conceptuales. (p.86)

**Actividad: Uso de los simuladores: (Ver anexo H, I y K)*

Estas prácticas tuvieron como objetivos, valorar la apropiación conceptual desde la interactividad virtual y, fomentar la argumentación a partir de la manipulación de variables y los resultados obtenidos en esas experiencias.

Después de realizar las diferentes actividades que involucraban el uso de los simuladores, los estudiantes mostraron un avance significativo en la interpretación de conceptos como: rayo, normal, rayo incidente, rayo reflejado, índice de refracción, rayo refractado, ángulo crítico; entre otros; además, mediante la exploración y manipulación de las diferentes variables que ofrecieron los simuladores, pudieron obtener conclusiones valiosas que los llevaron a corroborar las leyes de la reflexión y de la refracción, de la convergencia o la divergencia y a comprender el porqué de las diferentes imágenes que se presentan, tanto en los espejos esféricos como en las lentes.

Por otra parte a medida que utilizaron los simuladores, los estudiantes se miraron cada vez más motivados, creativos e independientes, para proponer ajustes y valores numéricos en las diferentes variables que manipularon. Pontes (2005: 339) afirma que: “el uso de simulaciones como instrumento auxiliar para la educación científica y tecnológica favorece la participación activa y el interés de nuestros alumnos por el aprendizaje de la Física”.

Es así como, por ejemplo en la actividad seis (Anexo I), usaron el simulador de refracción, y observaron la refracción desde medios y ángulos diferentes, construyeron el concepto de ángulo crítico, determinando su valor para diferentes medios. Visualmente comprendieron la reflexión interna total de la luz, que los llevo a explicar con argumentos sobre este fenómeno; al respecto (Sierra, 2004) dice que: una de las ventajas del uso de los simuladores es que “El alumno comprende mejor el modelo físico-químico utilizado para explicar el fenómeno, al observar y comprobar de forma interactiva la realidad que representa” (p. 71). Así lo muestran las siguientes intervenciones de algunos estudiantes a la pregunta 8 de la actividad 6 (ver anexo I):

Ahora sobrepase el ángulo crítico, observe detenidamente, concluya y explique argumentando: ¿cómo y porque se presenta la reflexión interna total de la luz?, si es necesario realice un dibujo ilustrativo

(P8. E4) Con la linterna que nos simula la luz logramos un rayo incidente que se mueve en un medio como por ejemplo el agua, este rayo pasa a otro medio con otro índice de refracción puede ser el aire, entonces al cambiar aumentando el ángulo de incidencia, se aumenta también el ángulo refractado llegando hasta noventa grados y luego de aumentar mas este ángulo de incidencia, se presenta la reflexión interna total, por lo tanto el rayo queda atrapado dentro del agua y no se refracta hacia el aire.

El argumento anterior lo categorizamos como nivel 2; en él se describe con detalle y paso a paso el proceso llevado a cabo en el simulador para obtener la reflexión interna total de la luz, para ello E8 hace uso de términos formales dentro de la ciencias; por ejemplo, índice de refracción, ángulo de incidencia, ángulo refractado, llegando así a una conclusión certera del fenómeno; sin embargo, el texto a pesar de que es extenso, no muestra justificaciones del porque se presenta este fenómeno. En cambio en el siguiente ejemplo categorizado como nivel 3, a pesar de que no es muy extenso y es poco descriptivo, el estudiante E6 justifica el fenómeno en torno a la diferencia de la velocidad de la luz en los medios, aunque no muestra ninguna explicación al porque de esa diferencia.

(P8. E4) La reflexión interna total es un fenómeno donde la luz sobrepasa el ángulo crítico y no se refracta entre dos medios se refleja y esto ocurre por las velocidades de la luz que son diferentes en cada medio.

Continuando con el análisis, los ejemplos que se muestran a continuación son de un nivel más exigente en la argumentación (Nivel 4), ya que además de datos y conclusiones presentan justificaciones respaldadas en principios físicos; por ejemplo, atribuyen la causa del fenómeno a la diferencia de velocidades de la luz en los medios transparentes, e incluso plantean, una relación causal inversa entre las velocidades y el índice de refracción del medio; que es lo que estipula la ciencia. Lo anteriormente escrito nos permite deducir la comprensión de los estudiantes sobre el fenómeno de reflexión interna total.

(P8. E5) *La reflexión interna total es un fenómeno donde un rayo de luz pasa de un medio con mayor índice de refracción a otro de menor índice, esto hace que el rayo de luz no se refracte, no pase al otro medio, sino que se quede reflejado en el primer medio, esto se presenta porque la luz no se mueve con la misma velocidad en todos los medios, entre mas índice de refracción menor velocidad.*

(P8. E1) *Es un proceso donde la luz cambia de medio de propagación, si es de menos a más índice de refracción el rayo de luz se acerca a la normal y si es de más a menos se aleja de la normal, entonces cuando la luz pasa de un medio donde se mueve con más velocidad a otro donde se mueve con menor velocidad se presenta la reflexión interna total, pero el ángulo de incidencia debe ser mayor que el ángulo crítico; esto se podría presentar por ejemplo si la luz pasa del agua al aire o del diamante al agua, no al revés.*

Según Domínguez (2009): “existen diversas perspectivas y enfoques en el uso de las TICs como mediación en el desarrollo de los procesos de pensamiento y la construcción activa desconocimientos” (p, 152). De acuerdo a lo anterior y siendo nuestro principal objetivo el de propender por el desarrollo de los niveles argumentativos en los estudiantes y la comprensión de los fenómenos básicos del concepto de luz, debemos reconocer que el foro virtual y los simuladores en el desarrollo de nuestro proyecto, brindaron escenarios novedosos, dinámicos y convenientes, que estimularon diferentes habilidades en los estudiantes, sin embargo pensamos que sería importante aplicarlos de forma complementaria, puesto que los aportes al proceso de enseñanza y de aprendizaje que nos brindan no fueron los mismos.

Por ejemplo el foro virtual fortaleció los procesos argumentativos y permitió movilizar los argumentos hacia niveles más exigentes, aquí los estudiantes además de asumir una postura frente a una situación planteada “invisibilidad de la luz”, escribieron sus argumentos con mayor fuerza en cuanto a las justificaciones y las conclusiones. Es probable que el aspecto asincrónico del escenario virtual, les haya permitido fundamentarse para participar con mayor calidad en el foro, trayendo como consecuencia, mayor aprehensión y utilización de un lenguaje especializado.

Otro aspecto importante que se debe resaltar es que permitió la sociabilidad del conocimiento, ya que participar en una plataforma de grupo, llevo al estudiante a compartir conocimiento y, aprender de otros ese conocimiento, así reafirma Domínguez (2009: 152) en cuanto a la importancia de estos espacios de discusión “para estimular la argumentación escrita y la capacidad de los estudiantes para asumir una posición y sustentarla; además de favorecer el aprender de otros y con otros”. Así también Arango (2003) afirma “Los estudiantes por su parte, atribuyen al medio virtual la posibilidad de procesar, preguntar, participar y recibir mayor información que en los espacios presenciales” (p.3).

Por otro lado, con el simulador los estudiantes no fortalecieron mucho los procesos argumentativos, ya que, los niveles obtenidos en su gran mayoría fueron del tercer nivel, sin embargo se reconoce que con su uso, mejoraron significativamente los conceptos sobre los fenómenos de refracción, reflexión, ángulo limite, reflexión interna total de la luz, mostrando una evolución en los modelos explicativos.

Parece ser, que la observación directa del fenómeno y la manipulación de variables, les permitió contrastar sus hipótesis, y modificar sus concepciones hacia explicaciones más cercanas a lo estipulado por la ciencia, además de comprender los modelos matemáticos que la sustentan. En vista de esto, se corrobora en parte lo que Santos, Otero, Fanaro (2000), dicen: “Las simulación podrían contribuir al desarrollo de modelos adecuados para razonar y comprender en Física” (p.51). Además, es posible que la manipulación de

variables a través del simulador, los haya llevado también, a la comprensión de las relaciones que se presentaron; es decir, a darle un sentido a las ecuaciones (fórmulas como los estudiantes las llaman). A este respecto, las autoras antes mencionadas plantean que, el uso de simuladores con orientaciones adecuadas puede ser que “sustenten la generación de relaciones pertinentes y permitan dotar de significado las expresiones matemáticas que se emplean para describir el comportamiento de un sistema físico” (p.51).

4.1.3 Momento final: Reenfoque.

Al comparar los resultados obtenidos en el pre-test y el post-test se evidencia un cambio esencial en los niveles argumentativos. Así se muestra en la siguiente tabla comparativa, para la imagen I1 e I4, a la pregunta 2 de la actividad 1 (ver anexo C):

Tabla 13. Contrastación pre test- pos test, niveles argumentativos (Momento de Reenfoque)

	Imagen 1 (refracción)		Imagen 4 (reflexión)	
Nivel	Momento 1 Pre-test	Momento 3 Pos-test	Momento 1 Pre- test	Momento 3 Pos-test
Nivel 1	60 %	0	80%	0
Nivel 2	20%	0	20%	30%
Nivel 3	20%	60%	0	60%
Nivel 4	0	40%	0	10
Nivel 5	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Al contrastar los porcentajes del pre-test con el post-test, se evidenció un gran avance en los niveles de argumentación, respecto del fenómeno de refracción dado en la imagen 1; aquí, ningún estudiante estuvo en los niveles bajos de argumentación, 1y2, según lo muestra el porcentaje de cero en la tabla. En cambio, un 60 % de los estudiantes se ubicó en el nivel 3. A este respecto Jiménez, Gallastegui, Santamaría, Puig (2009:11) dicen que “para Toulmín un argumento, es decir el resultado de coordinar una explicación con las pruebas que lo sustentan, está formado por tres componentes esenciales: conclusión, pruebas o datos y la justificación”; y es precisamente, estos elementos esenciales los que caracterizan el nivel 3, según la escala propuesta en el proyecto.

A manera de ejemplo, mostramos en la siguiente tabla los argumentos planteados por el estudiante E2, en el pre-test y post-test, donde se evidencio una movilización del nivel 1 al nivel 3. En este nivel se aprecia un texto mejor elaborado, con la presencia de alguna justificación, lo que evidencia una conceptualización por parte del estudiante en torno al fenómeno de refracción; a este respecto Jiménez et al (2009:15) dice que “la construcción de justificaciones demanda un sólido conocimiento conceptual”. Sin embargo, el argumento del estudiante, a pesar de tener las partes esenciales referenciadas anteriormente, muestra poca fuerza en la justificación, por no apoyarse en principios físicos; a este respecto Chávez y Caicedo (2014), afirman que “uno de los principales problemas que enfrentan los estudiantes al argumentar es la selección y utilización pertinente y suficiente de evidencia”(p.5).

Tabla 14. Comparación de los niveles argumentativos de E2 durante el Pre-test – Post-test.

Actividad 1	Respuestas	Nivel de argumentación
Pregunta 2 : Observe detenidamente las imágenes y describa lo que considera que sucede en cada imagen. Explique lo que usted crea.	(P2.I1.E2). Pre-test: Se sumerge un lápiz en un vaso con agua y la imagen del lápiz se ve agranda	Nivel 1
	(P2.I1.E2). Post-test: El lápiz está ubicado entre dos medios transparentes lo cual hace que se mire como quebrado, pero no, el lápiz no está quebrado, es refracción de la luz, esto se presenta porque la luz cambia de medio de propagación	Nivel 3

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con el análisis, aunque no se presentaron argumentos categorizados como nivel 5, es importante resaltar que un 40% se ubicó en el nivel 4 de argumentación. Esto muestra que muchos estudiantes después de la intervención con la unidad didáctica, lograron construir argumentos más sólidos, apoyándose en principios físicos que validaron sus argumentos, a la vez que hicieron hincapié en las posibles relaciones entre las variables, que involucra este fenómeno. Esto corrobora lo que Pujalte, Santamaría, Bravo y Meinardi (2010) afirman “La UD tiene como objetivo que las y los estudiantes puedan construir explicaciones progresivamente más potentes acerca de los fenómenos que

involucran la luz”(p.32). La siguiente tabla muestra el progreso de dos estudiantes desde el nivel 1 al nivel 4:

Tabla 15.Comparación de los niveles argumentativos de E3 y E6 durante el Pre-test – Post-test.

Actividad 1	Respuestas	Nivel de argumentación
Pregunta 2 : Observe detenidamente las imágenes y describa lo que considera que sucede en cada imagen. Explique lo que usted crea.	(P2.I1.E3). Pre-test: <i>Un lápiz se sumerge en un vaso transparente con agua</i>	Nivel 1
	(P2.I1.E3). Post-test: <i>Se presenta la refracción porque la luz al pasar de un medio a otro cambia su trayectoria, cambia su velocidad y se desviara hacia la normal si su índice de refracción es mayor, si es menor se desviara alejándose de ella; esto hace que el objeto parece que distorsiona su forma normal</i>	Nivel 4
	(P2.I1.E6). Pre-test: <i>Lo que se observa es que un lápiz esta dentro de un vaso con agua</i>	Nivel 1
	(P2.I1.E6). Post-test: <i>Es refracción, así se observa como una imagen distorsionada dentro del agua, ya que los rayos de luz se desvían ya que viajan más lento al pasar del aire donde hay menos partículas , al agua donde hay más partículas, además es lo que se pudo observar en el simulador que utilicé</i>	Nivel 4

Fuente: Elaboración propia

En los argumentos anteriores se distinguen los datos, las conclusiones, las justificaciones y los respaldos, así vemos como los estudiantes concluyeron asertivamente que el fenómeno es refracción; además E3 justificó el fenómeno con principios aceptados desde la ciencia, cuando dijo “la luz al pasar de un medio a otro cambia su trayectoria, cambia su velocidad”, aunque no especifico directamente la causa de este cambio, si mostró conocimiento sobre la influencia del índice de refracción en este cambio, al decir: “y se desviara hacia la normal si su índice de refracción es...”. De Igual modo E6 justificó el fenómeno al decir: “ya que los rayos de luz se desvían ya que viajan más lento al pasar del aire donde hay menos partículas, al agua donde hay más partículas”. Estas justificaciones dadas por los estudiantes, se acercaron a lo expuesto por Cervantes, Rubio y Prieto (2015):

(...) fenómenos asociados a la luz, como es el caso de la “refracción”. Ésta ocurre cuando se desvía la trayectoria rectilínea de un rayo de luz al pasar de un medio transparente a otro, lo que ocasiona un cambio en la rapidez del rayo debido la dependencia de esta magnitud sobre el medio de propagación. (p.21)

Algo relevante por mencionar, es que el E6 trató de dar mayor fuerza a su justificación, al afirmar “*es lo que se pudo observar en el simulador que utilicé*”. Es probable, que el estudiante al usar el simulador de refracción, haya comprendido con mayor facilidad la relación inversa entre el índice de refracción y la velocidad de la luz, que determina la desviación del rayo refractado. Según (Castiblanco, 2008): “Entre las grandes riquezas que ofrecen estas herramienta encontramos la posibilidad de profundizar en el análisis del comportamiento de las variables que intervienen en un fenómeno” (p.22).

En cuanto a la imagen I4, alusiva a la reflexión (como se observa en el grafico 1), el avance logrado fue menor, pues únicamente el 10% de estudiantes se ubicó en el nivel 4, el 30% en el nivel 2 y la gran mayoría (60%) se ubicó en el nivel 3; en estas respuestas, se notó ausencia de argumentos con justificaciones valiosas, puesto que no se utilizaron respaldos basados en principios científicos. Refiriéndose a este tipo de argumentos, Tamayo (2011) nos dice: “Son argumentos en los cuales no encontramos justificaciones sólidas desde campos conceptuales específicos, ni confrontaciones entre diferentes puntos de vista en el proceso de construirlos”. Para ejemplificar presentamos los siguientes argumentos de nivel 3:

(P2.I4.E2): *Reflexión de la imagen, porque el espejo refleja la luz haciendo que la imagen se invierta, propia de un espejo cóncavo*

(P2.I4.E7): *Es reflexión, la luz llega al espejo y se refleja, pero de forma invertida, por la forma cóncava del espejo, determinando así una imagen que es real*

Es posible, que esto se haya presentado, porque los estudiantes no lograron asimilar completamente los principios físicos de la reflexión en espejos esféricos, y por eso, no lograron argumentar adecuada y ampliamente; además, es posible que hayan tenido problemas relacionados con la complejidad, y la variedad de imágenes que se presentan en

estos espejos (cóncavos y convexos), las cuales en ocasiones son confundidas con las imágenes dadas por refracción en lentes (convergentes y divergentes). Así, lo confirman algunos autores como Bravo, Pesa y Pozo 2010, Gil Llinas 2003, entre otros, cuando expresan: “Aprender el saber propuesto por las ciencias en relación a [...] y la formación y visión de las imágenes, presenta una alta complejidad”.

Otra causa podría ser que, los simuladores de reflexión no fueron utilizados adecuadamente por estos estudiantes, puesto que las actividades propuestas, no fueron realizadas con la rigurosidad y el análisis requeridos, que les permitiera comprender y argumentar en torno a los principios físicos que atañen a las imágenes dadas por reflexión de la luz.

A continuación, mostramos comparativamente el pre-test y el post-test del estudiante E8, como único argumento catalogado como nivel 4. A pesar de su poca extensión, en él se hicieron presentes los datos, las conclusiones, justificaciones, con algún respaldo desde el saber de la ciencia:

Tabla 16. Comparación de los niveles argumentativos pre-test-post-test, E8

Actividad 1	Respuestas	Nivel de argumentación
Pregunta 2 : Observe detenidamente las imágenes y describa lo que considera que sucede en cada imagen. Explique lo que usted crea.	(P2.I4.E8). Pre-test: <i>Este es un espejo que se proyecta en forma contraria</i>	Nivel 1
	(P2.I42.E8). Post-test: <i>Esta imagen representa la reflexión en el espejo cóncavo, ya que por esa forma curva y por la posición de la persona respecto del espejo, la imagen que se obtiene se invierte y por lo tanto es una imagen real.</i>	Nivel 4

Fuente: Elaboración propia

En esta comparación, se observa que, el estudiante paso de un nivel simplemente descriptivo a otro nivel de mayor exigencia y completitud, donde se establecieron con claridad, las conclusiones (inicial - final), las cuales fueron direccionadas por las justificaciones, que otorgaron asertivamente a la forma específica del espejo, y a la posición

de la persona, el resultado de obtener este tipo de imagen. Cuando E8 dice: “*ya que por esa forma curva y por la posición de la persona respecto del espejo, la imagen que se obtiene se invierte*”, se infiere que el estudiante, comprende la exclusividad de este espejo para determinar los diferentes tipos de imágenes, en relación causal con la posición del objeto. Además, la conclusión final “*y por lo tanto es una imagen real*”, parece garantizar la comprensión del fenómeno; ya que desde la ciencia se estipula que una imagen real siempre es invertida.

4.2 CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS SOBRE LOS FENÓMENOS BÁSICOS (REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN) DEL CONCEPTO DE LUZ

4.2.1 Momento inicial: Ubicación.

Para identificar los modelos explicativos iniciales de los estudiantes, se analizaron comparativamente las respuestas dadas en la pregunta 3.1, que involucraron las imágenes I3 e I4 de la actividad uno de ideas previas (ver anexo C), cuya intencionalidad estaba orientada a los siguientes objetivos: mirar el análisis y la inferencia de los datos comunes y no comunes en los fenómenos ópticos mostrados (pregunta 3.1); determinar el cómo y el porqué de la formación de esas imágenes (pregunta 3.2); establecer la variación y los resultados que permitieran hacer similitudes, comparaciones y, por medio de ellas, realizar generalizaciones o particularizaciones inmiscuyendo principios físicos.

Después de hacer un análisis detallado, de las respuestas que cada uno de los estudiantes dio a las preguntas del literal 3 del Instrumento I, se pudo identificar las variables y las posibles relaciones de interacción, que ellos utilizaron en cada una de sus explicaciones sobre los fenómenos básicos de la luz (reflexión y refracción), determinando los siguientes modelos explicativos:

***Modelo de sentido común.**

El 50% de las respuestas dadas por los estudiantes, reconocen a la luz como elemento imprescindible y único para que se formen imágenes. Es decir, sus respuestas se enmarcan en una explicación “mono conceptual”, y los objetos --como la pecera y el espejo-- son elementos que hacen aparecer o formar la imagen. Así lo evidencian las siguientes respuestas a la pregunta planteada:

*¿Existe algo que sea común en los fenómenos mostrados para que se obtengan las imágenes?
¿Qué? Explique de la mejor manera posible lo que usted crea.*

(P3.1, E2): Que todos los fenómenos tienen que ver con la luz que les llega al recipiente y al espejo y hacen aparecer una imagen.

(P3.1, E4): Sí, la luz; ya que la luz y sus fenómenos se ven en las imágenes; en éstas se puede ver lo que puede hacer la luz para generar varios sucesos en la pecera y el espejo

(P3.1, E10): Sí, lo común es que los dos fenómenos se dan porque hay luz, y se dan imágenes volteadas por lo redondo de la pecera y el espejo

Es posible, que estas respuestas se deriven únicamente del aspecto sensorial que muestran las imágenes. En sus explicaciones, los estudiantes ante la formación de una imagen, por refracción en el recipiente o por reflexión en el espejo, no evidenciaron ninguna afirmación, que involucre el reconocimiento de alguna relación entre el objeto y la luz como primicia para la formación de imágenes; ello implica, que han ignorado completamente esta relación fundamental para tal fin. Respecto de esta idea, Pesa, Colombo y Bravo (1995), como resultado de una experiencia piloto con jóvenes universitarios de Física elemental y de bachillerato, concluyeron que: “respecto al comportamiento de la luz en los procesos cotidianos de reflexión, en la mayoría de los casos, los estudiantes no tienen en cuenta el proceso de interacción entre la luz y los objetos” (p.29).

Además, se podría decir que los estudiantes utilizan un razonamiento reduccionista. Esto se confirma si tenemos en cuenta lo expuesto por Bravo y Pesa (2011:6), cuando analizan la respuesta dada por un estudiante, dentro del marco de su investigación respecto a la

imagen real obtenida a través de una lente: “La lente tiene la función de crear la imagen del objeto que se coloque cerca de ella”. También afirman que, se interpreta el fenómeno en estados de la materia desconectados entre sí, es decir, sin ninguna relación. Esta situación se muestra igualmente aquí, en la respuesta dada por (P3.1, E2), donde al final dice el estudiante: “la luz que les llega al recipiente y al espejo hace aparecer una imagen”.

Respecto del modelo anteriormente expuesto, también se presentó un 20 % de estudiantes, que identificaron las imágenes reflejadas como único elemento en común (mono conceptual), y le otorgaron a la forma del espejo o a la pecera, el que estas imágenes se miren al revés (“reduccionista”). Para ejemplificar estos aspectos, presentamos las siguientes respuestas a la pregunta planteada:

*¿Existe algo que sea común en los fenómenos mostrados para que se obtengan las imágenes?
¿Qué?, Explique de la mejor manera posible lo que usted crea.*

(P3.1, E7): Sí, lo común son las imágenes reflejadas en la pecera y el espejo; dada la forma del espejo y la pecera, éstas se ven al revés

(P3.1, E8): Lo común son las imágenes que se reflejan tanto en el recipiente como en el espejo, ambas son al revés por la forma curva de ellos

Teniendo en cuenta las intervenciones de estos estudiantes, y tomando las palabras de Bravo, Pesa y Rocha (2012: 63), concluiríamos: “subyacería en estas explicaciones un modelo intuitivo de ‘imagen viajera’, concebido como un ‘ente’ que es emitido por el objeto (conteniendo impresas sus características)”. Así, cuando el estudiante (P3.1, E7) responde: “Sí, lo común son las imágenes reflejadas”, se infiere que para él, los objetos emiten imágenes con características similares al mismo objeto. Además, al aproximarse al recipiente o al espejo, afirma que estas imágenes se invierten; es factible que esta conclusión se derive simplemente del aspecto sensorial-visual, que indujeron las imágenes.

En relación a las imágenes invertidas (conclusión en el apartado anterior), parece reconocerse otra idea intuitiva: la idea de establecer la forma del espejo o del recipiente, como causal para ver las imágenes al revés. Esto también fue encontrado por el trabajo de las investigadoras anteriormente mencionadas, quienes identificaron que, los estudiantes

tenían la idea intuitiva de que: “Estos elementos (espejos-lentes) tienen la facultad de modificar la imagen”. Aquí, se percibe una explicación “reduccionista” y “causal lineal”, ya que se otorga al recipiente (pecera), al espejo y a las lentes, la función de invertir las imágenes que inciden en ellos. Sin embargo, en sus explicaciones no evidencian ninguna relación entre la posición del objeto, y la de estos elementos, como causal para la obtención de este tipo de imágenes. Según Bravo, Pesa y Rocha (2012) se identifican en estas respuestas “un modo de razonar no sistémico (dado que no se consideran procesos, interacciones ni efectos mutuos entre elementos involucrados)” (p.65).

*** Modelo Híbrido:**

Se identificó, que el 30 % de los estudiantes involucraron en sus explicaciones tanto ideas de sentido común, al afirmar: “ *La forma del recipiente o del espejo hace ver las imágenes al revés*” (que fue analizado anteriormente); como también, involucraron algunas explicaciones fundamentadas en trabajos de aula escolar, como el concepto de: incidencia de la luz , reflexión de la luz, la luz que viene del objeto; así también, aluden a diferentes elementos o variables en sus afirmaciones como: luz desde el objeto, incide, refleja, entre otras. Para ilustrar mejor, presentamos las siguientes respuestas a la pregunta planteada:

*¿Existe algo que sea común en los fenómenos mostrados para que se obtengan las imágenes?
¿Qué?, Explique de la mejor manera posible lo que usted crea.*

(P3.1, E5): *Sí, lo común es la reflexión de la luz que viene del objeto y se miran al revés esas imágenes por la forma de la pecera y del espejo*

(P3.1, E6): *Sí, lo común es el objeto que es iluminado y la reflexión de la luz; en ambas situaciones la luz incide y se refleja en esos medios, en este caso un espejo y el recipiente con formas particulares logrando así imágenes invertidas.*

(P3.1,E9): *Se presenta en las dos imágenes el fenómeno de reflexión de la luz que proviene del objeto (la persona), ya que el agua refleja a la persona que esta atrás, pero al revés y esto también lo produce el espejo, precisamente por la forma de estos.*

Por otro lado, también se evidencia la dificultad de los estudiantes para identificar el fenómeno de refracción de la luz, y diferenciarlo del de reflexión; aquí se hace patente una dificultad conceptual. De las respuestas dadas, se deduce que en todos los fenómenos que involucran imágenes, ellos los generalizan únicamente hacia el fenómeno de reflexión, puesto que en sus respuestas involucran, el reflejo o reflexión como descripción o explicación de lo que es común, y no hacen mención de la refracción. Es probable, que esto se deba al lenguaje común o coloquial utilizado al hablar de imagen en la cotidianidad. Cabe señalar, que según Serway (2004) “Los principios que gobiernan la reflexión explican el comportamiento de la reflexión en espejos, mientras que los que gobiernan la refracción, incluyen las imágenes refractadas en medios transparentes, como las lentes, el agua” (p.124). Por lo tanto, es pertinente buscar estrategias didácticas adecuadas, que permitan la diferenciación entre las imágenes dadas por reflexión de la luz, y las determinadas por refracción.

En esta etapa, no se identificó ninguna intervención que podamos referir al modelo escolarizado, ni tampoco al modelo de ciencia escolar.

4.2.2 Momento final: Reenfoque.

Por otra parte, al hacer la comparación de los resultados obtenidos durante el pre-test y el post-test, se reconoce una evolución significativa en los modelos explicativos utilizados por los estudiantes. Esto se muestra en el siguiente cuadro comparativo:

Tabla 17. Contrastación pre test- pos test, modelos explicativos

MODELO EXPLICATIVO	Momento 1 Pre-test	Momento 3 Pos-test
Modelo de sentido común	70 %	-
Modelo Híbrido	30%	50%
Modelo escolarizado	-	30%
Modelo ciencia escolar	-	20%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el registro anterior, después de la intervención con la UD, encontramos que no se hizo presente el modelo de sentido común. Sin embargo, sí se presentó un buen porcentaje del modelo escolarizado, y al menos un 20% del modelo ciencia escolar; que no fueron evidenciados en el pre test (ver tabla 2)

En forma general, en las respuestas de los estudiantes al hablar de convergencia de la luz, y al categorizar la convergencia como condición para la obtención de una imagen real e invertida, se infiere un avance significativo en el lenguaje especializado del concepto de óptica; ya que, la convergencia de la luz, es una condicional para que la imagen además de ser real, sea invertida respecto del objeto; igualmente, si la luz diverge, la imagen que se obtiene es virtual y derecha. Para ejemplificar esta postura, veamos la evolución del estudiante E1, al pasar del modelo de sentido común al modelo escolarizado, y del estudiante E6, al pasar del modelo híbrido al modelo escolarizado:

*¿Existe algo que sea común en los fenómenos mostrados para que se obtengan las imágenes?
¿Qué?, Explique de la mejor manera posible lo que usted crea.*

Pre test. (P3.1, E1): “Podemos decir que es la luz, ya que se hace presente ahí y se forma una imagen”

Pos test. (P3.1, E1): “El fenómeno común en las imágenes es que la luz converge, formando una imagen invertida respecto al objeto, refractando la luz en la imagen 3 y reflejándola en la imagen 4”.

Pre test. (P3.1, E6): “Si lo común es la reflexión de la luz, en ambas imágenes se refleja la luz en esos medios, en este caso un espejo y el recipiente la pecera con formas particulares”

Pos test. (P3.1, E6): “Lo común es que la imagen obtenida está invertida por la convergencia de la luz; además, es real y menor. En la figura 3, el medio es transparente y esférico; se da refracción. En la figura 4, es un espejo cóncavo y lo que se da es reflexión de la luz; esto se presenta por la ubicación del objeto”.

Vemos como, en las respuestas del pos-test, los estudiantes realizaron explicaciones haciendo referencia a la convergencia de la luz, como causa de la imagen invertida; lo que estaría de acuerdo con lo estipulado por la ciencia. Se podría decir que, en esas afirmaciones, hacen uso de modelos complejos, que los lleva a concluir que esa imagen es

real. Incluso, el estudiante E6 afirma con mayor propiedad que esa imagen es “menor”, y al final de su intervención concluye: *“Esto se presenta por la ubicación del objeto”*. Se infiere, de esta afirmación, que él conoce la relación existente entre la posición del objeto y la naturaleza de la imagen obtenida; es decir, prevé las diferentes posibilidades de imágenes que se pueden presentar. Sin embargo, el estudiante no se atreve a especificar el rango de la posición del objeto, lo cual determinaría una mayor comprensión y completitud en la explicación del fenómeno.

También es importante recalcar que, en las intervenciones realizadas en el pre-test, los estudiantes únicamente hacían alusión a la reflexión de la luz para explicar los fenómenos mostrados. En las intervenciones realizadas después de la aplicación de la UD, por el contrario, involucraron afirmaciones explícitas y diferenciadas, respecto a la imágenes que muestran refracción y a las que indican reflexión de la luz. Es probable que, el uso de los simuladores de reflexión y de refracción les haya permitido comprender esa diferencia, además de las variadas representaciones gráficas que debieron realizar de estos fenómenos durante la intervención didáctica.

De los resultados obtenidos después de la intervención didáctica, destacamos dos respuestas que nos llevaron a clasificarlas como modelo de la ciencia escolar. En ellas, además de haber involucrado lo expuesto en el apartado anterior, integraron también, en sus explicaciones, un elemento clave en la formación de imágenes: la importancia del elemento objeto y la relación de incidencia de la luz sobre éste, como primicia para estos fenómenos (lo que no se había evidenciado en otras intervenciones). Para ilustrar mejor esta situación, presentamos los siguientes ejemplos:

*¿Existe algo que sea común en los fenómenos mostrados para que se obtengan las imágenes?
¿Qué?, Explique de la mejor manera posible lo que usted crea.*

(P3.1,E3): Lo común es que en las dos situaciones se da la convergencia de los rayos de luz que incidieron en el objeto ,además en las dos situaciones se obtiene una imagen de menor tamaño, que es invertida y por lo tanto real; esto debido a la posición de la persona que es después del foco.

(P3.1, E9): *Lo común es que son fenómenos de la luz que iluminaron al objeto y este la reflejo, en la pecera la imagen se da por refracción de la luz la cual cambia de medio y por tanto de velocidad y en la figura 4 la imagen se obtiene por reflexión de la luz en el espejo cóncavo; además en las dos figuras las imágenes son reales invertidas y más pequeñas por la ubicación de la persona; creo que está muy alejada.*

Respecto de las intervenciones analizadas anteriormente, Bravo, Pesa y Rocha (2012) especifican que, para estudiar la formación de imágenes reales por refracción “implica inicialmente reconocer los elementos indispensables para que se forme una imagen y estudiar la interacción luz-objeto” (p.66). Aquí vemos cómo, en estas intervenciones, se reconoce esa relación luz incidente y objeto; así cuando el estudiante E3 dice: *“Lo común es que en las dos situaciones se da la convergencia de los rayos de luz que incidieron en el objeto”* y así mismo cuando el estudiante E9 afirma: *“Lo común es que son fenómenos de la luz que iluminaron al objeto y este la reflejo”*. Cabe señalar que en estas intervenciones, se identificó la convergencia de la luz, en esa interacción luz- recipiente, o luz espejo; lo que los llevo a concluir que, en la formación de la imagen obtenida, se presenta una relación dada por la posición del objeto y las características específicas del recipiente o espejo. Es decir, se determinó un modelo explicativo que utilizó diferentes variables y las complejas relaciones que se presentaron, las cuales dieron como resultado la imagen obtenida.

Otra justificación que lleva a categorizarlas dentro de este modelo, es que los estudiantes se refieren específicamente a la naturaleza de la imagen obtenida, de una manera concluyente y consecuente, así cuando el estudiante E3 afirmó: *“[...] una imagen de menor tamaño, que es invertida y por lo tanto real”*, el uso del conector “por lo tanto” indica el conocimiento por parte del estudiante, de la relación entre una imagen real que es siempre invertida, lo que estaría de acuerdo con la teoría científica.

4.3 REFLEXIONES SOBRE EL USO DE LAS TIC Y EL APRENDIZAJE

Después del análisis del presente trabajo, no podemos ignorar las ventajas y oportunidades que nos ofrecieron las herramientas virtuales, como mediación en el proceso de enseñanza y de aprendizaje; es por ello, que nos permitimos hacer una reflexión sobre el impacto de éstas en el proceso de aula. Para ello, tomamos como base la encuesta estructurada aplicada a los estudiantes, que recogió sus opiniones en torno a la pertinencia o no, de incluir estas herramientas como mediadoras en el proceso, (ver anexo L). De acuerdo al análisis y reflexión de las respuestas obtenidas, esbozamos las siguientes afirmaciones dadas por los estudiantes, que muestran las ventajas de estas herramientas:

- Consideran útil el uso de herramientas virtuales como los videos, los simuladores para el aprendizaje de los fenómenos básicos de la luz; afirman que les permite experimentar y aprender de forma dinámica y divertida, además argumentan que “jugando con los simuladores les es más fácil comprender e interpretar estos fenómenos”.
- Estas herramientas aumentan su motivación, puesto que les brinda otras perspectivas fuera del aula de clase (pasar de la teoría a la práctica), a demás interactuar con la tecnología los hace sentir activos, creativos y protagonistas de su aprendizaje.
- La manipulación de variables les permite mayor comprensión de los fenómenos, puesto que al aplicar diferentes condiciones se obtiene diferentes resultados de un mismo fenómeno, a demás es posible comprender visualmente y analizar mediante la práctica las posibles relaciones matemáticas que se dan entre las variables.
- Facilidad de interactuar con estas herramientas desde su casa (si se cuenta con internet), esto les permite repetir varias veces el fenómeno, observar mejor el fenómeno y poder comprender mejor.
- Consideran apropiadas las herramientas como los foros virtuales, porque desarrollan el sentido crítico, puesto que les permite aprender de otros y expresar su postura. A demás de participar, pueden aclarar las dudas que tengan y ampliar la información.

- Los foros ayudan a tomar una posición crítica frente al tema a tratar, también ayudan a comprender y estimar las ideas de los compañeros, cogiendo las buenas ideas para progresar en el tema; esto les permite tener la mente abierta y receptiva a diferentes pensamientos.
- Los foros virtuales mejoran la participación activa, los diálogos, por medio de la argumentación y hacen perder el miedo a la participación ante un público.

Lo anteriormente expuesto nos lleva a afirmar que, la mirada de todos los estudiantes respecto del uso de las TIC como herramientas mediadoras, en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los fenómenos físicos y de las habilidades argumentativas, fue favorable, motivadora. Además les permitió – a los estudiantes- un papel más activo, dinámico y participativo, en el proceso. Sin embargo, sus apreciaciones llevan a concluir que, las herramientas que lograron mayor impacto sobre ellos fueron los simuladores virtuales.

5 CONCLUSIONES

Los resultados logrados en la presente investigación nos permitieron llegar a las siguientes conclusiones:

En primer lugar, no todas las actividades medidas por las TIC lograron estimular el desarrollo de los niveles argumentativos hasta niveles avanzados, sin embargo actividades como foros virtuales o debates virtuales aportaron efectivamente a este proceso; el asincronismo, las metodologías aplicadas con estas herramientas fueron propicias para estimular el debate, el discernimiento, las posturas propias en torno a la luz y sus fenómenos; características propias de la habilidad argumentativa. Lo anterior se puede evidenciar en los resultados finales ya que los textos argumentativos obtenidos mediante el foro virtual fueron más extensos, completos y de mayor calidad que los obtenidos en otras actividades virtuales como el uso de simuladores, e incluso fueron mejores de los obtenidos en el debate de aula. Es decir el escenario virtual argumentativo permitió una participación más abierta, dinámica, y tranquila que la misma aula de clase.

Como segunda conclusión, podemos decir que al aplicar actividades mediadas por las TIC durante el proceso de enseñanza y de aprendizaje de los conceptos sobre los fenómenos básicos de la luz, se pudo constatar que hubo una actitud más positiva hacia el aprendizaje, mayor motivación y participación en las actividades propuestas. Es decir las TIC como herramientas mediadoras fueron novedosas y útiles para captar el interés de los estudiantes hacia el aprendizaje, así como también para la construcción del conocimiento. De las herramientas seleccionados para la intervención, los simuladores fueron los de mayor impacto puesto que los estudiantes a través de actividades orientadas manipularon las diferentes variables ofrecidas en estos, usando modelos concretos - virtuales, que les permitió la construcción, análisis, y categorización de las diferentes imágenes obtenidas a través de la reflexión en espejos y de la refracción en lentes; llegando así, a la generalización y abstracción de los fenómenos básicos del concepto de la luz y, a una mayor comprensión de los mismos.

Como tercera conclusión, destacamos que después de la intervención con la unidad didáctica, los estudiantes mostraron un nivel argumentativo más exigente y completo en comparación con lo obtenido en el momento inicial, pasando de los niveles 1 y 2 a los niveles 3 y 4; sin embargo no se evidencio nivel 5 en los argumentos, ya que en las intervenciones no se involucraron contra argumentos como formas de justificación. Esto nos dice que movilizarse al nivel 5 no es tarea fácil, parece ser de mayor exigencia y complejidad para los estudiantes.

Por otra parte, los modelos explicativos iniciales que en su gran mayoría fueron ideas intuitivas (un 70%) cuyas explicaciones se enmarcaban en aspectos mono conceptuales, reduccionistas, derivadas del aspecto sensorial; ya en el post-test, después de la intervención con la unidad didáctica, se movilaron a modelos más cercanos al saber de la ciencia, llegando incluso a un 20% en el modelo de ciencia escolar. En sus explicaciones utilizaron diferentes variables con sus complejas relaciones que los llevaron a categorizar las imágenes y a diferenciarlas de las obtenidas por refracción y reflexión de la luz, utilizando en sus argumentos un lenguaje más especializado desde la óptica geométrica.

Para finalizar, expresamos que la utilización de las TIC como herramienta mediadora en el proceso de enseñanza, nos permitió un cambio de paradigma en el aula escolar; es decir, pasar de un modelo tradicionalista unidireccional, a otro donde el papel del estudiante y maestro se tornó más activo, participativo, comunicativo. Ahora bien, además de construir conocimiento en el aula, fue posible lograr que los estudiantes disfruten de esa construcción; así lo evidencia los argumentos presentados en la encuesta, donde ellos afirman que el uso de las TIC, además de ser interactivas, dinámicas, están siempre disponibles. Esto favorece tanto al aprendizaje de conceptos como al desarrollo de habilidades argumentativas.

6 RECOMENDACIONES

Dado que en la enseñanza de la Física la habilidad argumentativa no ha sido implementada con formalidad, es difícil que los estudiantes logren niveles superiores en la argumentación. En este sentido, la investigación sugiere que para potenciar la habilidad argumentativa, es importante que los maestros apliquen estrategias que permitan identificar los bajos niveles argumentativos en los estudiantes, y que estos resultados sean la base de nuevas propuestas didácticas de aula, que implementen estrategias pertinentes donde aflore la discusión, el debate, la confrontación de ideas, sobre los fenómenos de la ciencia y, que mediante esa confrontación se llegue a la construcción del conocimiento científico. Esto permitirá mayor calidad en los resultados obtenidos en futuros trabajos de investigación.

Teniendo en cuenta que en la investigación, se evidencio, que no todas las herramientas virtuales estimulan ciertamente la habilidad argumentativa, pero si pueden ser útiles para otras necesidades que favorezcan el aprendizaje de la Física; es conveniente hacer un estudio exhaustivo de lo que ellas nos ofrecen, para poder hacer un mejor uso de estos recursos. En consecuencia, este análisis puede servir como primicia para futuras investigaciones que deseen caracterizar las potencialidades que nos ofrecen las TIC en la enseñanza y aprendizaje de la Física, y en la planificación eficaz de unidades didácticas que conlleven a una mejor calidad en los procesos de aula.

En cuanto a la habilidad argumentativa como parte esencial en la formación del pensamiento crítico, sería importante que en las instituciones educativas y en todos los niveles escolares, se planteen y se lleven a cabo proyectos transversales que fundamenten el desarrollo de los niveles argumentativos, puesto que es una habilidad necesaria en todas las áreas del conocimiento.

En trabajos futuros, sería muy interesante que se siga investigando sobre la aplicación de las TIC, como herramientas mediadoras en el desarrollo de los niveles argumentativos, que

conlleven a la construcción del conocimiento en el aula, ya que usualmente se aplican para la comprensión de conceptos. Esto podría fomentar el uso adecuado de las tecnologías, como medios de participación tanto a nivel individual como colaborativo.

Otra propuesta a futuro sería, seguir investigando la argumentación y comprensión de los fenómenos básicos de la luz, pero no únicamente en pro de la formación de las imágenes por convergencia o divergencia de la luz, sino también en torno a la visión de estas imágenes; es decir involucrar las complejas relaciones que se presentan entre la luz, el objeto, los elementos – espejos o lentes- y el órgano visual (el ojo).

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J.A.; Vázquez, A; Manassero, M. y Acevedo, P (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, 2(3).
- Arango, M (2003). Foros virtuales como estrategia de aprendizaje. Universidad de los Andes. Departamento de Ingeniería de Sistemas y computación.
- Alzugaray (Acevedo, Vázquez, & Manassero) Carreri y Marino (2003). Herramientas para el aprendizaje de contenidos. Recuperado http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18423/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Bautista, M; García, E; Carrillo, E; Fernández, M; Castiblanco, S; Valenzuela, J. (2001). Física II. Ed. Santillana, p.p. 86-109
- Bonilla, J.C. (2017). La crisis de la educación colombiana. Un modelo educativo anacrónico, V (21). <http://www.eje21.com.co/2017/01/la-crisis-de-la-educacion-colombiana/>
- Bravo, B, Pesa, M, A; Rocha, A, L. (2012). Implicancias de la enseñanza sobre el saber de los alumnos. El aprendizaje de fenómenos ópticos. Segunda parte. Revista electrónica de investigación en educación en ciencias. ISSN 1850-6666. Volumen 8 Nro. 1 Mes Julio pp.62-76
- Bravo, B; Pesa, M y Pozo, J (2011). Aprendiendo a explicar el fenómeno de la visión: Efectos de la enseñanza sobre el saber de los alumnos. ISSN 1870-9095. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 5, No. 2, June 2011
- Buitrago, A; Mejía, N y Barbosa, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. Innovación Educativa, ISSN: 1665-2673 vol. 13, número 63 | septiembre-diciembre, 2013 [pp. 17-40]
- Cabero, J Las necesidades de las TIC en el ámbito educativo: oportunidades, riesgos y necesidades. Universidad de Sevilla. Recuperado de: <http://investigacion.ilce.edu.mx/tyce/45/articulo1.pdf>

- Campaner, G y De Longhi, A. (2007). La argumentación en Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 6, N° 2, 442-456 (2007)
- Cardona Rivas, D. (2008). Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a genética. (Tesis) Centro de Estudios Avanzados en Niñez y Juventud alianza de la Universidad de Manizales y el CINDE.
- Castiblanco, O y Vizcain, D. (2008). El uso de las TICs en la enseñanza de la Física. En: *Revista Colombiana de Física*. Vol. 38. N° 2.
- Cataldi, Z; Lage, F, y Dominighini, C, (2013). Fundamentos para el uso de simuladores en la enseñanza. *Revista de revista de informatica educativa y medios audiovisuales*, volumen (10)17, p.8-16
- Cervantes, A; Rubio, L; Prieto, J. (2015). Una propuesta para el abordaje de la refracción y reflexión total interna utilizando el Geo Gebra. *Revista do Instituto Geo Gebra de São Paulo*, ISSN 2237- 9657, v.4 n.1, pp 18-28, 2015
- Cruz, J, Espinosa, V. (2012). Reflexiones sobre la didáctica en física desde los laboratorios y el uso de las TIC. “*Revista Virtual Universidad Católica del Norte*”. No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia). Recuperado de <http://revistavirtual.ucn.edu.co>.
- Chávez, J y Caicedo, A. (2014). TIC y argumentación: Análisis de tareas propuestas por docentes universitarios. *Estudios pedagógicos*, No 2, pp. 83-100. Universidad Javeriana. Cali.
- Daza, E., Gras-Martí, A; Gras-Velázquez, Á; Guerrero, N; Gurrola, A; Mora, E; Pedraza,... Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación química*, 20(3), 320-329. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2009000300004&lng=es&tlng=es
- Domínguez, E, M. (2009). Las tic como apoyo al desarrollo de los procesos de pensamiento y la construcción activa de conocimientos. *Zona Próxima*. Revista del Instituto de Estudios en Educación Universidad del Norte n° 10 julio, 2009 issn 1657-2416

- Escontrela, R; Stojanovic, L. (2004). La integración de las TIC en la educación: Apuntes para un modelo pedagógico pertinente. *Revista de Pedagogía*, 25(74), 481-502.
- Fëdorov, A (2005). Siglo XXI, la universidad, el pensamiento crítico y el foro virtual. *Revista Iberoamericana de Educación* (ISSN: 1681-5653).
- García Romano, L.; Condat, M. E.; Ocelli, M.; Valeiras, N. (2016). La dimensión argumentativa y tecnológica en la formación de docentes de ciencias. *Educ.*, Bauru, v. 22, n. 4, p. 895-912, 2016
- Gras-Martí, A y Cano, M. (2005). Debates y tutorías como herramientas de aprendizaje para alumnos de ciencias: análisis de la integración curricular de recursos del campus virtual. *Revista enseñanza de las ciencias* 23(2).
- Gil, L, B J. (2003) Pre concepciones y errores conceptuales en Óptica. Propuesta y validación de un modelo de enseñanza basado en la Teoría de la Elaboración de Reigeluth y Stein. Memoria Tesis Doctoral. Universidad: Santiago de Compostela. Danú.
- Guzmán-Cedillo, Y. I., Flores-Macías, R. D. C., y Tirado-Segura, F. (2013). Desarrollo de la competencia argumentativa en foros de discusión en línea: una propuesta constructivista. *Anales de psicología*, 29(3), 907-916
- Jiménez, A, M, P. (2000). Capítulo 7: Modelos Didácticos. Perales, F, J; Cañal, P. (2000) Ed. Cedro. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Marfil Colección Ciencias de la Educación. PP. 165-186 . Universidad de Santiago de Compostela.
- Jiménez, A, M, P. (2010). 10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó, 2010.
- Jiménez, M, P; Gallastegui, J, R; Santa María, F; Puig, B. (2009). Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias. Universidad Santiago de Compostela. Danú.
- Latorre, Antonio. (2005). Investigación acción. Editorial Grao
- Linares, N. (2010). La mediación de las TIC en la enseñanza de los conceptos de ondas y Óptica. Archivo en pdf.

- Márquez, Pere. (2012). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. Revista de investigación. ISSN-e 2254-6529, Vol. 2, N°. 1, 2013. Departamento de Pedagogía Aplicada - Facultad de Educación Universidad Autónoma de Barcelona (UAB).
- Moreno, A. (2006). *ATOMISMO versus ENERGETISMO: Controversia científica a finales del siglo XIX. Historia y Epistemología de las ciencias. Enseñanza de las ciencias*, 2006, 24(3), 411–428. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid
- Mellado, A. (2016). Las representaciones conceptuales del profesor de Ciencias II (énfasis en Física) y su interrelación con la explicación y argumentación en Física. (Tesis de Maestría en Enseñanza de las ciencias). Universidad de ciencias y artes de Chiapas
- Montes, J.A; Ochoa, s. (2006). Apropiación de las Tecnologías de la información y comunicación en cursos Universitarios. *Angrino acta colombiana de psicología* 9(2): 87-100. Pontificia Universidad Javeriana, Cali.
- Murillo, J.A y Martínez, C.A. (2014). Habilidades del pensamiento social: Describir, explicar, interpretar y argumentar en el aula. *Itinerario Educativo*, (64) p.p. 108-125
- Osuna, G, L; Martínez, T, J; Carrascosa, A, J y Verdú, C, R. (2007). Planificando la enseñanza problematizada: el ejemplo de la óptica geométrica en educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 2007, 25(2), 277–294.
- Osuna, G. (2007). Planificación, puesta en práctica y evaluación de la enseñanza problematizada sobre la luz y la visión en la educación secundaria. (Tesis Doctorado). Departamento de didáctica de las ciencias experimentales. Universidad de Valencia España.
- Parra, M. (2010). Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para la Enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico*. Vol. 6, No. 1, 2010
- Pesa, M. (1999). Concepciones y pre concepciones referidas a la formación de imágenes. *Revista de Enseñanza de la Física*, Vol. 12 N° 1, pp 13-46, 1999.
- Pesa, M; Colombo, L; Bravo. (1995). Formas de razonamientos asociadas a los sistemas pre conceptuales sobre naturaleza y propagación de la luz: resultados de una

- experiencia piloto. Instituto de física. Universidad nacional de Tucumán Argentina. Cad.cat.ens.fis., v.12, n.1: p.7-16, abr.1995.
- Pontes, Pedrajas, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 2 (1), 2-18
- Pontes Pedrajas, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Segunda parte: aspectos metodológicos. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 2(3), 330-343
- Posada, J. L. (2015). La argumentación y su rol en el aprendizaje de la ciencia. Revista Tesis Psicológica 10(1), 146-160.
- Pozo, J, y Gómez, M.A. (2006). Aprender y enseñar ciencias: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Morata.
- Pujalte, A; Santamaría; Bravo, y Meinardi (2010). Una unidad didáctica centrada en la comprensión de la percepción de la luz y la visión. Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza Vol. 3 No5 ISSN 2027-1034. Segundo semestre de 2010, Bogotá, Colombia, pp 192- 206.
- Ramírez, D. C. (2015). Propuesta didáctica para la enseñanza de la óptica geométrica usando conceptos de geometría elemental. (Tesis Maestría). Universidad Nacional. Bogotá Colombia
- Ruiz, F. (2012). Caracterización y evolución de los modelos de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias en la educación primaria. (Tesis Doctoral). Universidad autónoma de Barcelona
- Ruiz, F; Tamayo, O y Márquez, C. (2013). La enseñanza de la argumentación en ciencias: un proceso que requiere cambios en las concepciones epistemológicas, conceptuales, didácticas y en la estructura argumentativa de los docentes”. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. 9(1) pp. 29-52. Manizales: Universidad de Caldas.
- Sampieri, R; Fernández, Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación. Cuarta edición. McGraw-Hill Interamericana México.

- Sánchez, J., Castaño, O; y Tamayo, O. (2015). La argumentación metacognitiva en el aula de ciencias. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 13 (2), pp. 1153-1168
- Sánchez; Gonzales y García, A. (2013). La Argumentación en la Enseñanza de las Ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*. No 1, V (9), pp.11-28. Manizales: Universidad de Caldas.
- Sanmartí, N. (2000). Capítulo 10: El diseño de unidades didácticas. Perales, F, J; Cañal, P. (2000) Ed. Cedro. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Marfil Colección Ciencias de la Educación. PP. 239-265. Universidad Autónoma de Barcelona
- Santos, G; Otero, M, R; Otero; Fanaro, M. (2000). ¿Cómo usar software de simulación en clases de física?. Departamento de Formación Docente Facultad de Ciencias Exactas Universidad Nacional del Centro Buenos Aires Argentina. *Cad.Cat.Ens. Fís.*, v. 17, n. 1: p. 50-66, abr. 2000.
- Sarda, J, Puig, S. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 18(3), pp. 405-422
- Serrano, J y Prendes, M.P. (2012). La enseñanza y el aprendizaje de la física y el trabajo colaborativo con el uso de las TIC. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa. Relatec*. 11(1), pp. 95-107. Web: <http://campusvirtual.unex.es/revistas>.
- Serway, R y Faughn, J. (2004). *Fundamentos de Física*. Vol. 1. Sexta edición. México. Editorial Thomson Learning
- Solve, J; Ruiz, J y Furio, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales* • n. 63 • p. 65-75 • enero 2010.
- Sierra, J.L. (2004). Estudio de la influencia de un entorno de simulación por ordenador en el aprendizaje por investigación de la Física en Bachillerato, Tesis Doctoral, Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada, Granada-España.

- Tamayo, O. E. (2006). La metacognición en los modelos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Artículo resultado de la investigación: El aula multimodal y la formación y evolución de los conceptos científicos a partir de la incorporación de las nuevas tecnologías de información y comunicación. Ministerio de Educación Nacional. Universidad Pedagógica Nacional.
- Tamayo, O; Vasco C y otros (2010). Capítulo cinco: Diseño y análisis de unidades didácticas desde una perspectiva multimodal: La clase Multimodal y la formación y evolución de Conceptos científicos a través del uso de Tecnologías de la información y la comunicación. pp. 103-134.
- Tamayo, O, (2011). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. Hallazgos. 9 (17). Bogotá, pp. 211-233.
- Tamayo, O, (2014). Pensamiento crítico dominio-específico en la didácticas de la ciencias. Julio - Diciembre de 2014 / ISSN 0121- 3814 pp. 25 – 45.
- Vásquez, C. (2009). Laboratorios virtuales. Revista Digital, volumen 20, pp. 1-11
- Wilson, J. (1996). Física, segunda edición. Editorial: Prentice Hall. Hispanoamericana, S.A.

8 ANEXOS

Anexo A. Unidad Didáctica

Momento	Objetivo	Actividades	Propósito (de la actividad).	Descripción de las actividades	Tiempo
Ubicación	Indagar los niveles argumentativos y los modelos explicativos iniciales en torno a los fenómenos básicos del concepto de luz	Actividad 1: Análisis y comparación de imágenes sobre fenómenos ópticos	Evidenciar los niveles argumentativos de los estudiantes e Identificar y clasificar los modelos explicativos respecto a los fenómenos básicos del concepto de luz.	Partiendo del análisis y comparación de imágenes, los estudiantes responden preguntas abiertas argumentando su apreciación. Ver: anexo 3	1hora de 55 minutos
		Actividad 2. Lectura: ¿Cómo funcionan los cristales de las salas de reconocimiento en la policía?	Argumentar con justificaciones frente a ciertos interrogantes, relacionados con la situación planteada	Los estudiantes realizan lectura comprensiva y responden preguntas que exigen diferentes niveles de argumentación. Ver: anexo 4	1hora de 55 minutos
Desubicación	Conocer las teorías sobre la naturaleza de la luz para argumentar adecuadamente al respecto	Actividad 3. Debate de aula “Naturaleza de la Luz” A través del link:	Desarrollar los niveles argumentativos	Explicación con ejemplo de los elementos presentes en la argumentación. (ver anexo 5) Se da a conocer cuáles son los parámetros en la realización de un	2 horas de 55 minutos cada una

				debate.(Explicación de la maestra) Los estudiantes se fundamentan a través del video y la lectura, con los link propuestos, Debate estructurado y dirigido. (Ver anexo 6)	
	Identificar características especiales del movimiento de la luz y argumentar en torno a ellas.	Actividad 4: Lectura-foro virtual “Invisibilidad de la luz” tomada de: http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/Luz/Luz01.htm	Propiciar espacios virtuales, para desarrollar niveles argumentativos	Después de la lectura, los estudiantes deben asumir una postura para participa en el debate virtual a través de Facebook. Actividad estructurada. (Ver anexo 7)	Horario extra clase
	Comprender la formación de imágenes en espejos cóncavos y convexos; tanto en forma geométrica como con el simulador	Actividad 5 Explicación formación de imágenes en espejos esféricos; contrastación con el simulador Simulador tomado de: http://www.educaplus.org/luz/espejo2.html	Presentar a los estudiantes los conceptos de reflexión en los diferentes espejos	La docente usa el simulador de espejos y explica los fundamentos de la óptica geométrica en la formación de imágenes en espejos; con ejemplos y aplicaciones de la cotidianidad. (Ver anexo 8)	3 horas de clase de 55 minutos cada una
	Comprender los principios de la refracción de la luz, mediante el uso	Actividad 6.Exploración, uso y comparación simulador virtual de	Desarrollar los niveles argumentativos	Exploración, identificación y uso del simulador. A partir de los resultados se responden preguntas que llevan a la comprensión y a la	2 horas de 55 minutos cada una

	simulador, argumentando en pro de los resultados.	refracción; dado en: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html		argumentación sobre la refracción de la luz. (Ver anexo 9)	
	Fortalecer el trabajo en equipo, para la toma de decisiones y la puesta en común.	Actividad 7:Video-foro: Óptica con "lentes de agua" a través del link https://www.youtube.com/watch?v=uDKHKwKTvc0	Desarrollar habilidades argumentativas mediante el trabajo en equipo	A partir del video en grupo de tres estudiantes se responden preguntas argumentativamente, y se socializan. Ver anexo 10	2 horas de clase de 55 minutos cada una
	Dar explicación sobre la forma de obtener imágenes en lentes, mediante el trazo de rayos notables	Que los estudiantes comprendan la formación de imágenes en lentes, las categoricen y las relacionen con fenómenos cotidianos	Presentar a los estudiantes los conceptos básicos de refracción en las diferentes lentes	La docente usa una presentación en power point y explica los fundamentos de la óptica geométrica en la formación de imágenes lentes; con ejemplos y aplicaciones de la cotidianidad	4 horas de clase de 55 minutos cada una
	Determinar gráfica y visualmente con los simuladores, la imagen de un objeto frente a una lente; argumentando en pro de los	Actividad 8: Imágenes en lentes mediante proceso; geométrico, y con el uso de simulador. Simuladores a través del link: https://phet.colorado.edu	Que el estudiante valore la utilidad de los simuladores, como herramientas mediadoras para fortalecer conceptos sobre fenómenos de la luz, que le permitan argumentar	Uso del simulador de lentes para contrastar, la teoría con la práctica virtual, y argumentar frente a ciertos interrogantes. (Ver anexo 11)	2 horas de clase de 55 minutos cada una

	resultados.	du/es/simulation/legacy/geometric-optics http://www.educaplus.org/luz/lente2.html	coherentemente.		
Reenfoque	Contrastar el desarrollo de los niveles argumentativos y el aprendizaje de los fenómenos básicos de la luz con los resultados finales.	Se retoma actividades Pre- test	Evidenciar los niveles argumentativos finales de los estudiantes después de la aplicación de la UD y los modelos explicativos finales, en torno a los fenómenos básicos del concepto de luz.	(Ver: anexo 3 y 4)	1hora de 55 minutos

Anexo B. Consentimiento informado



CONSENTIMIENTO INFORMADO PADRES O ACUDIENTES DE ESTUDIANTES

Yo _____

Mayor de edad y representante legal del estudiante

De _____ años de edad, he sido informado acerca de la participación en el proyecto de investigación titulado **"APORTE DE LAS TIC COMO MEDIACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS Y LOS MODELOS EXPLICATIVOS SOBRE LOS FENÓMENOS BÁSICOS ASOCIADOS AL CONCEPTO DE LUZ"**. Luego de haber sido informados sobre las condiciones de la participación de mi hijo(a) en el proyecto, entiendo que:

- La participación de mi hijo(a) no tendrá repercusiones o consecuencias en sus actividades escolares, evaluaciones o calificaciones en el curso.
- La participación de mi hijo(a) no generará ningún gasto, ni recibiremos remuneración alguna por su participación.
- No habrá ninguna sanción para mi hijo(a) en caso de que no autoricemos su participación.
- La identidad de mi hijo(a) no será publicada y las imágenes, sonidos y demás, obtenidos durante la aplicación del proyecto se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia de la práctica educativa del docente.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados, y de forma consciente y voluntaria

☐ DOY EL CONSENTIMIENTO. ☐ NO DOY EL CONSENTIMIENTO.

Para la participación de mi hijo(a) en el proyecto de investigación nombrado anteriormente, en las instalaciones de la Institución Educativa Municipal Ciudad de Pasto.

FIRMA REPRESENTANTE LEGAL DEL ESTUDIANTE

Anexo C. Instrumento de Indagación de Ideas Previas No 1



Instrumento de indagación de ideas previas N° 1

Ciencias naturales – Física Nombre: _____ Grado: _____

Le solicito por favor diligenciar la totalidad del cuestionario, explique lo que usted crea que sucede sobre el fenómeno indagado.

Por favor escriba con letra legible. Muchas gracias por su colaboración.

1. Observe detenidamente las siguientes imágenes:



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

2. Describa lo que considera que sucede en cada imagen. Explique lo que usted crea.

Figura 1	Figura 2	Figura 3	Figura 4

--	--	--	--

Figura 5	Figura 6	Figura 7	Figura 8

3. Retomando las imágenes I3 e I4 previamente analizadas, responda las preguntas y argumente sus respuestas:

Por favor escriba con letra legible. Muchas gracias por su colaboración.

3.1¿Existe algo que sea común en los fenómenos mostrados para que se obtengan las imágenes? ¿Qué?, Explique de la mejor manera posible lo que usted crea

3.2. Explique ¿cómo y porque cree que se forma esa imagen?:

Fig 3: _____

Fig 4: _____

3.3. Explique ¿qué cree que ocurriría con la imagen si la persona se acerca?

Fig 3: _____



Fig. 3



Fig. 4

Fig 4: _____

3.4. ¿Sería posible lograr que se forme una imagen derecha? ¿Cómo? explique
Fig 3: _____

Fig 4: _____

3.5. Explique argumentando qué cree que ocurriría con la imagen si el lugar estuviera
completamente oscuro

Fig 3: _____

Fig 4: _____

Anexo D. Instrumento de indagación de Ideas Previas No. 2



Instrumento de indagación de ideas previas N°2 Ciencias naturales - Física

Nombre: _____ **Grado:** _____

Estimado estudiante este instrumento no tiene como objetivo evaluar sus conocimientos sobre el tema, sino identificar las fortalezas y necesidades para lograr aprendizajes profundos sobre algunos fenómenos físicos.

Le solicito por favor diligenciar la totalidad del cuestionario, si en algún punto considera que desconoce la respuesta explique lo que usted crea que sucede sobre la situación planteada.

Por favor escriba con letra legible. Muchas gracias por su colaboración.

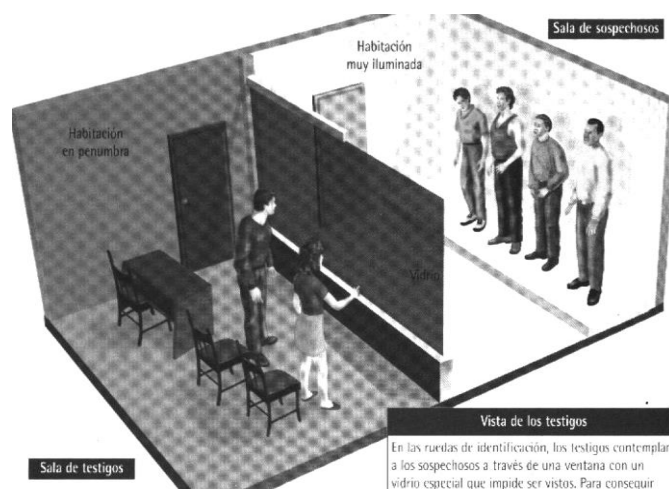
I. Comprensión de Lectura. Lee con atención la siguiente situación

¿Cómo funcionan los cristales de las salas de reconocimiento en la policía?

En las salas de reconocimiento de los sospechosos, los testigos los pueden ver a través de un “espejo” sin ser vistos. En realidad, no se trata de un espejo, sino de un vidrio reflectante con una capacidad de transmisión luminosa muy baja. Esto significa que refleja la mayor parte de la luz que incide sobre la superficie; solo deja pasar el 8% de la radiación luminosa. Para que el vidrio adquiriera esta propiedad física, los fabricantes insertan en su estructura láminas metálicas con espesor milimétrico, mediante técnicas de vacío.

El efecto de espejo de estos cristales se consigue de una manera sencilla: dando una mayor iluminación a la sala en la que se hallan los supuestos delincuentes respecto a la habitación desde donde miran los testigos, que han de estar en penumbra. También se puede emplear un cristal que tenga un alto poder de reflexión luminosa en la superficie que da a la sala de los sospechosos. (La figura muestra un esquema de la sala de reconocimiento de una comisaría)

(Adaptado de muy interesante, año 2005, No 18).



III. Plantee y Argumente Hipótesis:

1. Si los sospechosos miran al frente de la sala de reconocimiento, ¿Qué observan?

¿Por qué? _____

2. Supongamos que accidentalmente uno de los policías que se encuentra en la sala de testigos, enciende la luz, ¿Qué observarían los testigos en ese momento?

¿Qué observarían los sospechosos en ese momento?

Explique: _____

_____3.

Supongamos que se quema el bombillo donde se encuentran los sospechosos. ¿Qué observarían los sospechosos en ese momento?, _____

¿Qué observarían los testigos en ese momento?

Explique: _____

Anexo E. Ejemplo de un Texto Argumentativo.

a) El tiempo de conservación de los alimentos esterilizados es de varios meses *b)* porque con esta técnica se eliminan casi todos los microorganismos, *c)* ya que se calienta a temperaturas muy elevadas durante pocos minutos. *d)* Por lo tanto, anulamos la posibilidad de que el alimento se pudra y se eche a perder; *e)* pero con este método se pueden destruir parte de las vitaminas y modificar los azúcares y las proteínas. *f)* Otras técnicas de conservación que también modifican las características sensoriales y nutritivas de los alimentos, en cambio, necesitan un tiempo muy largo de preparación, como, por ejemplo, el salado de los jamones. *g)* En conclusión, la esterilización es una buena técnica para conservar los alimentos durante mucho tiempo, que cuesta poco de preparar, ya que no varía sus características, que tiene muy buena salida al mercado, y *h)* que gracias a ella podemos beber leche, por ejemplo, sin tener que ir a buscarla a la lechería cada día.

Tomado de: Sarda y Sanmartí (2000. p. 411)

Anexo F. Actividad 3 Debate.



Actividad 3: Debate

En el siglo XVII, coincidiendo con el periodo de establecimiento de la física clásica, se inició de forma expresa el debate sobre la naturaleza de la luz. Interesa precisar la naturaleza de la radiación luminosa, saber cuál de los dos modelos de propagación de la energía que concibe la física (mediante partículas y mediante ondas) ocurre en la luz. El intento de aclarar este extremo ha sido uno de los grandes retos históricos de la ciencia y el debate acerca de la naturaleza de la luz se extiende desde la antigüedad hasta nuestros días.

1. Dado lo anterior ¿cuáles serían las afirmaciones más valiosas que aportaría en la aceptación de una de las teorías planteadas?

Consideramos una bombilla tradicional, una cerilla y una estrella. Son tres ejemplos de fuentes de luz propia y, al analizar su comportamiento, se observa que tienen en común el hecho de que en todas ellas ocurre un proceso que determina la energía lumínica y otras formas de energía.

A la vista de estos ejemplos planteamos el concepto de que **la luz es energía que se genera en un foco o fuente luminosa**, donde tiene lugar un proceso que puede ser físico, químico, nuclear, etc.

Por otra parte, al reflexionar sobre el hecho de que cualquiera de estos focos de luz (por ejemplo, la estrella) puede ser visto simultáneamente por muchas personas situadas en diferentes lugares, entendemos que **la luz se propaga en línea recta en todas las direcciones**. De acuerdo a las teorías de la dualidad (onda y corpúsculo)

2 ¿cómo se podría explicar o simular este fenómeno? ¿Se podría afirmar que la luz siempre viaja en línea recta?

Anexo G. Lectura y foro virtual: “Invisibilidad de la luz”



Actividad 4. Lectura y foro virtual: “Invisibilidad de la luz”

Estimado estudiante esta actividad tiene como propósitos;

- * fomentar la habilidad argumentativa en escenarios virtuales.
- * Identificar características especiales del movimiento de la luz y argumentar en torno de ellas.

Le solicito por favor seguir la secuencia planteada y hacer las correspondientes participaciones virtuales a través del grupo creado para tal fin. Muchas gracias por su colaboración.

Ingresa a la siguiente dirección virtual y realizar una lectura comprensiva:

<http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/Luz/Luz01.htm>

Partiendo de la lectura, se debe asumir una postura en torno a la siguiente afirmación:

“La luz no se ve, es decir es invisible, puesto que realmente sé ven son las fuentes que la emiten (primarias o secundarias) y ello nos permite visualizar las trayectorias de los rayos luminosos”.

Participar en el foro virtual a través del grupo creado en Facebook y responder:

1. ¿Está o no de acuerdo con lo que se afirma?, explique ¿Por qué?
2. ¿Cuáles serían sus argumentos en pro o en contra de esa afirmación?

Ingresa al link:

<http://pendientedemigracion.ucm.es/info/gioq/fenopt/imagenes/espadalaser/index.htm>.

(Siga los enlaces).

3. Debe explicar si el ingreso a esta dirección le permitió reforzar su postura o le invito a modificarla; argumente su respuesta.

4. ¿Qué concepto sobre la luz fortaleció con el ingreso al link y los enlaces? ¿Por qué? Explicar.

Anexo H. Trazo de Rayos notables en espejos esféricos



Actividad 5.

Estimado estudiante esta actividad tiene como propósitos:

- * comprender la formación de imágenes y su naturaleza en espejos cóncavos y convexos
- * Contrastar la imagen de un objeto frente a un espejo esférico dado por el simulador y mediante el trazo de rayos notables, y relacionar esos principios con situaciones cotidianas.

Los estudiantes después de la explicación dada por la maestra respecto de la obtención de imágenes mediante rayos notables y del uso del simulador de espejos dado por el link:

<http://www.educaplust.org/luz/espejo2.html>, responden:

1. ¿Cuáles son las posibilidades que ofrece este simulador en cuanto a las diferentes clases de imágenes dadas en espejos? Justifique su respuesta.
2. Mediante el trazo de rayos notables, determinar geoméricamente la imagen de un objeto ubicado respecto del espejo en las siguientes posiciones:
 - a. ente el foco y el centro de curvatura
 - b. En el foco
 - c. en el centro de curvatura
 - d. Entre el centro de curvatura y el infinito
3. Contraste los resultados obtenidos en el punto anterior con los obtenidos con el simulador dando las mismas condiciones en la posición del objeto. Argumente semejanzas y diferencias en los resultados obtenidos y escriba una conclusión general de esa comparación.
Teniendo en cuenta las características de las imágenes ofrecidas por los diferentes espejos; responda con argumentos valiosos las siguientes preguntas en cada situación planteada:

4. Se dice que la luz blanca refleja todos los colores del espectro visible, y también se sabe que un espejo tiene la propiedad de reflejar casi toda la luz que incide sobre él; entonces
- ¿porque no podemos mirar nuestro reflejo en una hoja blanca pero si en el espejo.
 - ¿Si no incidiera luz sobre la hoja de papel o sobre el espejo podríamos observar algo? explicar:

Anexo I. Refracción de la luz- Uso del simulador.



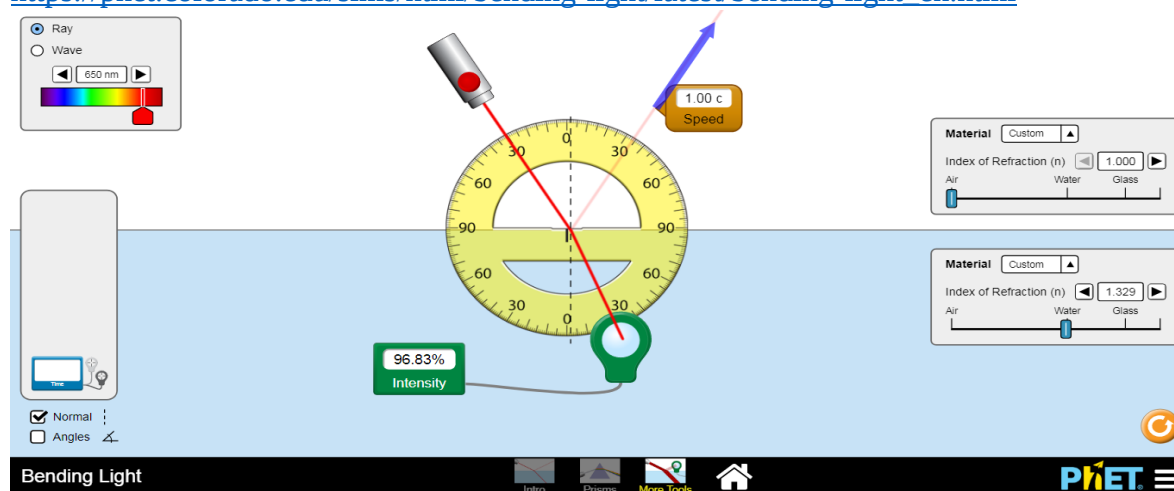
ACTIVIDAD 6

Estimado estudiante esta actividad tiene como propósitos:

*Comprender los principios de la refracción de la luz, mediante el uso del simulador, argumentando sobre los resultados obtenidos.

Exploración, identificación y uso del simulador de refracción; dado en:

https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html



Los estudiantes mediante la explicación dirigida de la maestra, usan el simulador para Identificar la refracción como el fenómeno donde la luz cambia de medio de propagación. Lo hacen como representación de luz por medio de rayo luminoso. En el proceso usando el simulador, responden:

1. ¿Qué sucede con la dirección del rayo incidente de luz cuando pasa del aire al agua? Explique lo observado y justifique en función del índice de refracción.
2. Tome el transportador y determine un ángulo de incidencia de 30 grados, mida el ángulo de refracción obtenido dentro del agua. Ahora aumente 10 grado al ángulo de incidencia y determine ¿cuál es el cambio en el ángulo de refracción? Continúe realizando cambios (mínimo tres valores mas) y mida los correspondientes ángulos de refracción. ¿Qué conclusión obtiene con estos valores? Explique argumentando su respuesta. ¿Se puede decir que el aumento cumple una relación proporcional? Explique justificando su respuesta.
3. Ahora realice la acciones anteriores pero cambiando el medio de refracción de la luz por ejemplo del aire al vidrio; compare los datos obtenido con los del punto anterior. Concluya y explique argumentando en función del índice de refracción.
4. Tome los diferentes instrumentos que ofrece el simulador y determine en cada situación la medida de: la intensidad de energía de los rayos obtenidos y la velocidad de la luz en cada medio. Compare, concluya y explique.
5. Plantee una hipótesis de lo que sucederá en el punto 2 si se cambia los medios de incidencia y de refracción, de tal manera que el rayo se propague de un medio de mayor índice de refracción a otro menor índice; por ejemplo: del vidrio al aire.
6. Use el simulador como forma de corroborar y validar sus hipótesis, y compare los resultados obtenidos con los obtenidos en el punto 2, identificando diferencias. Explique argumentando el porqué de esas diferencias.
7. Ahora sobrepase el ángulo crítico, observe detenidamente, concluya y explique argumentando: ¿cómo y porque se presenta la reflexión interna total de la luz?, si es necesario realice un dibujo ilustrativo.
8. En la próxima clase debe participar activamente, argumentando el uso de las fibras ópticas para el bienestar y comodidad del ser humano.

Anexo J. Video- debate, Óptica con "lentes de agua"



Actividad 7: Video- debate, Óptica con "lentes de agua"

Estimado estudiante esta actividad tiene como propósito:

* Fortalecer el trabajo en equipo, para la toma de decisiones y la puesta en común.
Proyección del video a través del link:

<https://www.youtube.com/watch?v=uDKHKwKTvc0>

Finalizando la proyección del video los estudiantes forman un equipo de tres integrantes, para discutir y dar respuesta a las preguntas planteadas (se debe dar gran importancia al debate dentro de cada grupo). Los estudiantes acuerdan las respuestas y las plasma en papel bond a manera de cartelera. Se nombra un vocero quien socializa las respuestas ante sus compañeros y maestra.

1. ¿Cuál de las experiencias mostradas en el video les pareció más impactante y porque? Descríbanla
2. ¿Qué explicación física le darían a la experiencia seleccionada por ustedes?
3. Si desearan reproducir la experiencia ¿cómo lo harían? ¿que utilizarían?
4. Si se pide mejorar esa experiencia ¿Qué cambios realizarían y porque?
5. ¿Qué ejemplos de la cotidianidad darían que relacione el mismo fenómeno seleccionado por ustedes? Realice esquemas ilustrativos y explicativos

Socialización.

Anexo K. Imágenes en lentes convergentes- Uso del simulador



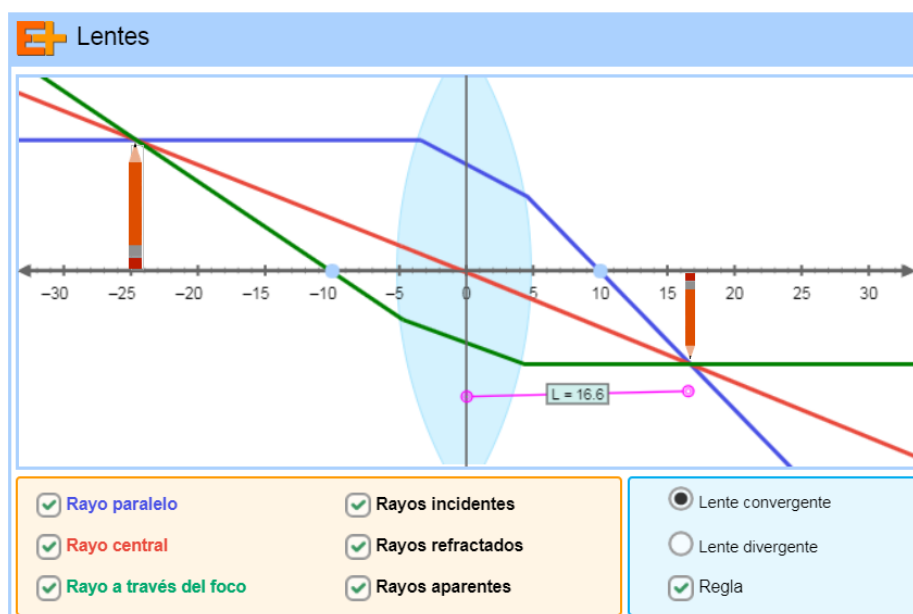
Actividad 8.

Estimado estudiante esta actividad tiene como propósitos:

- * comprender la formación de imágenes y su naturaleza en lentes convergentes y divergentes
- * Contrastar la imagen de un objeto frente a una lente obtenida a través del simulador, y la obtenida mediante el trazo de rayos notables (método geométrico); relacionando estos principios con la formación de imagen en el ojo.

Los estudiantes después la inspección minuciosa del simulador de refracción en lentes dado por el link: <http://www.educaplanet.org/luz/lente2.html>, realizan:

Dada la imagen correspondiente al simulador utilizado, responder:



1. ¿Cuáles son las posibilidades que ofrece este simulador en cuanto a las diferentes clases de imágenes dadas en lentes? Justifique su respuesta.
2. Argumente en torno a la naturaleza, posición, tamaño de la imagen obtenida por el simulador en el instante mostrado en la figura.
3. En el simulador conserve las condiciones de posición del objeto y cambie a una lente divergente, analice la imagen y haga la correspondiente explicación del resultado obtenido. Explique la clase de imagen que se obtuvo y las diferencias con la obtenida mediante la lente convergente.
4. En hojas de papel ministro y mediante el trazo de rayos notables, determinar geoméricamente la imagen de un objeto ubicado en las siguientes posiciones respecto de una lente convergente:
 - a. ante el foco y el centro óptico
 - b. En el foco
 - c. dos veces el foco
 - d. Entre dos veces el foco y el infinito
5. En el simulador logre las condiciones pedidas en el punto anterior y haga una contrastación con lo obtenido virtualmente de lo que se obtuvo mediante trazos geométricos (rayos notables). Justifique semejanzas y diferencias en los resultados obtenidos y escriba una conclusión general de esa comparación.
6. Haga el punto 4 y 5 para lente divergente. Justifique semejanza y diferencias del proceso virtual y del proceso geométrico.
7. Del simulador dado a través del link: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/geometric-optics>, plantear una descripción, explicación respecto del uso que ofrece este simulador, donde especifique la utilidad del mismo al hacer diferentes modificaciones como por ejemplo : radio de curvatura, índice de refracción diámetro; también busque la relación de lo obtenido con la ecuación del constructor de lentes, en cuanto a las dioptrías, ejemplificando la formación de imagen en el ojo.

Anexo L. Encuesta estructurada. Uso de la Tecnología



Encuesta

Nombre: _____ **grado 11.** _____

Estimado estudiante este instrumento tiene como objetivo recoger las percepciones que tiene usted sobre el uso de la tecnología y el trabajo en equipo que se debe fundamentar en el aula de clase para fortalecer el proceso argumentativo en el área de Física. Le solicito por favor diligenciar la totalidad del cuestionario, explique lo que usted piense y argumente el porqué.

¿Por favor escriba con letra legible. Muchas gracias por su colaboración

1. ¿Considera útil el uso de herramientas virtuales como videos, simuladores, entre otros; para el aprendizaje de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz?
Si _____ No _____ medianamente _____ ¿Por qué?

2. ¿Cree que fue apropiado la aplicación de actividades mediadas por herramientas virtuales para fortalecer los procesos argumentativos en torno de los fenómenos básicos de la luz?
Si _____ No _____ medianamente _____. ¿Por qué?

3. ¿Cree que es importante la realización de actividades como foros, debates; porque permiten el desarrollo de la participación y estimulan el criterio propio?
Si _____ No _____ medianamente. _____ ¿Por qué?

4. ¿La metodología utilizada al comparar los resultados obtenidos mediante la óptica geométrica con los resultados obtenidos mediante los simuladores, facilito la apropiación de los conceptos relacionados con los fenómenos básicos de la luz?

Si_____ No_____ medianamente. ¿Por qué?

5. ¿Considera que las actividades de grupo o equipo son importantes, porque permiten generan actitudes hacia la participación, el debate y la puesta en común?
Si_____ No_____ medianamente_____ ¿Por qué?
