

MODELANDO ANDO CON LOS NIÑOS DE QUINTO GRADO: EL ARCOÍRIS

PRESENTADO POR: ANA MARÍA GALARZA LEÓN

LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN: LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DESDE LOS
ENFOQUES DIDÁCTICOS

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ D.C.
2021

MODELANDO ANDO CON LOS NIÑOS DE QUINTO GRADO: EL ARCOÍRIS

ANA MARÍA GALARZA LEÓN

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN FÍSICA

ASESORADO POR: SANDRA MILENA FORERO DÍAZ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ D.C.
2021

Agradecimientos

A mi Mamá Sandra Patricia León, quien ha sido el motor que me mueve a diario, quien ha dado todo por mí, la persona que más me ha enseñado y de la que más he aprendido a lo largo de mi vida, ha hecho de mí quien que soy ahora. Quiero agradecerle su paciencia, su amor, su apoyo y palabras de aliento en todo momento, por acompañarme en cada paso y luchar junto a mí para cumplir cada meta y sueño que me he propuesto.

A mi papá Ruben Galarza, mis hermanos Luisa Fernanda y Daniel Felipe, quienes me han apoyado y han creído incondicionalmente en mí, también me han ayudado a mejorar muchos aspectos personales. Al resto de mi familia, quienes con su amor me a reconfortado en momentos difíciles y ha celebrado conmigo momentos especiales en mi vida.

A mi profe Sandra Forero por su dedicación y paciencia, porque ha orientado gran parte de mi proceso académico y me ha enseñado a ser mejor cada día, con sus consejos y su apoyo. Gracias a su acompañamiento, logro cumplir una de mis metas.

A mis amigos Cindy, Juan Manuel, Michael y Santiago que me han acompañado y orientado con su conocimiento, con quienes he compartido risas, palabras de aliento y consejos. quienes me han brindado muchos momentos de alegría con su amistad a lo largo de mi tiempo en la universidad.

A mi novio Nelson David por su compañía, paciencia y consejos en los momentos difíciles, por su apoyo en las decisiones que tomo cada día, por su amor incondicional y acompañamiento durante este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	4
OBJETIVOS	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos	6
JUSTIFICACIÓN	6
ANTECEDENTES	8
CAPITULO II	12
MARCO REFERENCIAL	12
CAPITULO III	37
METODOLOGÍA	37
Tipo de investigación	37
Descripción de la comunidad	38
Descripción de la población del pilotaje	39
CAPITULO IV	39
ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA	39
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXO 1	62
ANEXO 3	74
ANEXO 4	77
ANEXO 5	86

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ciclo de modelización	23
Ilustración 2. Rayo de luz que cambia de medio y se refracta.	26
Ilustración 3. Rayo de luz que cambia de medio y se refleja.	27
Ilustración 4. Rayo de luz incidiendo en una gota de agua a 180°	30
Ilustración 5. Refracción de un rayo de luz en una gota de agua.	32
Ilustración 6. Rayo de luz incidiendo en una gota de agua a 42°	33
Ilustración 7. Dispersión cromática de acuerdo con la incidencia de los rayos de la luz solar.	34
Ilustración 8. Imagen real.	35
Ilustración 9. Imagen virtual.	36
Ilustración 10. Ciclo de modelización, actividad 1.	48

Ilustración 11. Ciclo de modelización, actividad 2.....	49
Ilustración 12. Ciclo de modelización, actividad 3.....	51
Ilustración 13. Ciclo de modelización, actividad 4.....	53
Ilustración 14. Ciclo de modelización, actividad 5.....	54
Ilustración 15. Ciclo de modelización, actividad 6.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla acepciones de la modelización.....	15
Tabla 2. Análisis de la revisión de investigaciones sobre modelización.....	21

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado tiene su origen en la primera práctica pedagógica, desarrollada en la Institución Educativa Distrital Miguel Antonio Caro en la jornada mañana en el curso 501, práctica en la cual se llevó a cabo un proceso de observación sistemática, que fue plasmada en el diario de campo, recurso académico empleado para llevar registro reflexivo sobre el desarrollo del proceso de enseñanza y el reconocimiento de los factores que influyen en el aprendizaje de las ciencias, con el fin de hacer de este ejercicio un acercamiento a la problematización del que hacer docente.

Es así como en esta práctica, se identifica en el desarrollo de una actividad relacionada con la medición del tiempo a partir de la sombra que se proyecta, la cual tuvo como espacio de trabajo el patio de la IED, como los estudiantes fueron sorprendidos por la presencia del arcoíris, lo que suscito en una serie de inquietudes, tales como: ¿por qué observamos el arcoíris? y ¿por qué estamos viendo el arcoíris sino estaba lloviendo? A partir de los observado y las preguntas de los niños, la maestra en formación y autora de este ejercicio de investigación monográfica se cuestiona y reflexiona frente a como a partir de las preguntas de los niños referidas al fenómeno del arcoíris, se diseña una propuesta de enseñanza a partir de la modelización del fenómeno.

Es así como se plantea el objetivo general del trabajo de grado, el cual consiste en diseñar una estrategia de enseñanza en base a la modelización que permita abordar el fenómeno del arcoíris, tomando como referente las preguntas de los niños de grado quinto de primaria del colegio Miguel Antonio Caro y el uso de recursos sencillos para el desarrollo de actividades experimentales, con el propósito de acercar a los niños a situaciones que favorecen el planteamiento de hipótesis, para desde allí promover la elaboración de los modelos explicativos.

Las consideraciones de la problemática trabajada, su justificación, los desarrollos conceptuales, la metodología de investigación, la propuesta de enseñanza y las conclusiones, serán presentadas a lo largo de tres capítulos. En el primer capítulo se ubica la descripción del planteamiento problema, problematizándose la situación desde dos lugares en particular: la enseñanza que no genero un escenario que facilitará la inclusión de las preguntas de los niños a la actividad que se estaba desarrollando y las preguntas hechas por los niños asociadas al fenómeno óptico del arcoíris, estos aspectos orientaron la formulación de la pregunta problema. También se presentan los objetivos, la

metodología, el tipo de investigación, la descripción de la comunidad, la justificación y los trabajos de investigación que anteceden a este trabajo de grado.

En el segundo capítulo, se desarrolla el marco referencial a propósito del planteamiento de problema y de acuerdo con lo propuesto por el MEN en los estándares básicos de competencias, en los cuales se identificaron los objetivos a alcanzar para los grados cuarto y quinto, desarrollados en la sección “me aproximo al conocimiento como científico-a natural”, que están relacionados con las preocupaciones que dieron origen al presente trabajo de grado. De igual manera, se desarrolla lo relacionado a la modelización desde la perspectiva de identificar la manera de estructurar la propuesta de enseñanza, de tal manera que la explicación del fenómeno se desarrollará de manera estructurada y coherente. Es así como a partir del estudio de qué es y que implica la modelización, no se encontró un consenso frente a la interpretación de la modelización en la enseñanza de las ciencias, sin embargo, gracias a la revisión de investigaciones referidas a la modelización, se ha encontrado el trabajo de Oliva (2019) titulado:

“Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias”, en el cual se presentan por los menos cinco grandes tendencias o acepciones que, a modo de resumen, se sintetizan en la tabla 1. Estas tendencias no son necesariamente incompatibles sino complementarias. (p.16)

De manera complementaria, se realizó la revisión y análisis de algunos trabajos desarrollados desde la modelización, con el fin de identificar aspectos esenciales que permitiera comprender mejor las tendencias identificadas por Oliva (2019) y así lograr posicionar la propuesta que se presenta como uno de los productos de este trabajo monográfico.

De acuerdo con la identificación y clasificación, se reconoce que este trabajo de grado se centra en la modelización como enfoque didáctico, considerado como un enfoque educativo global, puesto que articula un conjunto de decisiones tomadas por el profesor para generar una evolución de los modelos en los que participan los estudiantes, debido a que implican la decisión de los contenidos a enseñar y el orden en que se enseñan.

De otra parte, dada la naturaleza del ejercicio investigativo, se consideró importante el afianzamiento del conocimiento acerca del fenómeno por parte de la maestra en formación, con el fin de identificar el marco referencial a tener en cuenta para la consolidación del modelo explicativo, lo cual en principio se hace de orden teórico, a partir de los desarrollos en un campo específico de la óptica geométrica, para desde allí

dar explicación a las preguntas realizadas por los estudiantes, desde un contexto particular y general, en ese sentido es fundamental entender que el comportamiento de la luz, dado que esta comprensión permite posteriormente dar explicación a por qué se da el fenómeno del arcoíris y por qué lo podemos observar, para ello es indispensable abordar el Principio de Fermat, la ley de Snell de refracción y reflexión, la formación de imágenes virtuales y reales y la explicación de la formación del arcoíris.

En el tercer capítulo, se expone la construcción de la estrategia de enseñanza basada en la modelización, el cual se comprende como un proceso de construcción de modelos interactivos que permiten reproducir o imitar un fenómeno, para aproximar a una mejor comprensión del fenómeno dentro de la realidad en la que el estudiante se encuentra inmerso. Dado que la modelización busca establecer conexiones entre las observaciones realizadas por los niños, y los desarrollos teóricos realizados por los científicos, y a partir de las dinámicas propias de los tiempos de pandemia, se diseñan un documento orientador para profesores y unas guías para los estudiantes, siguiendo el ciclo de modelización, es así como en ellas se logran plantear los esquemas que describen una secuencia de enseñanza y aprendizaje.

Es importante mencionar, que tanto el documento orientador como las guías fueron piloteadas y ajustadas de acuerdo con los hallazgos obtenidos. En términos generales, en el documento orientador se describen el objetivo y los momentos de la estrategia, cada fase comprende la necesidad de la actividad, la actividad, las preguntas orientadoras, el momento de socialización, actividad complementaria y el promover el modelo desarrollado por los estudiantes a el siguiente momento de la estrategia, siguiendo como referente el ciclo de modelización. Por otro lado, las guías de los estudiantes están comprendidas por los materiales para la actividad, una breve orientación para el desarrollo de la actividad y las preguntas orientadoras.

Consideramos importante, mencionar que dada la coyuntura por la que está pasando el mundo debido a la pandemia, las instituciones públicas y privadas de educación básica primaria en Colombia se han visto obligadas a cambiar las metodologías educativas, pues ahora las actividades académicas se llevan de forma virtual o con presencialidad en la modalidad de alternancia, lo cual implica aforos reducidos. De igual manera, es de consideración el alto índice de deserción que se viene presentando, relacionada a los niveles socioeconómicos de las familias, de lo cual no ha sido ajena la IED Miguel Antonio Caro. Lo anterior implicó la imposibilidad de llevar al aula la propuesta que se presenta en este trabajo de grado, dado que, por la organización de la

institución educativa, las sesiones sincrónicas son mínimas, lo cual imposibilitó la implementación de la propuesta de enseñanza.

CAPÍTULO I PROBLEMÁTICA

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Durante el momento de inmersión en la primera práctica pedagógica en la IED Miguel Antonio Caro en la jornada Mañana en el curso 501, se llevó a cabo un proceso de observación durante el acompañamiento que se realizó dos días a la semana en las áreas de ciencias naturales, matemáticas y tecnología, en este escenario se logró identificar que los niños expresan diferentes incógnitas frente a temáticas referidas a la óptica. Los niños mostraron un enfático interés por conocer las razones por las cuales ocurre el fenómeno del arcoíris, pues cuando se encontraban en el patio de la institución educativa desarrollando una actividad para el área de tecnología, que implicaba la enseñanza de la noción de tiempo a partir de la medición de las horas del día con respecto a la posición del sol y la sombra que se proyectaba, actividad que sin duda alguna permite que los niños establezcan concepciones físicas sobre los fenómenos de la naturaleza.

Sin embargo, este acercamiento terminó dejando más inquietudes que respuestas, dado que las preguntas producto del observar el arcoíris en el horizonte, tales como: ¿por qué observamos el arcoíris?, ¿por qué estamos viendo el arcoíris sino estaba lloviendo? Lamentablemente no fueron resueltas ni inmediatamente ni en el transcurso del semestre, debido a que no estaban relacionadas a la actividad que se había propuesto y se estaba desarrollando, ni mucho menos estaban contempladas en la proyección del desarrollo del curso. Pero independientemente de estas razones consideramos que es necesario reconocer la importancia de la pregunta en los niños.

En consecuencia, de este evento y a partir del ejercicio reflexivo llevado a cabo a través del diario de campo, se consideró interesante problematizar la situación observada desde dos lugares en particular: por un lado, el ejercicio de enseñanza que no generó un escenario que facilitara la inclusión de las preguntas de los niños a la actividad que se estaba desarrollando y, por otro lado, las preguntas hechas por los niños asociadas al fenómeno óptico del arcoíris.

Durante la segunda práctica pedagógica se propuso abordar el fenómeno y explicarlo por medio de una estrategia didáctica, lo cual se planteó en la propuesta de proyecto de grado, en donde también se expuso la importancia y pertinencia de abordar la temática sobre la formación del arcoíris desde el diseño de la estrategia orientada para ser trabajada con niños de grado quinto de primaria.

No obstante, cuando estaba por comenzar el tercer semestre de práctica a comienzos del año 2020, debido a la pandemia que se viene desarrollando a nivel mundial y las condiciones de aislamiento como método de prevención para evitar contraer y propagar el virus, se generaron varios cambios de gran impacto a nivel nacional, uno de los cambios repercutió en el ámbito educativo, debido a que las instituciones debían cerrar sus instalaciones y seguir los procesos de enseñanza y aprendizaje por medio de la virtualidad, por lo que la práctica pedagógica entonces al igual que la labor del maestro, debió ser replanteada e implementada por medio de plataformas y medios tecnológicos, para continuar con el proceso de enseñanza y aprendizaje. Lastimosamente no se contemplaron las condiciones sociales y económicas de los estudiantes de las instituciones públicas, quienes en su gran mayoría carecen de equipos y medios para acceder a la nueva realidad educativa: la educación virtual.

Este nuevo escenario, implicó un análisis crítico que puso en evidencia la necesidad de replantear el alcance de la propuesta a llevar al aula, siendo así que se plantea el diseño de una propuesta de enseñanza del fenómeno del arcoíris para niños de grado quinto, la cual se esperaba se implemente cuando finalice la época de pandemia.

Dado lo anterior, y a partir de las observaciones que se realizaron en la primera práctica y el desarrollo de la práctica pedagógica en tiempos de pandemia, y sin dejar de lado la importancia que reviste la enseñanza de la física en los niveles de educación primaria, se plantea siguiente pregunta problema:

¿Cómo diseñar una estrategia de enseñanza en base a la modelización del fenómeno del arcoíris para niños de grado quinto de primaria?

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar una estrategia de enseñanza en base a la modelización que permita abordar el fenómeno del arcoíris a partir de las preguntas de los niños de grado quinto de primaria del IED Miguel Antonio Caro.

Objetivos Específicos

- Realizar un estudio teórico que permita afianzar los conocimientos de la maestra en formación frente al proceso de modelización del arcoíris.
- Identificar y seleccionar experimentos que permitan la elaboración de hipótesis y el abordaje de los conceptos que están asociados a la explicación del fenómeno del arcoíris, para involucrarlos en el diseño de la estrategia de enseñanza.
- Establecer los momentos de enseñanza que propicien los procesos del ciclo de modelización.

JUSTIFICACIÓN

Los niños utilizan sus sentidos como medio para percibir, reconocer y recolectar información de lo que ocurre en su entorno, cuestionan las causas y características de los fenómenos y posteriormente generan hipótesis que les permiten responder las preguntas que se han planteado. Es de gran importancia abordar las preguntas de los niños, “tanto es así, que muchos filósofos de la ciencia, con pensamientos tan dispares como Kuhn (2001), Feyerabend (1986) o Popper (1985), coinciden en colocar las preguntas como las principales cuestiones que hacen avanzar la ciencia y el conocimiento humano en general” (Candelas,2011, p.4).

De esta forma, podemos decir que las preguntas que los niños se plantean desde temprana edad son parte de las diferentes herramientas que les permiten construir una imagen del mundo al que pertenecen, puesto que las respuestas a dichas preguntas se reestructuran y organizan generando nuevo conocimiento.

Las preguntas son una de las formas que los niños de menor edad tienen para participar en los entornos que les rodean. A través de las preguntas comienzan conversaciones con los adultos, reclamando su atención, u obtienen información

para ir construyendo sus opiniones propias y poder ofrecerlas a otras personas. Mediante las preguntas los niños interactúan con los adultos y con sus iguales, siendo una importante herramienta para la relación y la participación en la sociedad. (Candelas, 2011.p3)

Pero a medida que los niños crecen la cantidad de preguntas que realizan va disminuyendo. Sin embargo, a lo largo de la vida del ser humano las preguntas no acaban, cada día surgen nuevas inquietudes frente a diferentes situaciones. Varios autores se han interesado por el estudio del impacto de las preguntas en el ámbito educativo. En el caso de Candelas (2011) nos dice que:

Debemos recordar que las preguntas son importantes, y cómo tal debemos tratarlas. Es curioso cómo se ha instalado en la cultura popular el adjetivo “preguntón”, como algo negativo. El niño considerado, “bueno”, es aquel que no pregunta, que pasa desapercibido, cuando en realidad, los niños al preguntar están manifestando un hambre de conocimiento que es del todo positivo. (p. 115)

Si bien, en muchas ocasiones no tenemos respuesta a las preguntas de los niños debemos tener cuidado con las respuestas que ofrecemos, tanto en el contenido, como en la forma en las que las damos o también podemos postergarlas para otro momento, pero no debemos olvidarlas o dejarlas pasar, debemos tratarlas ya que las preguntas son importantes para el desarrollo infantil y cómo tal debemos tratarlas. Se considera que la mejor forma de responder las preguntas de los niños es orientando el proceso de construcción de sus propias respuestas, ya que de esa forma se responden las preguntas planteadas y también se van generando nuevas preguntas que fomentan la curiosidad y fortalecen su proceso de aprendizaje. (Candelas, 2011)

Puesto que las preguntas que fueron expuestas por los niños no obtuvieron respuesta ya que no estaban relacionadas con la actividad que se había propuesto, se consideró importante problematizar la situación que fue plasmada en el diario de campo, instrumento empleado para llevar un registro reflexivo sobre el desarrollo del proceso de enseñanza en las aulas, así como para reconocer desde el ejercicio de observación los factores que influyen en el proceso de aprendizaje de las ciencias, con el fin de hacer de este ejercicio un acercamiento a la problematización del ejercicio docente. En este caso podemos evidenciar que la maestra desde su ejercicio de enseñanza paso como desapercibidas las preguntas de los niños debido a que no establece una relación que

permita utilizar las preguntas como medio para el abordaje de nuevas temáticas, relacionadas a las ciencias.

Dado lo anterior, es fundamental el uso de metodologías de enseñanza que hagan de las preguntas de los niños, la posibilidad de abordaje de los conceptos de las ciencias de manera contextualizada. Es así, que con el fin abordar la explicación del fenómeno, a partir de las preguntas planteadas por los niños se realiza un estudio que permita enseñar a los estudiantes de quinto grado, por qué ocurre el fenómeno del arcoíris en el cielo sino estaba lloviendo, mediante el diseño de una estrategia de enseñanza a partir de la modelización del fenómeno.

Teniendo en consideración a Aragón, Jiménez, Oliva., Aragón-Méndez citando a Halloun, Gilbert, Boulter, Rutherford, Harrisson, Treagust, Izquierdo, Adúriz, Ducci, Oetken, Acevedo, García, Aragón y Oliva quienes afirman que: “los modelos desempeñan un papel central tanto en la ciencia como en la educación científica, constituyendo mediadores entre el mundo observable y las teorías” (p.3). De esta manera explicar la formación del arcoíris en el cielo cuando no está lloviendo y de la misma forma hace partícipes a los niños de este tipo de metodologías, proporcionan elementos para la formación o consolidación de nociones que les permitan una comprensión sobre el mundo en el que están inmersos, así como razonar, organizar y regular su conocimiento.

Es así como abordar conceptos físicos en la educación básica, resulta pertinente, porque establece explicaciones que estructuran o reestructuran nociones de los fenómenos físicos, también permite establecer los primeros pasos, que favorezcan abordajes con un mayor grado de profundidad en niveles posteriores. De otro lado, se puede afirmar que realizar este tipo de ejercicios investigativos en el nivel de formación de pregrado, resulta relevante porque: le permite al maestro en formación reflexionar sobre sus propios conocimientos sobre la física escolar y lo aproximan de forma rigurosa a la enseñanza de un concepto en particular.

ANTECEDENTES

Una vez realizada la revisión de 88 trabajos de grado que se encuentran en el repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional referidos al campo de la óptica, se logra identificar una tendencia hacia el estudio de la óptica geométrica relacionada a los fenómenos de reflexión y refracción de los rayos de luz, la formación de imágenes, el

funcionamiento del ojo humano y los defectos refractivos. En ese sentido al no identificarse una línea de trabajo que se preocupe por la enseñanza del fenómeno del arcoíris, el presente trabajo busca aportar en ella.

En relación con la problemática de cómo abordar la explicación física sobre el fenómeno del arcoíris a partir de las preguntas de los niños, se analizaron algunos trabajos de investigación, desarrollados en la Universidade Federal do ABC, São Paulo, Brasil y la Universidad Autónoma de México desde los cuales se reconocieron diferentes problemáticas relacionadas con la enseñanza de los fenómenos ópticos presentes en la formación del arcoíris, problemáticas que surgen a partir de la revisión de libros de texto, donde las teorías son expuestas con muy poca profundidad y omitiendo varios conceptos que están a la base del fenómeno del arcoíris. Estas investigaciones se configuran como antecedentes en la medida que enseñan de forma cuantitativa y cualitativa el fenómeno del arcoíris a partir de las preguntas planteadas por las estudiantes referidas a la forma, composición y orden de los colores.

El trabajo de investigación titulado: “Óptica del Arco Iris” de Callegari & Aparecido (2017), surge a partir de la indagación del contenido de los libros que son utilizados y recomendados para el estudio de la óptica básica, en donde se abordan en un par de líneas con poca profundidad las temáticas de dispersión cromática, reflexión y refracción de la luz. La investigación tiene como objetivo desarrollar una explicación cualitativa y cuantitativa, a partir de la ley de Snell de la refracción y nociones básicas de geometría, así como, características bien conocidas del arco iris, como el orden de los colores, la forma de arco y la formación del arco iris secundario para estudiantes de grados 10°, 11° o cursos universitarios. De este trabajo se destacan las consideraciones geométricas simples, evidenciándose la dependencia del tamaño del arco con la posición del sol y la necesidad de la ley de la Snell de la refracción, de igual manera, se evidencia que son explicadas las características principales del arcoíris de forma ordenada, sencilla y comprensible, respondiendo a muchas de las preguntas que surgen frente al fenómeno del arcoíris. Siendo esto un gran aporte para el desarrollo de la presente investigación.

El trabajo titulado: “*Experimentos simples para comprender una tierra complicada*” realizado en la Universidad Autónoma de México (2011), con la intención de cumplir los objetivos de aprendizaje, referidos a la resolución de preguntas que los niños plantean acerca de fenómenos que ocurren en la vida cotidiana, por medio de experimentos de descomposición de la luz que resuelvan las interrogantes que se plantean en un principio como lo son: ¿de qué está hecho?; ¿por qué es un arco circular?, y ¿por

qué tiene colores?. Esta investigación aporta al presente trabajo en la medida que la explicación del fenómeno del arcoíris está dirigida a niños y se basa en explicar el comportamiento de la luz y la formación del arcoíris por medio de algunos experimentos que buscan aproximar a los niños a conceptos físicos que les permitan construir una explicación a las preguntas que fueron planteadas y dieron origen a la investigación.

También se realiza un análisis del trabajo titulado: “*Teoría del arcoíris*” de Nussenzveig (2010), que inicia con la pregunta “¿Por qué aparece en el cielo esos bellos arcos coloreados cuando las gotas de agua difunden la luz del sol? La respuesta a esta difícil pregunta ha puesto en contribución todos los recursos de la física matemática”. Aporta a la presente investigación debido a que recopila y amplía de forma disciplinar la interpretación de las teorías que lograran describir de forma cualitativa y cuantitativa el fenómeno del arcoíris, toman las características de la luz que se han estudiado como el comportamiento ondulatorio y corpuscular, explicando el fenómeno desde la teoría de Snell, la ley de reflexión y refracción ocupándose de la parte geométrica que explica la forma en la que ocurre el arcoíris, la forma de arco y la formación del segundo arcoíris.

La revisión de estas investigaciones permitió identificar como a partir de la ley de Snell se logra explicar el comportamiento del rayo de luz que cambia de medio y como la actividad experimental es una importante herramienta para la enseñanza de las ciencias. Resulta fundamental mencionar que dada la revisión de los antecedentes el presente trabajo de investigación se desarrolló orientado a la explicación del fenómeno del arcoíris por medio de la explicación de la ley de Snell, de refracción y reflexión; la formación de imágenes y la propuesta de enseñanza a partir de la modelización, que expone una serie de actividades experimentales y preguntas orientadoras que pretenden aproximar y hacer partícipes a los niños de la construcción de conceptos y explicación a sus preguntas. Se logra evidenciar que el trabajo desarrollado aporta significativamente en esta línea de trabajo, tanto en el campo de la modelización y en campo de la enseñanza.

Si bien en el marco referencial se presenta un análisis de varias investigaciones relacionadas con la modelización, para el caso de los antecedentes, debido a la intencionalidad de este trabajo se han identificado dos trabajos de modelización en educación primaria, que posteriormente se presentarán en el marco referencial un cuadro, producto de una revisión y análisis de varios trabajos de investigación orientados desde la modalización que busca enmarcar cada trabajo de acuerdo con las características de las diferentes acepciones de la modalización. Entonces a continuación, se presentan los trabajos de modalización desarrollados en educación primaria.

“El proceso de modelización en la enseñanza y el aprendizaje de las funciones vitales con estudiantes de quinto grado” de Mena (2017), es un trabajo de investigación que propone analizar la evolución de los modelos estudiantiles de los estudiantes de quinto grado de primaria de la Institución Educativa Santo Cristo de Zaragoza, debido a que identificaron dificultades para comprender las funciones vitales como una red compleja de relaciones que permiten explicar la vida. De este trabajo se destacan las consideraciones que la autora tiene en cuenta para el diseño y desarrollo de la estrategia, como la importancia de tener en cuenta los modelos iniciales de los estudiantes para que desde esos modelos se construyan nuevos modelos o se estructuren modelos que estén más próximos a la comprensión disciplinar del fenómeno, también la relación que establece entre los modelos disciplinar, inicial, curricular, de arribo y modelo logrado. Todas referidas a la importancia de utilizar la modelización que busca la comprensión de los aspectos similares entre lo que los estudiantes conocen y los nuevos conceptos que se trabajarán

El trabajo de investigación titulado: “Modelización científica escolar para explorar el sistema circulatorio en Educación Infantil” de Villaseñor & Ramos (2020), tiene como objetivo: “analizar a través de la interacción en el aula los procesos de modelización científica desarrollados en un grupo de estudiantes de Educación Infantil durante una secuencia didáctica relacionada con el modelo de ser vivo focalizando en el sistema circulatorio”. Esta investigación aporta al presente trabajo en la medida que se manifiesta que las experiencias sensoriales resultan ser una forma directa de acercar a los niños a las ciencias, pues las actividades donde los estudiantes utilizan sus sentidos, los pone contacto directo con el fenómeno y ayudan a la construcción de descripciones empíricas y teóricas referidas al fenómeno.

Resulta fundamental mencionar que, en la revisión que se realizó en el repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional, no se identifican trabajos referidos a este campo de modelización. Por tanto, el presente trabajo de grado aporta a este campo de investigación, particularmente al orientado a la modelización como enfoque didáctico, pues articular un conjunto de decisiones tomadas por el profesor para generar evolución en lo modelos construidos por los estudiantes referidos a el fenómeno del arcoíris. También el trabajo aporta en la medida que se construyeron documentos orientadores que se estructuran de acuerdo con las decisiones de la profesora en formación de acuerdo con el pilotaje realizado.

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

Partiendo de la problemática esbozada y de acuerdo con los estándares básicos de competencias del Ministerio de Educación Nacional - MEN, que son criterios públicos tomados como referencia para que se ofrezca la misma educación en las instituciones escolares, urbanas o rurales, privadas o públicas de todo el país, criterios que posibilitan reconocer lo que los estudiantes deben aprender de forma gradual e integrada en el transcurso de los distintos niveles escolares, y son regulados en un conjunto de grados, de la siguiente forma: de primero a tercero, de cuarto a quinto, de sexto a séptimo, de octavo a noveno y de décimo a undécimo. Dichos criterios están articulados de acuerdo con áreas de conocimiento específico, en este caso para el área de las ciencias naturales y ciencias sociales, orientados en una secuencia de complejidad creciente, lo que es pertinente para que los estudiantes puedan aplicar lo que aprenden, para solucionar problemas nuevos en situaciones cotidianas.

En los estándares que el MEN plantea para el currículo de ciencias, se identifican tres enfoques: el entorno de lo vivo, el entorno físico y ciencia, tecnología y sociedad. De igual manera, se encuentra la propuesta de acercar a los niños de grado primero a tercero de primaria, a los fenómenos asociados a la luz; lo cual en principio parece indicar que estos desarrollos no se dan en la población objeto de observación, y por tanto la experiencia lo que mostro es la necesidad de ajustar las problemáticas a trabajar con los niños, para que por un lado ellas guarden relación con las propuestas del MEN y por otro lado con las inquietudes propias de los entornos.

De igual forma, se identificó que los objetivos a alcanzar para los grados cuarto y quinto, desarrollados en la sección “me aproximo al conocimiento como científico-a natural”, están relacionadas con las preocupaciones que dieron origen al presente trabajo de grado, así como con la propuesta de enseñanza que se propone. A saber, los objetivos planteados por el MEN son:

- Observo el mundo en el que vivo
- Formulo preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas.
- Propongo explicaciones provisionales para responder mis preguntas.

- Identifico condiciones que influyen en los resultados de una experiencia y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).
- Diseño y realizo experimentos modificando una sola variable para dar respuesta a preguntas
- Selecciono la información que me permite responder a mis preguntas y determino si es suficiente.
- Saco conclusiones de mis experimentos, aunque no obtenga los resultados esperados.
- Propongo respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otras personas.
- Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas.

Las apuestas planteadas desde los estándares, el panorama mostrado a partir de la problemática observada y los hallazgos dados desde la investigación en el ámbito educativo, donde se han creado modelos que buscan promover el desarrollo de una comprensión más coherente, flexible y principalmente crítica de los estudiantes (Rosária,2006). Se considera, que una forma de enseñar conceptos a los estudiantes referentes a un objeto o acontecimiento es diseñando modelos¹, los cuales permiten una regulación y evaluación del conocimiento que se adquiere por medio de diferentes métodos, para el caso de la enseñanza de las ciencias se plantean modelos que logren explicar y predecir fenómenos; particularmente el campo de las ciencias se caracteriza por modelación de representaciones, estrategia que busca una mejor comprensión del fenómeno que se estudia.

Inicialmente haciendo representaciones del fenómeno en el nivel macroscópico, producidas a partir de las mismas condiciones en la que es producido el fenómeno, que puede ser visto y manipulado. A su vez la construcción de modelos para explicar las observaciones hechas y apoyar explicaciones de nivel submicroscópico, permite obtener explicaciones sobre lo que ocurre en términos de átomos, moléculas u otras partículas, y finalmente la representación del fenómeno en el nivel simbólico promueve el uso de códigos de representación adecuados. Es así como en la enseñanza de las ciencias se encuentran de manera consustancial los tres niveles de representación: macroscópico, submicroscópico y simbólico. (Rosária,2006).

¹ Representación concreta de alguna cosa.

La enseñanza de la ciencia por medio de modelos o la modelización² tal como lo plantean Aragón, L., Jiménez-Tenorio, N., Oliva-Martínez, J. M., y Aragón-Méndez, M. M. (2018), se caracteriza por tres puntos principales que plantean criterios de caracterización de propuestas de enseñanza desde métodos de modelación científica:

1. El modelo desempeña un papel mediador entre el mundo observable y la teoría, en el ámbito científico y en la educación científica.
2. La modelización en ciencias hace parte de una actividad de razonamiento frente a el conocimiento, la cual requiere una variedad de capacidades que abarcan aspectos como la cognición y la metacognición.
3. La obtención de esta aptitud de manera progresiva como el que sugieren Justa y Gilbert (2002), según una secuencia de complejidad creciente:
 - a) Aprender modelos.
 - b) Aplicar los modelos aprendidos.
 - c) Revisar los modelos aprendidos.
 - d) Participar en la reconstrucción de modelos.
 - e) Idear modelos nuevos.

En este punto es oportuno mencionar que, en el marco de la modelización, no es fácil encontrar un consenso frente a la interpretación de la modelización en la enseñanza de las ciencias, pero gracias a la revisión de investigaciones referidas a la modelización, se encuentra que Oliva (2019) en el artículo:

“Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias” afirma que: Concretamente, hemos encontrado al menos cinco grandes tendencias o acepciones que, a modo de resumen, se sintetizan en la tabla 1. Estas tendencias no son necesariamente incompatibles sino complementarias (p.16).

² El proceso de aprendizaje que acompaña la construcción, aplicación, revisión y modificarlo de modelos

Acepciones	Características
1. La modelización como progresión de modelos	Como oportunidad de encontrar sentido global a los conocimientos que aprenden los estudiantes, y de avanzar paulatinamente hacia una comprensión más ajustada de la realidad.
2. La modelización como práctica científica	Como actividad de inmersión de los estudiantes en el aula en prácticas científicas auténticas que impliquen la construcción, uso y revisión de modelos.
3. La modelización como competencia	Como una de las dimensiones de la competencia científica, que integra capacidades, valores y actividad metacognitiva que requieren los procesos de construcción, uso y revisión de modelos.
4. La modelización en su dimensión instrumental	Como manejo, por parte de los estudiantes, de recursos didácticos dirigidos a construir modelos y trabajar con ellos: analogías, experimentos mentales, simulaciones, animaciones, personificaciones, etc.
5. La modelización como enfoque didáctico	Como estrategia de enseñanza que articula el conjunto de decisiones que adopta el profesor para promover una evolución en los modelos de los estudiantes. Por tanto, con criterios concretos orientados al diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 1. Tabla acepciones de la modelización.

Tomada de: *Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias.* Oliva M. (2019)

De acuerdo con lo presentado por Oliva (2019), se realizó la revisión y análisis de algunos trabajos en los cuales la modelización se aborda desde alguna o algunas de estas acepciones. A continuación, se presentan en la tabla 2, a manera de síntesis algunas de las investigaciones que fueron analizadas, dado que la revisión que se realizó es más amplia, la otra parte de la tabla se encuentra en el anexo 1. Esta exploración aportó en la caracterización de los aspectos a tener en cuenta para el diseño del documento orientador y las guías que se proponen.

ACEPCIÓN	AUTOR	TÍTULO	DESARROLLOS	RESULTADOS
La modelización como enfoque didáctico.	Mena Aura	El proceso de modelización en la enseñanza y el aprendizaje de las funciones vitales con estudiantes de quinto grado de primaria.	El trabajo de investigación propone analizar la evolución de los modelos estudiantiles de los estudiantes de quinto grado de primaria de la Institución Educativa Santo Cristo de Zaragoza, debido a que identificaron dificultades para comprender las funciones vitales	Los resultados que se interpretaron a partir del concepto de Modelo Científico ONEPSI reflejaban la evolución de los Modelos Estudiantiles iniciales, ya que posterior a la implementación de la estrategia de enseñanza y aprendizaje, las respuestas que construían los estudiantes utilizaban modelos complejos pues a nivel ontológico incorporaron en sus

			<p>como una red compleja de relaciones que permiten explicar la vida.</p> <p>En el documento se expone el marco referencial con enfoque epistemológico de la modelización en dos partes. La primera, se relaciona con el Modelo científico ONEPSI (Ontológico, Epistemológico y Psicológico) (Gutiérrez, 2014), Modelo Estudiantil inicial (MCi), el Modelo Científico Escolar de Arribo (MCEA), Modelo Curricular (MC), el Modelo Disciplinar (MD) y Modelo Científico Estudiantil Logrado.</p> <p>La segunda hace referencia al diseño de la secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) y demandas de aprendizaje. El criterio para validar la SEA fue el de observar la proximidad entre el MCEL y el MCEA. De igual forma se tiene en cuenta el Modelo Estudiantil inicial (MEi), para identificar las demandas de aprendizaje y observar la evolución de este</p>	<p>explicaciones la existencia de células y a nivel epistemológico reconocieron las funciones vitales de los seres vivos: nutrición, relación y reproducción.</p> <p>Entonces, se concluye que se alcanza un Modelo Científico Escolar Logrado MCEL y que es muy próximo al Modelo Científico Escolar de Arribo, lo que significa que la estrategia de aprendizaje si responde al proceso de modelización.</p> <p>Sin embargo, aunque los alumnos logran una explicación próxima al modelo científico el lenguaje utilizado por el alumnado requiere más apoyo para ser refinado, debido a que desde las demandas de aprendizaje se evidencia la necesidad del proceso continuo de verbalización para que los estudiantes se apropien del uso correcto del lenguaje social científico en el entorno escolar. Finalmente se determinó la validez de la secuencia de enseñanza para conseguir las metas de aprendizaje propuestas inicialmente y le dio legitimidad para proponer su aplicación a otros grupos de alumnos en condiciones similares a las de los casos estudiados.</p>
--	--	--	--	---

			<p>hacia un Modelo Científico Escolar de Arribo (MCEA), enfocado a la enseñanza de las funciones vitales usando la lombriz de tierra.</p>	
<p>Modelización en su dimensión instrumental.</p>	<p>Jiménez Ruth, Delgado Luis, Castillo Francisco & Baños Isabell</p>	<p>Contexto, indagación y modelización para movilizar explicaciones del alumnado de secundaria.</p>	<p>El documento busca inicialmente conectar la investigación con la práctica docente, ya que no se ve una conexión directa, entonces a partir de una problemática (muerte de peces y algas por deshidratación) y su solución (desaladoras) se plantea el objetivo de investigación relacionado con el diseño de una secuencia de actividades de indagación y modelización a través del uso de una simulación de ósmosis para construir explicaciones del fenómeno.</p> <p>para lograr este objetivo la investigación se desarrolló de dos maneras, la primera a través del análisis del diseño de una secuencia de actividades, fundamentadas primeramente desde el enfoque de enseñanza por indagación y posteriormente en el uso de simulaciones</p>	<p>Las imágenes de células vegetales implosionadas y explosionadas han sido cruciales para dotar de credibilidad a la simulación y, lejos de producir malinterpretaciones, pues han servido para que los estudiantes afiancen su conocimiento frente a las causas de la rápida mortandad de peces y lechugas de mar por vertido de salmuera de la desaladora (por deshidratación) o lo transfirieran al derretimiento de icebergs en la mortandad de los peces de Islandia (por hiperhidratación). Pues gracias a las simulaciones y a la exposición de la problemática a nivel microscópico los estudiantes lograron codificar su modelo explicativo inicial a un modelo explicativo que se ajusta más a el modelo científico explicativo.</p> <p>A manera de conclusión también se expresa que, como todo proceso de diseño, la secuencia puede mejorarse gracias a los resultados obtenidos, ya que la secuencia se centró en dos</p>

			<p>(modelización instrumental) la segunda manera a través de la evaluación de la efectividad de la secuencia para promover las ideas iniciales de los estudiantes y ayudar a construir un modelo explicativo y predictivo.</p>	<p>actividades se pueden proponer a futuro más actividades para la construcción del modelo explicativo y de cómo la simulación contribuye a la revisión de sus modelos iniciales. Pues al incorporar más actividades permitirá comparar las explicaciones iniciales con las posteriores a la observación de las lechugas en diferentes medios acuosos (salino, grifo y destilada).</p>
<p>La modelización como practica científica.</p>	<p>Villaseñor Vanessa & Ramos Lizette</p>	<p>Modelización científica escolar para explorar el sistema circulatorio en Educación Infantil.</p>	<p>Después de una revisión bibliográfica se identifica que la modelización científica escolar ha sido implementada para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales. Sin embargo, dicha revisión revela que la implementación de modelos se da en diferentes niveles educativos, pero muy poco en el nivel infantil. Entonces la investigación tiene como objetivo “analizar a través de la interacción en el aula los procesos de modelización científica desarrollados en un grupo de estudiantes de Educación Infantil durante una secuencia didáctica relacionada con el modelo de ser vivo focalizando en el</p>	<p>Se logro identificar en la investigación y se expresan a manera de conclusión que Si bien las autoras plantean a lo largo de su documento que busca aportar desde la modelización como progresión de modelos, la modelización como practica científica y la modelización como enfoque didáctico.</p> <p>Realmente lo que se identifica partir del proceso desarrollado y los resultados obtenidos es que su trabajo se corresponde con la acepción de modelización como practica científica.</p> <p>Debido a que se concluye que las experiencias sensoriales resultan ser una forma directa de acercar a los niños a las ciencias, trabajar con los alumnos de educación infantil en actividades donde al</p>

			<p>sistema circulatorio”. Para cumplir el objetivo fue necesario identificar los procesos de modelización científica que permitieran abordar algunos aspectos del modelo de sistema circulatorio, posteriormente fueron clasificados como niveles explicativos secuenciados de forma coherente y evolutiva de los significados de acuerdo con el orden del fenómeno.</p> <p>Se orientan una serie de actividades experimentales y sensoriales, donde los estudiantes a partir de las preguntas orientadoras planteadas en la estrategia debían comparar, generar hipótesis a partir de su experiencia y plasmar sus ideas referentes a sus reflexiones.</p>	<p>utilizar sus sentidos estaban en contacto directo con el fenómeno ayudaron a la construcción de descripciones empíricas y teóricas referidas al fenómeno. También durante el desarrollo y revisión de los modelos construidos por los estudiantes se reconoce la relación entre el mundo físico, los estudiantes y el conocimiento científico.</p>
<p>La modelización como progresión de modelos.</p>	<p>Gastón Pérez, Alma Gómez & Leonardo González</p>	<p>Enseñanza de la evolución: fundamentos para el diseño de una propuesta didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos.</p>	<p>El trabajo surge del estudio de los problemas que se generan a la hora de comprender los modelos de la biología evolutiva, encontrando los obstáculos epistemológicos y las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia que poseen los estudiantes. Debido a esto fue necesario</p>	<p>De acuerdo con la construcción de la propuesta a didáctica para la enseñanza de los modelos de evolución por selección natural y de especiación alopátrica fundamentada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. Se pone en evidencia lo que a partir de la interacción entre los</p>

			<p>generar una propuesta didáctica para la enseñanza de los modelos de evolución por selección natural y de especiación alopátrica. El objetivo principal es: “comunicar los fundamentos para la construcción de una propuesta didáctica desde los marcos teóricos de los obstáculos epistemológicos, la metacognición y la modelización”.</p> <p>El marco teórico del documento se basó en los obstáculos epistemológicos, los autores los describen como formas de razonar que surgen de las diferentes ideas alternas que tienen los estudiantes y que influyen en la resistencia al aprendizaje y en los razonamientos científicos, son clasificados en las dos categorías más representativas: El obstáculo teleológico y El obstáculo esencialista. A continuación, se presentan los fundamentos de la metacognición y finalmente el fundamento de la modelización. Con el marco teórico finalizado se muestra la secuencia didáctica orientada hacia la construcción</p>	<p>tres marcos genera potencialidades como:</p> <p>Contribuye a favorecer el aprendizaje de los modelos científicos.</p> <p>Contribuye a la construcción de una imagen de ciencia más acorde con lo que está consensuado actualmente por la comunidad de epistemólogos de la ciencia.</p> <p>Permite respetar las subjetividades de los sujetos en tanto que los diferentes modelos de partida sirven a la construcción de modelos más complejos.</p> <p>Permite la reflexión constante sobre las propias formas de razonar y sobre los modos en que se construyen modelos en el aula.</p> <p>Habilita espacios de regulación de los propios aprendizajes y de los aprendizajes de los otros.</p> <p>Finalmente, los autores también afirman en las consideraciones finales que la propuesta ha sido aplicada y actualmente se están analizando los datos. Cabe aclarar que al realizar el análisis frente a los fundamentos presentados se han generado nuevas preguntas en relación con la investigación en la didáctica de</p>
--	--	--	---	---

			<p>de dos modelos: el modelo de evolución por selección natural y el modelo de especiación alopátrica, que cuenta con 21 actividades encaminadas a la enseñanza y aprendizaje. La propuesta fue dirigida a alumnos de entre catorce y dieciséis años. Tuvo una duración de aproximadamente tres meses, con 120 minutos semanales de clases. Se muestra en una Tabla de las actividades planteadas y posteriormente unas páginas dirigidas a explicar sus particularidades, ejemplificar con algunas actividades y explicitar un posible modo de interrelación entre la modelización, los obstáculos y la metacognición.</p>	<p>la biología evolutiva y los procesos de modelización y metacognición sobre los obstáculos epistemológicos.</p>
--	--	--	---	---

Tabla 2. Análisis de la revisión de investigaciones sobre modelización

Autoría propia

La caracterización de las acepciones, brindó la posibilidad de identificar que la propuesta de enseñanza que se ha diseñado y piloteado, está orientada por la modelización como enfoque didáctico, entendiéndose este como un enfoque educativo global, puesto que articula un conjunto de decisiones tomadas por el profesor para generar una evolución de los modelos en los que participan los estudiantes, debido a que implican la decisión de los contenidos a enseñar y el orden en que se enseñan, lo que genera que los modelos conceptuales se interpreten como ideas abstractas que se organizan de forma que se logren comprender los fenómenos del mundo, así como también implica que la modelización como practica científica, la cual se entiende como un proceso de investigación en el aula, donde se interpreta el trabajo que se realizan los estudiantes en ese contexto de forma

reflexiva y desde un papel orientador por parte del docente, donde se generan escenarios para el aprendizaje apropiados, para el diseño de secuencias de actividades didácticas, para los ciclos de aprendizaje y los procesos de acuerdo a la modelización.

A manera de síntesis, y recurriendo nuevamente a Oliva (2019) citando a Campbell (2015) expone las siguientes pedagogías de la modelización como enfoque didáctico:

- Modelización expresiva, donde los estudiantes describen o explican fenómenos mediante la creación de nuevos modelos o el uso de los modelos existentes.
- Modelización exploratoria, donde los estudiantes investigan las características de un modelo preexistente participando de este y observando sus efectos.
- Modelización experimental, donde los estudiantes formulan hipótesis y predicciones a partir de modelos, poniéndolos a prueba.
- Modelización evaluativa, donde los estudiantes comparan modelos alternativos que tratan el mismo fenómeno o problema, evalúan sus ventajas y limitaciones, y seleccionan el más apropiado.
- Modelización cíclica, donde los estudiantes participan en ciclos completos de modelización.

Junto a este tipo de prácticas (pedagogías de la modelización), que reflejan distintos propósitos, la modelización ha sido caracterizada por estos autores mediante el acto discursivo que acompaña a dichas tareas: explicación, argumentación, razonamiento científico, evaluación por pares, aprendizaje cooperativo/colaborativo entre iguales, andamiaje del profesor, negociación, escritura, comunicación y diálogo. (p.15)

Estas características resultan fundamentales para la construcción de conocimiento, pues una vez el docente fomenta un escenario para el aprendizaje de un fenómeno en particular, el estudiante comienza razonando frente a lo que sabe y lo que aprende, explicando y argumentado su postura mediante modelos, posteriormente compara sus ideas con la de sus compañeros y mediante el dialogo se establece un modelo consensuado entre pares.

De acuerdo con los rasgos descritos, el diseño de la estrategia de enseñanza que se propone está en función de la modelización como enfoque didáctico y en base al rasgo de la modelización cíclica, el siguiente esquema muestra las fases de una secuencia de enseñanza y aprendizaje centrada en la modelización, a este se le conoce como el ciclo de modelización:

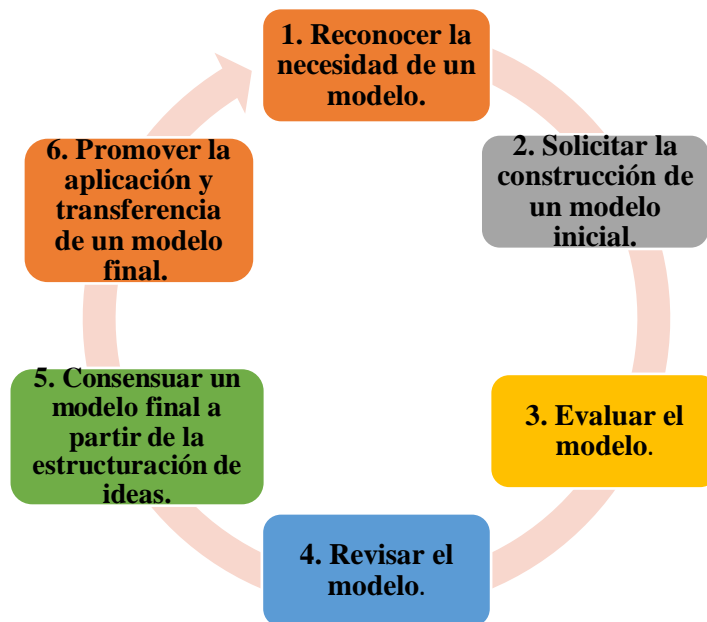


Ilustración 1. Ciclo de modelización

Adecuado de: <https://asturias4steam.eu/el-reto-de-aprender-ciencia-haciendo-ciencia/>

Dado que los modelos implican la aplicación de recursos como lo son las maquetas, analogías, representaciones a escala, experimentos reales o mentales, entre otros; los cuales son utilizados por los docentes para aproximar a los estudiantes al modelo científico. Para el caso de esta propuesta se diseñaron dos tipos de documentos: una guía orientadora para el profesor y guías para los estudiantes, ambos esbozados desde el ciclo de modelización y orientadas a través de experimentos que buscan recrear características del fenómeno a estudiar, con el fin de establecer vínculos con los conceptos asociados a la explicación que daría respuesta a las preguntas que dieron origen al problema estudiando, a saber: ¿por qué observamos el arcoíris? y ¿por qué estamos viendo el arcoíris si no estaba lloviendo?. Es importante mencionar, que se acude al documento orientador y las guías, dado el interés de ser llevadas al aula en tiempos post pandemia.

De acuerdo con lo presentado, la modelización establece conexiones entre las observaciones realizadas por los niños y los desarrollos teóricos realizados por los científicos, de allí que a continuación se presentará el desarrollo de la explicación desde lo teórico a las interrogantes de los niños, para posteriormente buscar la mediación con el mundo observable a través de la estrategia de enseñanza, este proceso se orienta de acuerdo con lo planteado en la fase 1 de la investigación.

Comenzaremos con una aproximación al comportamiento de la luz, la cual resulta fundamental para la comprensión del fenómeno del arcoíris y el por qué podemos

observarlo. Es así como se abordará desde autores tales como Callegari & Aparecido (2017) y algunos apuntes de la clase de Óptica Avanzada de la Universidad de Buenos Aires³, los principios fundamentales que están a la base de la explicación y de la construcción del modelo.

El principio de Fermat el cual fue utilizado por Willerbrord Snell, para plantear la que hoy en día se conoce como la Ley de Snell de refracción y reflexión de la luz, ley fundamental para explicar el comportamiento de la luz al interactuar en medios diferentes y la cual permite explicar cómo los rayos de luz solar se comportan dentro de las gotas de agua presentes en la atmosfera. Finalmente, se abordará la formación de imágenes con el fin de entender como vemos el arcoíris.

Recordemos que el **Principio de Fermat**⁴, establece el camino que sigue la luz a partir del fenómeno de refracción, basándose en los trabajos de Heron de Alejandría quien determinó que el camino que recorre la luz al reflejarse es más corto si el ángulo de incidencia del rayo de luz es el mismo que el ángulo de salida. Entonces Fermat usa este mismo método para el fenómeno de refracción, estableciendo mediante la relación matemática $t = \frac{\sqrt{a^2+x^2}}{c} n_1 + \frac{\sqrt{b^2+(d-x)^2}}{c} n_2$, que el camino que sigue un rayo de luz de un punto A hasta un punto B, es rectilíneo y que al pasar por un punto X (superficie) que lo refracte llegará en un *tiempo mínimo* de A hasta B. Tal como se muestra en la ilustración 2.

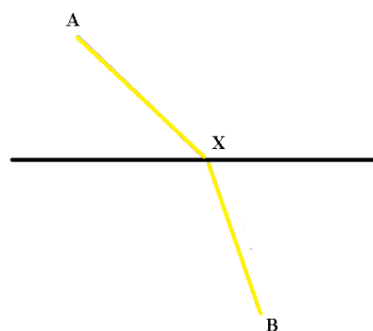


Ilustración 2. Rayo refractado.

Imagen propia.

³ <http://materias.fi.uba.ar/opto/optav/ApunteOpticaGeometrica.pdf>

⁴ fue creado por el físico Pierre de Fermat en el año 1657, con el fin de establecer un principio teórico

A su vez, Fermat establece matemáticamente $L = \frac{\sqrt{a^2+x^2}}{c} + \frac{\sqrt{b^2+(d-x)^2}}{c}$ para el fenómeno de la reflexión que el rayo de luz que va desde un punto A hasta un punto B, incide y se refleja en una superficie, en el punto X. Entonces desde la ley de reflexión se establece que el rayo incidente y el rayo reflejado se encuentran en el mismo plano y que el ángulo de incidencia y el ángulo de salida son iguales; lo cual implica como lo determinó Fermat que el rayo incidente sigue el *camino mínimo*, es decir aquel que requiera un menor tiempo. Tal como se muestra en la ilustración 3.

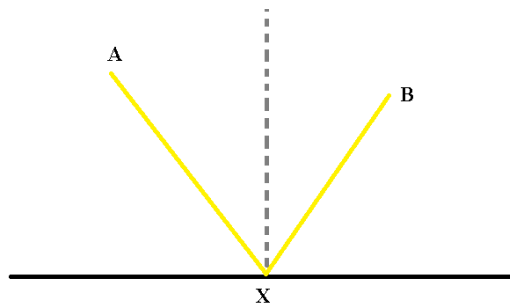


Ilustración 3. Rayo reflejado.

Autoría propia.

A partir de los trabajos de Fermat, Willerbrord Snell plantea de forma experimental que un rayo de luz al cambiar de medio de propagación modifica su velocidad y el ángulo de propagación, debido al cruce del límite de separación entre dos medios diferentes o sustancias transparentes, deduciendo que existe un índice de refracción para cada medio. Lo anterior se conoce como la **ley de Snell** y se constituye en una ley general para el comportamiento de los rayos de luz.

El índice de refracción para cada medio se representa con la letra n , y se deduce a partir de la relación de la velocidad de la luz en el vacío c y la velocidad de la luz en ese medio en específico v , así que:

$$n = \frac{c}{v}$$

Para el ángulo de incidencia y de refracción, θ_i y θ_r , respecto a la normal que es perpendicular al punto en el que incide el rayo, Snell plantea que:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\text{sen}\theta_i}{\text{sen}\theta_r}$$

Para cualquier longitud de una onda de luz, la relación $\frac{n_1}{n_2}$ es determinada como una constante, al igual que la relación $\frac{\text{sen}\theta_i}{\text{sen}\theta_r}$ para cualquier ángulo. Lo que implicaría que el rayo cambia su dirección, aproximándose a la normal, cuando el índice de refracción del segundo medio es mayor que el índice de refracción del medio de donde proviene el rayo de luz. En caso contrario, si el índice de refracción del segundo medio es menor al índice de refracción de medio inicial, el rayo de luz se desviará alejándose de la normal.

Ahora veamos en qué consiste el fenómeno de refracción de la luz. Cuando un rayo de luz viaja en un medio con un índice de refracción n_1 y posteriormente incide en una superficie con un ángulo θ_i , cambia de medio, este se refracta desviando su dirección un ángulo θ_r debido al índice refracción n_2 , determinado para ese medio en particular. Para tener más claridad, presentaremos la siguiente ilustración y un base del desarrollo matemático realizado por Serrano (2013), con los aportes realizados en el anexo 2 de este trabajo de grado:

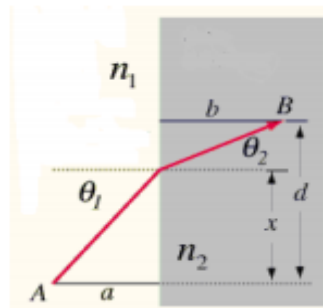


Ilustración 2. Rayo de luz que cambia de medio y se refracta.

Tomado de: *El comportamiento de la luz: diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza basada en el aprendizaje como investigación orientada*, Serrano A. (2013)

De acuerdo con el principio de Fermat y el teorema de Pitágoras, tenemos:

$$t = \frac{\sqrt{a^2 + x^2}}{c} n_1 + \frac{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}{c} n_2$$

Multiplicando por c .

$$c t = \left(\frac{\sqrt{a^2 + x^2}}{c} n_1 + \frac{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}{c} n_2 \right) c$$

$$t = \sqrt{a^2 + x^2} n_1 + \sqrt{b^2 + (d - x)^2} n_2$$

Derivando con respecto a X

$$\frac{dt}{dx} = \frac{n_1 x}{\sqrt{a^2 + x^2}} + \frac{n_2 (d - x)}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$$

Obteniendo:

$$= \frac{a^2 n_1}{(a^2 + x^2)\sqrt{a^2 + x^2}} - \frac{b^2 n_2}{(b^2 + (d - x)^2)\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$$

$$\frac{a^2 n_1}{(a^2 + x^2)\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{b^2 n_2}{(b^2 + (d - x)^2)\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$$

Esta relación es equivalente a:

$$n_1 \operatorname{sen}\theta_1 = n_2 \operatorname{sen}\theta_2$$

Después del anterior desarrollo matemático que interpreta la imagen, llegamos de nuevo a la ley de Snell que nos explica la refracción que sufre el rayo de luz al cambiar de medio. Sin embargo, en el fenómeno del arcoíris parte de la luz se refracta, siguiendo las leyes que ya hemos mostrado, pero otra parte del rayo se refleja, por esta razón a continuación desarrollaremos la **ley de reflexión**.

Esta ley dice, establece que un rayo de luz que viaja desde un punto A en un medio e incide sobre una superficie con un ángulo θ_i referente a la normal, es reflejado por la superficie siguiendo una trayectoria hasta un punto B de forma ascendente respecto al punto A, con un ángulo θ_r referente a la normal, en donde el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión son el mismo, así que $\theta_i = \theta_r$. Presentaremos a continuación, la siguiente ilustración y una base del desarrollo matemático realizado por Serrano (2013), con los aportes realizados en el anexo 3 de este trabajo de grado.

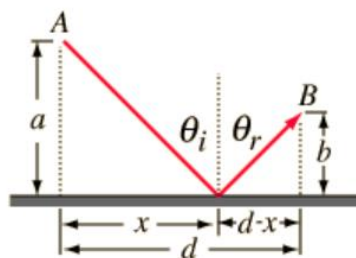


Ilustración 3. Rayo de luz que cambia de medio y se refleja.

Tomado de: *El comportamiento de la luz: diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza basada en el aprendizaje como investigación orientada*, Serrano A. (2013)

La longitud entre A y B se representa mediante la ecuación que relaciona el principio de Fermat y el teorema de Pitágoras, así:

$$L = \frac{\sqrt{a^2 + x^2}}{c} + \frac{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}{c}$$

Multiplicando por c .

$$cL = \left(\frac{\sqrt{a^2 + x^2}}{c} + \frac{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}{c} \right) c$$

Entonces:

$$L = \sqrt{a^2 + x^2} + \sqrt{b^2 + (d - x)^2}$$

De acuerdo con el principio de Fermat y considerando que la velocidad es constante, se considera la trayectoria en el tiempo mínimo y el rayo sigue el camino de mínima distancia. Para encontrar esta distancia se debe realizar la derivada de L con respecto a x , e igualándolo a cero, tenemos.

$$\frac{dL}{dx} = \frac{1}{2} \frac{2x}{\sqrt{a^2 + x^2}} + \frac{1}{2} \frac{2(d - x)(-1)}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$$

Al realizar la derivada obtenemos:

$$\frac{a^2}{(a^2 + x^2)\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{b^2}{(b^2 + (d - x)^2)\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$$

Lo que equivale a:

$$\sin \theta_i = \sin \theta_r$$

Y, por lo tanto:

$$\theta_i = \theta_r$$

Después del anterior desarrollo matemático, que interpreta la imagen, podemos evidenciar la estrecha relación que existe entre la ley de reflexión de Snell y el principio de Fermat, el cual muestra que la longitud (camino óptico) que sigue el rayo luminoso es mínima.

Teniendo claro la explicación del principio de Fermat y la ley de Snell de reflexión y refracción, podemos llevar estas interpretaciones a la descripción de como ocurre el arcoíris debido al comportamiento de la luz solar. A continuación, especificaremos las condiciones que deben existir para que se forme el arcoíris en el cielo. Entonces a partir de la pregunta planteada por los niños: ¿por qué ocurre este fenómeno del arcoíris en el cielo sino estaba lloviendo?

Inicialmente se tendrá en cuenta que las condiciones de humedad no necesariamente están asociadas a la condición de que este lloviendo, lo cual implica que el fenómeno del arcoíris pueda ocurrir después de la lluvia o antes de ella. Es por esto, que debemos tener en cuenta el proceso de vaporización de mares, ríos, lagos y otras fuentes hídricas, dado que ese vapor de agua sube a la atmosfera y se condensa, y es así como se produce la presencia de muchas gotas de agua en el aire, cumpliéndose entonces la condición de humedad necesaria para que pueda llegar a visualizarse el arcoíris. De igual forma, debemos considerar la posición del Sol referente a el horizonte, así entonces la luz se propagará de forma horizontal y en línea recta. En el caso en el que el Sol se encuentra en su máxima altura, el fenómeno del arcoíris se vera de una forma diferente, no en forma de arco, si no en una forma circular, debido a la configuración geométrica regida por la ley de Snell.

Haremos una precisión de lo anteriormente descrito, con referencia a la refracción y reflexión de la luz de sol que incide en las gotas de agua presentes en el medio, así como por qué el fenómeno se ve de forma diferente respecto a la posición del sol. En primer lugar, consideraremos el sol en el horizonte, y la incidencia de la luz solar de forma horizontal en una gota de agua de forma esférica, la luz tendrá un primer momento de refracción al que llamaremos A, el cual sucede cuando cambia de medio (del aire al agua), el segundo momento al que llamaremos B ocurrirá cuando el rayo dentro de la gota de agua se refleja y finalmente el tercer momento de refracción que llamaremos C cuando cambia de medio (del agua al aire).

De acuerdo con la ley de Snell es necesario considerar la relación de los ángulos de incidencia y salida del rayo luminoso en las gotas del agua, con respecto a la normal. Para el momento A, el ángulo incidente lo llamaremos θ_i , al cambiar de medio, se refracta con un ángulo θ_r , tal como lo trabajamos en la ley de Snell, en la cual se considera también el índice de refracción del aire y del agua que será representado por la letra n. Entonces:

$$n_{aire} \text{ sen}\theta_i = n_{agua} \text{ sen}\theta_r$$

El rayo de luz que incide en la gota de agua en el momento A, no se refracta en su totalidad, por tanto, parte de este rayo se refleja, cuando el rayo del momento A llega a el momento B, incide con el ángulo θ_i y es reflejado con el mismo ángulo θ_r , de acuerdo con la ley de reflexión. Tengamos en cuenta que al igual que en el momento A una parte del rayo que incide en el momento B, se refracta. Cuando el rayo reflejado en B llega a un momento C incide con el ángulo θ_r y se difracta saliendo de la gota de agua con un ángulo θ_i , este ángulo es el mismo ángulo con el que incidió el rayo de luz antes de entrar a la gota de agua. De acuerdo con la ley de Snell, el rayo que es refractado en el momento C sigue su trayectoria rectilínea y se encuentra dentro del campo de visión del observador que este situado en el suelo.

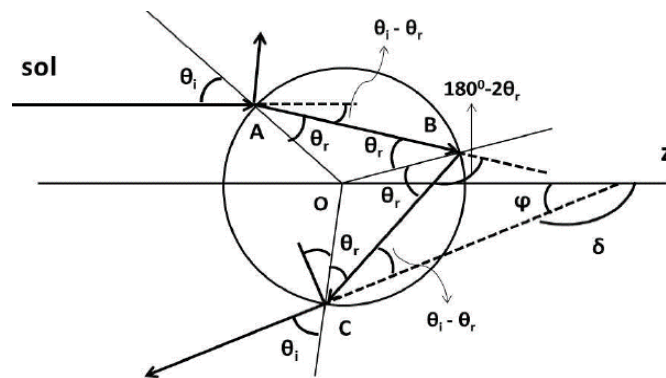


Ilustración 4. Rayo de luz incidiendo en una gota de agua a 180°

Tomada de: Óptica del arcoíris. Callegari F., Aparecido A.

La incidencia del rayo en la gota de agua genera la formación de un cono con ángulo (φ) respecto a la horizontal que se denominara O, la variación de ese ángulo determina la formación del arcoíris, pues a partir de la determinación de los valores máximos del ángulo(φ) se definen los diferentes colores. Se debe tener en cuenta que la variación del ángulo es consecuencia de la interacción de la longitud de onda λ , con el índice de refracción del agua n_{agua} .

Tengamos en cuenta que para cada longitud de onda existe un índice de refracción determinado, entonces los valores máximos del ángulo (φ) van a variar para cada color. Para el cálculo del ángulo máximo se debe tener presente que para el color violeta la longitud será, $\lambda = 404$ nm, y para el color rojo, $\lambda = 633$ nm. Pues se estima que ambos colores son los extremos del espectro visible. Las longitudes de ondas diferentes se

desvían según ángulos distintos por pequeñas variaciones, la dependencia entre el índice de refracción y el color se le denomina dispersión (Nussenzveig, 2010).

Con respecto, a los índices de refracción en el agua para esas longitudes de onda que están determinadas como: $n_{Violeta} = 1.343$, $n_{Rojo} = 1.332$, según lo que manifiesta Callegari F., Aparecido A. (2017) citando a Casini y Covello (2012), se infiere que:

$$\varphi = 180^\circ - \delta$$

Entonces los ángulos φ y δ son medidos independientemente de la posición del sol, pero con referencia a la horizontal, el eje z, (como se muestra en la ilustración 6). De manera que δ se denota en función de θ_i y θ_r .

$$\delta = 180 + 4\theta_r - 2\theta_i$$

Reemplazamos y obtenemos que:

$$\varphi = 2\theta_i - 4\theta_r$$

Ahora se plantea que φ quede en función de θ_i , entonces debemos sustituir θ_r , de acuerdo con la ley de Snell, teniendo en cuenta únicamente el índice de refracción del agua:

$$\text{sen}\theta_i = n_{\text{agua}} \text{sen}\theta_r$$

Despejamos θ_r

$$\theta_r = \text{Arcsen}\left(\frac{\text{sin } \theta_i}{n_{\text{agua}}}\right)$$

Reemplazando

$$\varphi = 4\text{Arcsen}\left(\frac{\text{sin } \theta_i}{n_{\text{agua}}}\right) - 2\theta_i$$

Como pretendemos encontrar el ángulo máximo en forma general. Al derivar esta expresión respecto a θ_i y al igualarlo a cero, después del desarrollo matemático, reemplazar y utilizar identidades llegamos a la expresión del ángulo de incidencia para el ángulo (φ) máximo del cono de luz reflejada por la gota de agua:

$$\tan \theta_i = \sqrt{\frac{4 - n_{\text{agua}}^2}{n_{\text{agua}}^2 - 1}}$$

Entonces utilizando la ecuación anterior calculamos los ángulos de incidencia respectivos para los ángulos máximos del rayo de luz color violeta y rojo reflejados por una gota de agua, entonces encontramos que: $\theta_{i \text{ Violeta}} = 58.83^\circ$, $\theta_{i \text{ Rojo}} = 59.47^\circ$. Para conocer el valor del ángulo máximo del cono para cada color, vamos a reemplazar en la ecuación, con los valores obtenidos anteriormente para el ángulo máximo de incidencia y la índice refracción específico, ya definido para cada color.

$$\varphi = 2\theta_i - \text{Arcsen}\left(\frac{\sin \theta_i}{n_{\text{agua}}}\right)$$

Por tanto, una vez reemplazando el ángulo de incidencia y el índice de refracción del agua, se determinan los valores de los ángulos máximos del cono para el color violeta y rojo: $\varphi_{\text{Max violeta}} = 40.65^\circ$ y $\varphi_{\text{Max rojo}} = 42.22^\circ$, gracias a estos valores podemos comprender la distribución angular de los colores que componen el arcoíris. De acuerdo con los análisis presentados en la ilustración 7 se visualiza la relación de ángulos con respecto a la longitud de onda para la formación de colores en la gota de agua.

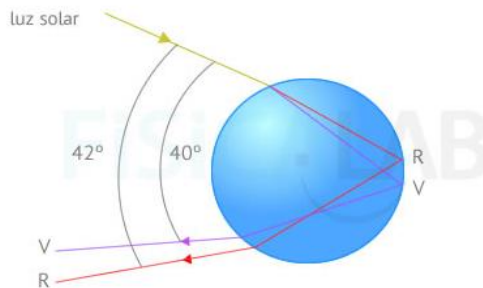


Ilustración 5. Refracción de un rayo de luz en una gota de agua.

La gota de agua sirve de dispersor de las distintas longitudes de onda de la luz solar a partir de una doble refracción y una reflexión. Dicha reflexión provoca que el color superior sea el violeta en lugar del rojo, como en el caso del prisma. Para poder observar el arcoíris el sol debe estar en nuestra espalda

Tomada de: <https://www.fisicalab.com/apartado/dispersion-luz>

Como ya se había mencionado, la condición para realizar esta observación es la presencia de muchas gotas de agua, debido a la distribución de dichas gotas en el campo de visión del observador. Ahora bien, con respecto al comienzo y fin del arcoíris, podemos decir que sigue una trayectoria de gotas de agua, donde no estén presentes dichas

gotas, no se podrá generar la dispersión de la luz solar y no se observará el fenómeno, por lo que no lo observamos en el límite con el suelo.

Ahora bien, podemos considerar una posición del sol diferente a la horizontal, por ejemplo, un poco más elevada sobre el horizonte en un grado mayor a 42° , por lo general el fenómeno no es visible. Sin embargo, en algunos casos logramos verlo bajo esa condición, pero se debe a la existencia de gotas de agua al nivel del suelo por lo que el inicio y el final del arcoíris se encuentra a una altura próxima al suelo.

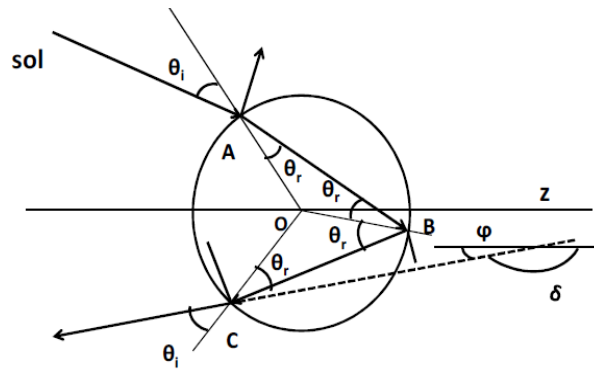


Ilustración 6. Rayo de luz incidiendo en una gota de agua a 42° .

tomada de: Óptica del arcoíris. Callegari F., Aparecido A.

Y para el caso en el que el sol se encuentre en su altura máxima, debido a las gotas de agua que se encuentran en el cielo bajo en sol, podremos observar el espectro completo en forma circular, debido a que se encuentra en todo el campo de visión y el observador se encontraría debajo y en el centro del fenómeno.

Las visualizaciones del arcoíris en los dos momentos del día más comunes en el que se puede encontrar se muestran en la siguiente ilustración, relacionadas a la incidencia de los rayos luminosos del sol, con el ángulo de 42° que se encuentra en el campo de visión del observado.

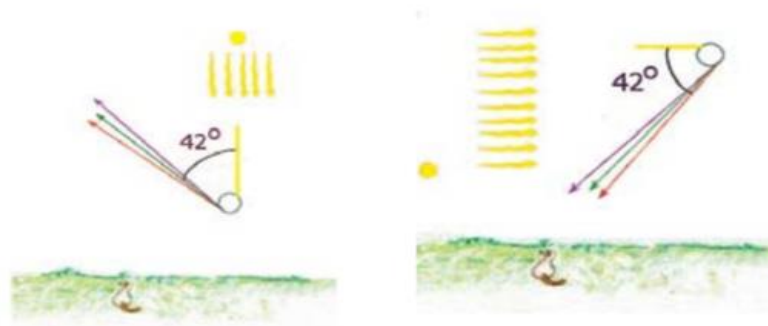


Imagen que representa la dispersión cromática en una sola gota de agua debido a la incidencia de los rayos de luz solar, con respecto a la posición del sol (con máxima altura y en el horizonte)

Ilustración 7. Dispersión cromática de acuerdo con la incidencia de los rayos de la luz solar.

Tomada de: experimentos simples para entender una tierra complicada.

Finalmente, una de las principales preguntas o inquietudes referentes a la formación del arcoíris o cuando lo observamos en el cielo, notamos la presencia de un segundo arcoíris, el cual está formado en la parte superior del primer arcoíris, con poca intensidad y con los colores invertidos. Esto ocurre debido a una segunda refracción que sufre la dispersión de la luz del primer arcoíris, por esta razón los colores se ven invertidos al primer arcoíris. Para tener un acercamiento más profundo a esta explicación del segundo arcoíris se sugiere revisar los documentos originales⁵.

Posterior a la explicación causal desde las teorías ópticas de cómo se forma el arcoíris en el cielo con respecto a la posición del sol y las condiciones de humedad, es fundamental reconocer una de las preguntas de los niños que es: ¿por qué observamos el arcoíris? Para explicar cómo vemos el arcoíris es necesario, recurrir nuevamente a las teorías físicas desde el campo de la óptica, las cuales realizan estudios referentes a el comportamiento de la luz y a lo que ocurre al interactuar con los objetos y diferentes medios. Teniendo en cuenta las características del comportamiento como lo es la reflexión y la refracción, se desprende el estudio de la **Formación de imágenes**, que brindan una explicación del ¿cómo? y ¿por qué? vemos los fenómenos ópticos, particularmente el arcoíris.

Por lo que hay que tener en cuenta entonces, ¿qué es? y ¿cómo se forma una imagen? Una imagen en óptica se conoce como una figura que está formada por la convergencia o divergencia de los rayos de luz que provienen de una fuente externa y

⁵ La información sobre la aparición del segundo arcoíris se encuentra en documentos como: Óptica del arcoíris y Teoría del arcoíris

puntual, e inciden en ya sea en una superficie reflejante o una superficie refringente. Lo que quiere decir que existen dos tipos de imágenes la **Imagen real** y la **Imagen virtual**, se diferencian entre sí por el comportamiento que tiene el rayo de luz al cambiar de medio.

Una **imagen real** es la que se crea cuando los rayos de luz de una fuente puntual pasan por una superficie que separa dos medios con diferentes índices de refracción, a esta superficie por lo general se le denomina (sistema óptico), los rayos de luz después de ser refractados o reflejados son orientados hacia un punto fijo en donde se encuentran. Ahí se forma la imagen real, una característica es que siempre se invierte y se puede proyectar sobre una pantalla.

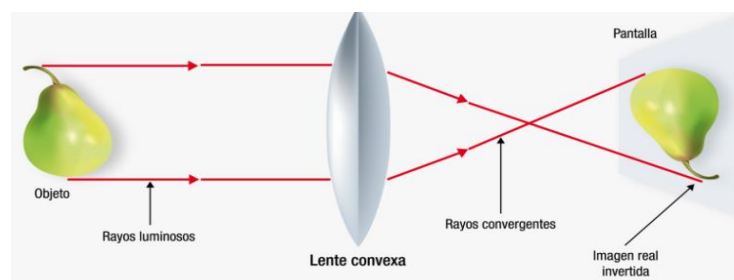


Ilustración 8. Imagen real.

Tomada de: <https://tilanotv.es/general/que-tipo-de-lentes-se-utilizan-para-fabricar-una-optica/attachment/figura31/>

Una **imagen virtual** es la que se crea cuando los rayos de luz de una fuente puntual pasan por una superficie que separa dos medios con diferentes índices de refracción, a esta superficie por lo general se le denomina sistema óptico, los rayos de luz después de ser refractados o reflejados son orientados hacia diferentes direcciones (divergen) y se percibe como si la imagen proviniera de un punto fijo donde los rayos se encuentran (convergen). Pero no es así, pues no es el punto de convergencia real, el punto de convergencia real es donde se encuentran la extensión de los rayos divergentes, entonces ese punto donde observamos la imagen sería el punto aparente de divergencia de los rayos. Ahí se forma la imagen virtual, una característica es que no se invierte y se puede proyectar sobre una pantalla.

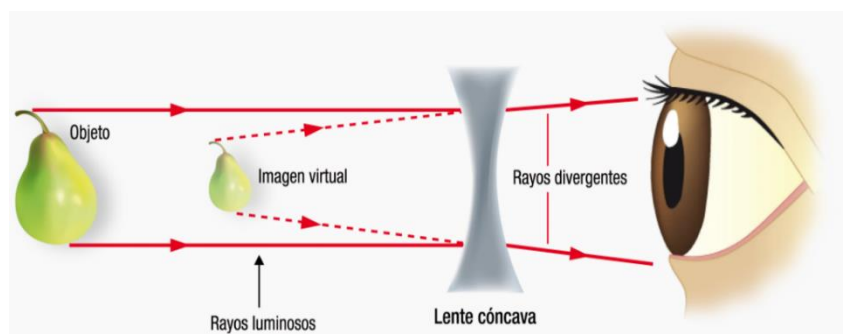


Ilustración 9. Imagen virtual.

Tomada de: <https://tilanotv.es/general/que-tipo-de-lentes-se-utilizan-para-fabricar-una-optica/attachment/figura34/>

La forma en la que podemos observar el arcoíris es debido a que cuando los rayos de luz del sol que atraviesan las gotas de agua presentes en la atmósfera son refractados y al salir son orientados hacia diferentes direcciones, y posteriormente en un punto los rayos refractados se encuentran, ese punto donde se encuentran los rayos no es la posición exacta donde vemos el arcoíris, sino vemos la imagen formada en el punto aparente de divergencia.

A partir de la explicación que se ha venido desarrollando a lo largo del marco referencial y de acuerdo con el objetivo general y la segunda fase de la investigación, se ha diseñado una estrategia de enseñanza que le permita a los niños de grado quinto de primaria de la IED Miguel Antonio Caro un acercamiento a la consolidación del modelo explicativo referido a la formación del arcoíris. Como se mostró, la estrategia se estructuró a partir de la ley de Snell, dado que es la más apropiada para describir el fenómeno y enseñarlo de forma sencilla, dada la población a impactar, de igual forma, se identificaron trabajos realizados referentes a la enseñanza del arcoíris en diferentes poblaciones, los cuales se toman como referentes y se ajustaron a la necesidad y objetivo de esta investigación. Por lo tanto, muchas de estas actividades consisten en experimentos y simulaciones que permiten al estudiante acercarse a los conceptos que explican la formación del arcoíris en el cielo. Ya que, a través de experimentos reales, mentales o simulaciones, los estudiantes pueden confirmar si las predicciones se cumplen, el modelo cobra fuerza; mientras que en caso contrario se debilita, por lo que surgen cambios en el modelo y se genera la necesidad de retornar a fases anteriores. (Oliva, 2019)

CAPITULO III

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

La presente investigación es un ejercicio investigativo de una maestra en formación, por lo tanto, es una aproximación a la investigación-acción pedagógica, en donde se busca realizar un ejercicio reflexivo de la manera en la que se enseña, lo que se enseña, el manejo de grupo, la comunicación, el saber disciplinar y la formación.

La orientación de la investigación-acción pedagógica va definida, no solo al conocimiento teórico sino también se enfoca en la práctica, la cual muchas veces se ve desligada de la teoría. Debido a eso, el docente realiza un constante ejercicio reflexivo y transformador en su práctica para que se adecúen a las necesidades socioculturales y de aprendizaje de los estudiantes; a causa de esto el maestro debe hacer un ejercicio que le permita conocer todo acerca del contexto en el cual se desenvuelve la práctica, al respecto Restrepo (2004) plantea que:

La deconstrucción de la práctica debe terminar en un conocimiento profundo y una comprensión absoluta de la estructura de la práctica, sus fundamentos teóricos, sus fortalezas y debilidades, es decir, en un saber pedagógico que explica dicha práctica. Es el punto indispensable para proceder a su transformación. (p.51)

El diálogo entre el saber disciplinar, las teorías pedagógicas y la práctica de los docentes es continuo. El saber disciplinar es el punto de partida de este diálogo. Las teorías pedagógicas ofrecen generalizaciones que sirven de orientación para el docente, pero a través de la práctica se prueba la validez y el éxito de las teorías pedagógicas en un medio y un tiempo dados. En este diálogo, el docente tiene que introducir adaptaciones, transformaciones de acuerdo con lo que su práctica le demandan, para extraer así un saber pedagógico apropiado, tener una práctica exitosa y un saber hacer efectivo, que al ser sistematizado, comentado y fundamentado puede enriquecer la misma teoría (Restrepo, 2004).

En este sentido, este trabajo se realizó teniendo en cuenta ese constante dialogo, entre la teoría y la práctica, además de estar orientado bajo el supuesto de que la enseñanza es un proceso de ir y venir, es así como se diseñó la estrategia de enseñanza basada en la modelización, donde se reconocieron las necesidades iniciales de los niños y a partir del pilotaje, se realizaron adaptaciones y nuevos aportes que fueron sistematizados para una

futura implementación, los resultados de este proceso investigativo, aportan al saber pedagógico que el maestro va interiorizando.

Fases

Fase 1: Elaboración del marco referencial.	Se realiza una profundización de los aspectos disciplinares referidos al fenómeno óptico del arcoíris, sobre la estrategia de enseñanza y la modelización.
Fase 2: Diseño de la estrategia de enseñanza en base a la modelización.	En esta fase se elaborarán el documento orientador para el profesor que estructuran la estrategia de enseñanza a partir del estudio disciplinar que construyen y fundamentan la explicación del fenómeno óptico del arcoíris y la forma en la que será enseñada de acuerdo con la acepción de la modelización como enfoque didáctico y las fases del ciclo de modelización.
Fase 3: Pilotaje de la estrategia de enseñanza.	En esta fase con una propuesta inicial del documento orientador diseñado para el profesor y las guías para los estudiantes se busca recoger información referida a la forma en que los niños pueden asumir, incorporar y comportarse ante la propuesta de enseñanza, así como se busca identificar qué aspectos requieren ser adecuados o modificados, para que la propuesta de enseñanza sea lo mejor estructurada posible. Es así como producto del pilotaje se proponen ciertas consideraciones a la propuesta inicial, estas consideraciones se ubican en los momentos tres, cuatro y seis del documento orientador.

Descripción de la comunidad

La comunidad con la cual que se planeó trabajar son los niños de la Institución Educativa Distrital Miguel Antonio Caro del grado quinto, esta institución se encuentra ubicada en la localidad de Engativá en el barrio Quiriguá. La cual cuenta con tres jornadas académicas: jornada, tarde y nocturna, el grupo de niños con el que se realizó el ejercicio de problematización de la enseñanza de la física son los estudiantes del curso 501 de la jornada de la mañana. Los niños de este curso tienen un rango de edad aproximado entre los 9 y los 12 años, que en su gran mayoría viven con uno de sus padres y con uno o dos hermanos y viven en zonas relativamente cercanas a la institución y pertenecen a los estratos 2 y 3.

Descripción de la población del pilotaje

El pilotaje se llevó a cabo con dos niñas de 10 y 11 años, la niña de 10 años se encuentra cursando cuarto de primaria y la niña de 11 años cursando quinto de primaria, en instituciones educativas públicas. Se contó con los consentimientos informados de los padres, los cuales se ubican en el anexo 5.

CAPITULO IV

ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA

La enseñanza de la ciencia por medio de modelos o la modelización se caracteriza por algunos puntos principales que plantean criterios de caracterización de propuestas de enseñanza desde métodos de modelación científica. Para la presente propuesta se contemplaron los siguientes aspectos:

1. El modelo desempeña un papel mediador entre el mundo observable y la teoría, en el ámbito científico y en la educación científica.
2. La modelización en ciencias hace parte de una actividad de razonamiento frente a el conocimiento, la cual requiere una variedad de capacidades que abarcan aspectos como la cognición y la metacognición.

Dado que la modelización busca establecer conexiones entre las observaciones realizadas por los niños y los desarrollos teóricos realizados por los científicos, lo que implica la aplicación de recursos, para el caso del presente trabajo de grado dadas las condiciones en tiempos de pandemia, el recurso que se empleara son guías diseñadas por la maestra en formación de acuerdo al ciclo de modelización, a partir de un esquema que plantea las fases de una secuencia de enseñanza y aprendizaje centrada en la modelización. Por tanto, se diseñaron las guías propuestas para los estudiantes y el documento orientador para el profesor, de acuerdo con las fases por las que se caracteriza este ciclo de modelización:

1. Reconocer la necesidad de un modelo.
2. Solicitar la construcción de un modelo inicial.
3. Evaluar el modelo.

4. Revisar el modelo
5. Consensuar un modelo final a partir de la estructuración de ideas.
6. Promover la aplicación y transferencia de un modelo final.

A manera de síntesis, recordemos que inicialmente se parte de la problemática que se evidenció sobre como las preguntas de los niños pasan desapercibidas, así como el proceso de enseñanza que se desarrolló en el aula no genero un escenario que involucrara las preguntas expuestas por los niños a la temática que se estaba trabajando, debido a esta problemática se generó la pregunta problema: ¿Cómo diseñar una estrategia de enseñanza en base a la modelización del fenómeno del arcoíris para niños de grado quinto de primaria? Entonces, en base a la problemática y la pregunta problema se evidencia la necesidad de emplear un modelo para enseñar el fenómeno del arcoíris a niños de grado quinto, lo que implicó hacer un estudio disciplinar, para construir y fundamentar la explicación del fenómeno y la forma en la que será enseñada, de acuerdo con las primeras fases del ciclo de modelización.

Posteriormente se buscaron algunos experimentos para ser incluidos en el diseño de la estrategia de enseñanza, que permitieran abordar los conceptos y teorías científicas, también se diseñaron algunas preguntas orientadoras para incluir en el diseño del documento orientador y las guías, con el fin de que los estudiantes se cuestionen sobre lo que saben y lo que aprenden. Es así, que teniendo una propuesta inicial de la estrategia se realizó un pilotaje con una población de dos niñas de 10 y 11 años, evidentemente con la autorización de sus acudientes (el consentimiento informado se encuentra en el anexo 6).

El desarrollo del pilotaje permitió evidenciar algunas necesidades que iban surgiendo para ayudar a la construcción de los modelos explicativos de las niñas referidos al fenómeno del arcoíris, estas necesidades orientaron algunas modificaciones que permitieron mejorar y reforzar algunos aspectos de los documentos orientadores de la propuesta, finalmente se dejan las guías propuestas para los estudiantes y el documento orientador para el profesor, con las modificaciones resultantes del pilotaje para una futura implementación.

A continuación, se presenta en un cuadro la estructura del documento orientador para el profesor la cual se encuentra en relación con el ciclo de modelización, de tal manera que se presentan los seis momentos del documento orientador, el objetivo que se fijó para cada momento, las actividades (iniciales y complementarias) y las preguntas que orientarían las actividades iniciales y complementarias

MOMENTO	OBJETIVO	ACTIVIDADES	PREGUNTAS ORIENTADORAS
Inicial	Identificar qué saben los niños, qué han logrado reconocer de este fenómeno.	se propone solicitar a los estudiantes realizar un dibujo de cómo se forma el arcoíris en el cielo y responder algunas preguntas.	<ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Qué sabes acerca del arcoíris? ○ ¿Sabes qué colores lo conforman? ○ ¿Qué orden tienen los colores?
1	Identificar las condiciones que deben existir para que se forme el fenómeno del arcoíris.	<p>Inicial: Para el desarrollo, la manguera debe estar conectada a la llave de agua, al abrir la llave, el(la) profesor(a) con un dedo obstruirá la salida del chorro, forzando la salida del agua para que salga de forma distribuida y buscare apuntar la manguera con un ángulo de 42° respecto a la dirección del observador. El resultado será, observar un pequeño espectro de colores, es decir la formación de un pequeño arcoíris.</p> <p>Complementaria: Se proponen dos videos, en donde se desarrolla la actividad propuesta. Estos videos se proponen para aplicar en caso de que no existan las condiciones necesarias o no se tengan los materiales propuestos, los videos permiten observar la formación del espectro:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ https://www.youtube.com/watch?v=M6IEhsjQ_VY&ab_channel=ColeccionesFrasesyDiversión ○ https://www.youtube.com/watch?v=GJgQgx-ND4I&ab_channel=AlejanrodreMazoVivar 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Esto que acabamos de hacer tiene alguna relación con lo que ocurre en el cielo cuando vemos el arcoíris? Explica la respuesta. ○ ¿Si no oprimimos la salida de la manguera podríamos seguir viendo el pequeño arcoíris? ○ ¿Qué condiciones observas que puedan ayudar a la formación de este pequeño arcoíris?
2	Identificar el fenómeno que ocurre cuando la	Inicial: Para el desarrollo se pondrá la moneda dentro del	○ ¿Veo de forma diferente la moneda

	<p>luz cambia de medio (del aire al agua) y como se genera una imagen virtual debido al fenómeno de refracción.</p>	<p>vaso y se realizará la observación de la moneda desde diferentes posiciones del observador, es fundamental que el vaso permanezca quieto sobre una mesa. Posteriormente, se llena el vaso con agua y se realizarán las observaciones en las mismas posiciones del observador que se realizaron anteriormente, es fundamental tener en consideración la diferencia de medio (aire y agua).</p> <p>Complementaria: se proponen mostrar los siguientes videos, con el fin de contribuir en la explicación de lo que ocurre con la luz al interactuar con diferentes medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ https://www.youtube.com/watch?v=bhoNRJsw34A&ab_channel=HappyLearningEspa%C3%B1ol ○ https://www.youtube.com/watch?v=khCrgi80IPU&ab_channel=Aula365%E2%80%93LosCreadores <p>Después de ver los videos se plantea a los niños realizar un dibujo, donde muestren que aprendieron sobre el comportamiento de la luz cuando atraviesa diferentes medios.</p>	<p>cuando no hay agua en el vaso, que cuando el vaso tiene agua? Explica la respuesta.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Qué crees que ocurre cuando la moneda está dentro del agua? ○ ¿Crees que existe una relación entre el experimento y la formación del arcoíris en el cielo?
3	<p>Mostrar a los niños como la luz blanca que pasa por un medio refringente, es dispersada o se descompone.</p>	<p>Inicial: Para el desarrollo colocaremos una cartulina con una abertura después el prisma, nuevamente la cartulina con abertura y el otro prisma y finalmente la hoja blanca. Al terminar el montaje se apagará la luz de la habitación oscura, se colocará la linterna en la primera cartulina, de forma que cuando sea encendida la luz de la linterna pase por la abertura,</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Qué crees que ocurrió? ○ ¿Qué crees que pasa con la luz blanca? ○ ¿Por qué cuando pasamos un solo color por el prisma no vuelven a salir diferentes colores?

		<p>podemos saber que se realizó de forma correcta cuando veamos que el primer prisma descompone la luz de la linterna, posteriormente debemos ajustar el primer prisma de forma que solo pase un color por la segunda abertura, finalmente debemos observar que el color que pase por la segunda abertura pase por el segundo prisma y podamos ver como el color que sale del primas es proyectado sobre la hoja blanca.</p> <p>Complementaria: Si no se cuenta con el material sugerido para desarrollar la actividad, se propone como actividad complementaria hacer uso del siguiente video, en el cual se desarrolla el experimento siguiendo los pasos descritos en el desarrollo de la actividad</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=toV631ezbrI&ab_channel=MUSEOVIRTUALDELACIENCIADELCSIC</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Crees que existe alguna relación entre el experimento y el arcoíris que se forma en el cielo?
4	<p>Reconocer que los colores por sí solos no pueden crear luz blanca u otros colores, pero ya que la luz blanca cuando se descompone crea colores separados, al unirlos podemos crear nuevamente la luz blanca.</p>	<p>Inicial: Se propone la cuarta actividad, que consiste en construir un disco de Newton, tomando una hoja blanca y dibujando dos círculos iguales en ella, con ayuda de la regla vamos a dividir ambos círculos en 6 partes iguales, se recortan los círculos. Una vez listos se pintan las divisiones en la siguiente secuencia, primero el rojo después, naranja, amarillo, verde, azul y morado. Ahora sobre un cartón paja y al igual que en la hoja blanca dibujamos dos círculos iguales, los recortaremos y los pegaremos con Colbon, de manera que quede un círculo de cartón paja más grueso, después se pegarán</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Qué ocurre cuando giras rápido el círculo? ○ ¿Qué pasa con los colores cuando giras el círculo rápidamente? ○ ¿Qué ocurre cuando giras lento el círculo?

		<p>los círculos de papel al círculo de cartón paja cada uno de un lado de forma que los colores sean visibles en ambas caras del círculo. Posteriormente con ayuda del profesor se harán dos aberturas próximas en el centro, finalmente por ambas aberturas se pasa un metro de pita elástica y se amarran las esquinas.</p> <p>Finalmente se toman los extremos de la pita, se ubica el círculo en el centro, se comienza a girar rotando las muñecas hacia el frente, cuando este la pita completamente retorcida, halaremos y observaremos que ya no vemos los colores separados, sino que el círculo toma un color casi blanco.</p>	
5	<p>Mostrar de forma gráfica e interactiva los conceptos de reflexión y refracción, de manera que se pueda evidenciar que pasa cuando se varia la cantidad de reflexiones o el ángulo de incidencia, de rayo de luz dentro de la gota de agua.</p>	<p>Inicial: Se empleará el simulador: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/ondas/arco_iris/arco_iris.html.</p> <p>Se sugiere el acompañamiento del profesor para manipular la aplicación y con las intervenciones de los niños se irá variando el ángulo de incidencia y el número de reflexiones que se produzcan dentro de la gota de agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Qué pasa cuando aumentamos el número de reflexiones dentro de la gota de agua? ○ ¿Qué pasa con el orden de los colores cuando se aumenta el número de reflexiones? ○ ¿Crees que existe alguna relación entre lo que acaba de ver y lo que ocurre cuando se forma el arcoíris en el cielo, por qué?
6	<p>Mostrar a los estudiantes que en el aire hay presencia de gotas de agua, el concepto de humedad relativa, para explicar desde ese</p>	<p>Inicial: Para el desarrollo se pondrán las etiquetas de forma descendente, el vaso más grande con la etiqueta muy caliente, el siguiente vaso con la etiqueta caliente, el siguiente vaso con la etiqueta temperatura ambiente, el</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Crees que existe una relación entre el agua en los vasos y la temperatura ambiente?

	concepto porque podemos ver el arcoíris sin lluvia.	siguiente vaso con la etiqueta frio y el último vaso con la etiqueta muy frio. Se explicará que las etiquetas hacen referencia a las temperaturas del ambiente y con una botella de agua llenaremos hasta la mitad el vaso con la etiqueta de temperatura ambiente y esa misma agua se pasará a los vasos con la etiqueta de caliente, muy caliente, frio y muy frio. Con el fin de que los estudiantes vean que según la temperatura del aire puede contener mayor o menos cantidad de agua.	<ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Crees que así no esté lloviendo hay agua en el cielo? ○ ¿Por qué crees que podemos ver el arcoíris sino está lloviendo?
Final	Evidenciar lo que se ha logrado comprender con las actividades y diálogos que se han desarrollado a lo largo de estos seis momentos de la estrategia de enseñanza.	Se propone realizar una historieta que muestre el proceso que ocurre para que se forme el arcoíris en el cielo, es importante que ella se acompañe de la descripción.	

Ajustes producto del pilotaje

Dado el pilotaje, se lograron evidenciar ciertas necesidades, que no necesariamente serán las mismas que se presente en otros grupos donde se implemente la estrategia. Sin embargo, se dejan de manifiesto que dichas necesidades implicaron adicionar algunas actividades, las cuales se presentaran a continuación.

MOMENTO	NECESIDAD	ACTIVIDAD ADICIONAL
4	En el pilotaje se evidencia que las niñas asocian la actividad del momento cuatro con la mezcla de temperas o plastilina, dando origen a otro color, sin asociar la mezcla de los colores a la composición de la luz blanca. Por lo que fue necesario plantear una actividad complementaria.	Tiene como objetivo: Presentar la composición de la luz blanca a partir de luces de color: rojo, azul y verde, con el fin de que los estudiantes establezcan relación entre la formación de luz blanca, a partir de la mezcla de estos tres colores presentes en el arcoíris. Para ello se sugieren los siguientes materiales: luz de color rojo, azul, verde y una pared blanca. Para el desarrollo de la actividad se apuntarán las tres luces hacia un mismo punto de la pared blanca, de tal manera que al observar ese punto notaremos que con la combinación de las luces

		<p>obtenemos luz blanca. Posterior al desarrollo de la actividad se plantearán nuevas preguntas orientadoras:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Qué ocurre cuando se combinan las luces de colores? ○ ¿Por qué crees que se forma la luz blanca?
6	<p>Durante el pilotaje se evidencio que las niñas no lograban comprender la constante presencia de agua en el cielo, por lo que fue necesario plantear una actividad complementaria.</p>	<p>Se propone como actividad adicional, el siguiente video sobre el ciclo del agua: https://www.youtube.com/watch?v=3QVj99UGk3Q&ab_channel=SmileandLearn-Espa%C3%B1ol.</p> <p>Que tiene como objetivo: Establecer que existe presencia permanente de agua en el aire, debido al proceso cíclico del agua, y a su vez se establece relación con la actividad del momento seis en donde la temperatura influye en el estado del agua que está presente en el aire y por lo tanto su relación con el clima. Posterior a ver el video, se retoman las preguntas orientadoras y se genera un diálogo en relación con las respuestas.</p>

Finalmente, se presenta el documento orientador para el profesor donde se especifican cada uno de los momentos del ciclo de modelización.

DOCUMENTO ORIENTADOR PARA EL PROFESOR

El diseño de la estrategia de enseñanza comienza con un momento inicial, que es de exploración, cuya intención es identificar qué saben los niños, qué han logrado reconocer de este fenómeno, teniendo en cuenta que se presenta pocos días al año, por lo que se propone solicitar a los estudiantes realizar un dibujo de cómo se forma el arcoíris en el cielo y escribir ¿Qué sabes acerca del arcoíris? ¿Sabes qué colores lo conforman? ¿Qué orden tienen los colores? Estas preguntas, tienen la intencionalidad de reconocer lo que los estudiantes saben del arcoíris, posterior a esto se propone un momento exploratorio desde algunas actividades que buscan constituir un primer modelo explicativo.

Momento 1

El primer momento de la estrategia de enseñanza tiene como objetivo: Identificar las condiciones que deben existir para que se forme el fenómeno del arcoíris. Se propone la primera actividad en donde se emplearán los siguientes materiales: 1 manguera de agua, y un grifo de agua, además es fundamental realizar esta actividad en un día soleado

Para el desarrollo, la manguera debe estar conectada a la llave de agua, al abrir la llave, el(la) profesor(a) con un dedo obstruirá la salida del chorro, forzando la salida del agua para que salga de forma distribuida y buscara apuntar la manguera con un ángulo de 42° respecto a la dirección del observador. El resultado será, observar un pequeño espectro de colores, es decir la formación de un pequeño arcoíris.

Para evaluar si se ha alcanzado el objetivo de este primer momento se plantean las siguientes preguntas orientadoras:

- ¿Esto que acabamos de hacer tiene alguna relación con lo que ocurre en el cielo cuando vemos el arcoíris? Explica la respuesta
- ¿Si no oprimimos la salida de la manguera podríamos seguir viendo el pequeño arcoíris?
- ¿Qué condiciones observas que puedan ayudar a la formación de este pequeño arcoíris?

Las respuestas de los niños serán socializadas con el fin de exteriorizar las ideas construidas por los estudiantes para consensuar un modelo. En la siguiente fase se proponen unos videos para reforzar y comparar lo que se observó de la experiencia, con lo que ocurre en los siguientes videos:

- https://www.youtube.com/watch?v=M6IEhsjQ_VY&ab_channel=ColeccionesFrasesyDiversión
- https://www.youtube.com/watch?v=GJgQgx-ND4I&ab_channel=AlejandrodelMazoVivar

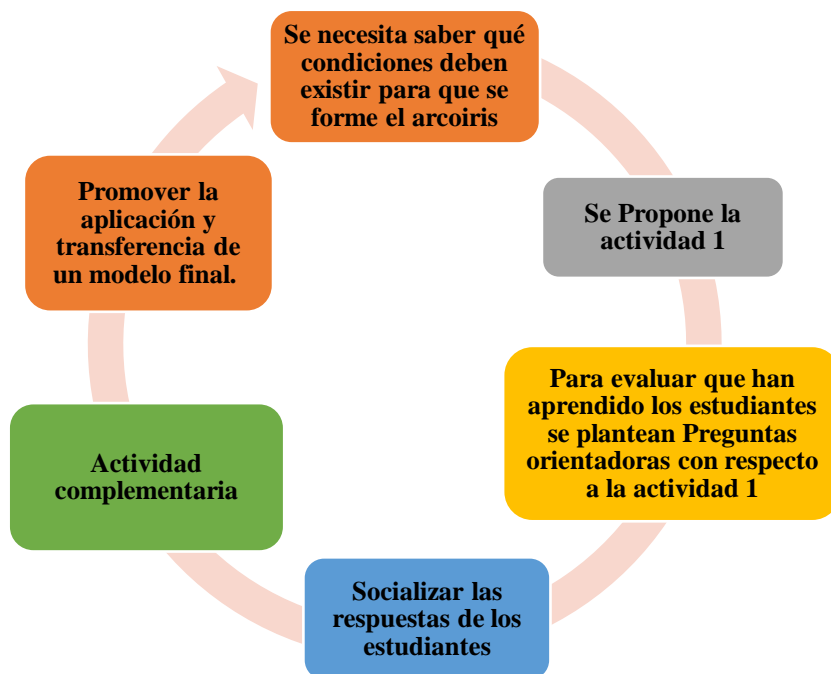


Ilustración 10. Ciclo de modelización, actividad 1.

Autoría propia.

Momento 2

El segundo momento de la estrategia de enseñanza tiene como objetivo: Identificar el fenómeno que ocurre cuando la luz cambia de medio (del aire al agua) y como se genera una imagen virtual debido al fenómeno de refracción. Se propone la segunda actividad en donde se emplearán los siguientes materiales: 1 Vaso, agua y 1 moneda.

Para el desarrollo se pondrá la moneda dentro del vaso y se realizará la observación de la moneda desde diferentes posiciones del observador, es fundamental que el vaso permanezca quieto sobre una mesa. Posteriormente, se llena el vaso con agua y se realizarán las observaciones en las mismas posiciones del observador que se realizaron anteriormente, es fundamental tener en consideración la diferencia de medio (aire y agua).

Para evaluar si se ha alcanzado el objetivo de este segundo momento se plantean las siguientes preguntas orientadoras:

- ¿Veo de forma diferente la moneda cuando no hay agua en el vaso, que cuando el vaso tiene agua? Explica la respuesta
- ¿Qué crees que ocurre cuando la moneda está dentro del agua?

- ¿Crees que existe una relación entre el experimento y la formación del arcoíris en el cielo?

Las respuestas de los niños serán socializadas para exteriorizar las ideas construidas para consensuar un modelo. En la siguiente fase se proponen mostrar los siguientes videos, con el fin de contribuir en la explicación de lo que ocurre con la luz al interactuar con diferentes medios:

- https://www.youtube.com/watch?v=bhoNRJsw34A&ab_channel=HappyLearningEspa%C3%B1ol
- https://www.youtube.com/watch?v=khCrgi80IPU&ab_channel=Aula365%E2%80%93LosCreadores

Después de ver los videos se plantea a los niños realizar un dibujo, donde muestren que aprendieron sobre el comportamiento de la luz cuando atraviesa diferentes medios.

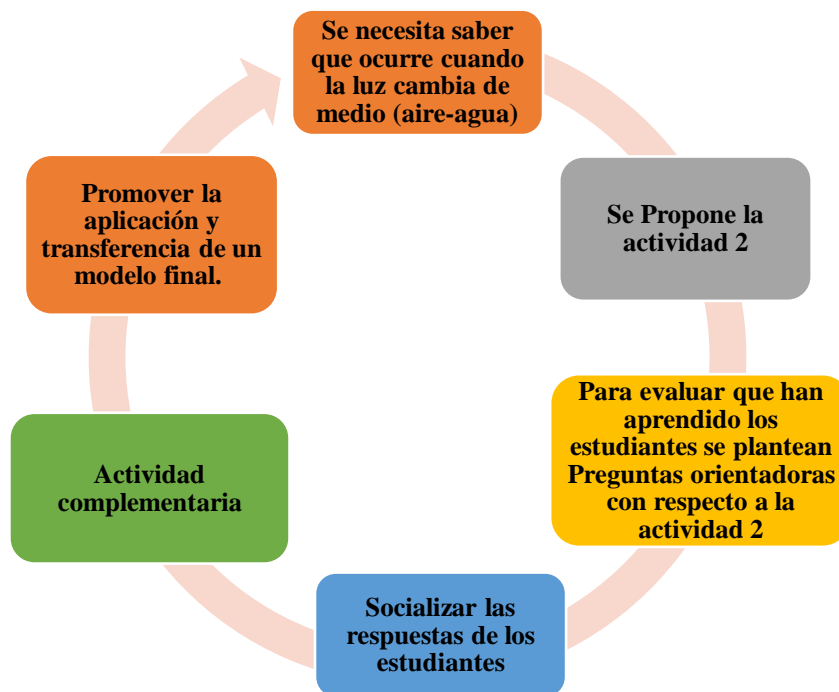


Ilustración 11. Ciclo de modelización, actividad 2.

Autoría Propia

Momento 3

El tercer momento de la estrategia de enseñanza tiene como objetivo: Mostrar a los niños como la luz blanca que pasa por un medio refringente, es dispersada o se descompone. Para lo cual, se propone la tercera actividad en donde se emplearán los

siguientes materiales: 2 prismas, 1 linterna de luz blanca, 2 cartulinas negras, lápiz, tijeras y 1 hoja blanca.

Para el desarrollo se toman las dos cartulinas de forma horizontal y se dibuja de forma vertical un rectángulo de 6 centímetros de alto y de ancho 1 centímetro, después de haber dibujado el rectángulo vamos a recórtalo de forma que la cartulina quede con el espacio del rectángulo, como si tuviera una abertura. Después colocaremos todo sobre una mesa, las cartulinas y los prismas de forma alternada, comenzando con la cartulina después el prisma, nuevamente la cartulina y el otro prisma y finalmente la hoja blanca. Esta descripción de manera ilustrativa se encuentra en la guía #3 para los estudiantes en el anexo 4.

Al terminar el montaje se apagará la luz de la habitación oscura, se colocará la linterna en la primera cartulina, de forma que cuando sea encendida la luz de la linterna pase por la abertura, podemos saber que se realizó de forma correcta cuando veamos que el primer prisma descompone la luz de la linterna, posteriormente debemos ajustar el primer prisma de forma que solo pase un color por la segunda abertura, finalmente debemos observar que el color que pase por la segunda abertura pase por el segundo prisma y podamos ver como el color que sale del prisma es proyectado sobre la hoja blanca.

Sin embargo, si no se cuenta con el material sugerido para desarrollar la actividad, se propone entonces hacer uso del siguiente video, en el cual se desarrolla el experimento siguiendo los pasos descritos en el desarrollo de la actividad https://www.youtube.com/watch?v=toV631ezbrI&ab_channel=MUSEOVIRTUALDELACIENCIADELCSIC.

Para evaluar si se ha alcanzado el objetivo de este tercer momento se plantean las siguientes preguntas orientadoras:

- ¿Qué crees que ocurrió?
- ¿Qué crees que pasa con la luz blanca?
- ¿Por qué cuando pasamos un solo color por el prisma no vuelven a salir diferentes colores?
- ¿Crees que existe alguna relación entre el experimento y el arcoíris que se forma en el cielo?

Las respuestas de los niños serán socializadas para exteriorizar las ideas construidas por los estudiantes para consensuar un modelo.



Ilustración 12. Ciclo de modelización, actividad 3.

Autoría propia.

Momento 4

El cuarto momento de la estrategia de enseñanza tiene como objetivo: Reconocer que los colores por sí solos no pueden crear luz blanca u otros colores, pero ya que la luz blanca cuando se descompone crea colores separados, al unirlos podemos crear nuevamente la luz blanca. Se propone la cuarta actividad en donde se emplearán los siguientes materiales: 1 hoja blanca, 1/8 cartón paja, 1 regla, lápiz, colores (rojo; naranja; amarillo; verde; azul y morado), tijeras, pegante, pita o hilo elásticos y un transportador.

Para el desarrollo se toma la hoja blanca, en la parte superior de la hoja se coloca el transportador y con ayuda del lápiz se dibuja el contorno, después colocamos el transportador en la parte inferior y con el lápiz se dibuja el contorno, se forman dos círculos iguales dibujados en la hoja blanca, con ayuda de la regla vamos a dividir ambos círculos en 6 partes iguales, se recortan los círculos. Una vez listos se pintan las divisiones en la siguiente secuencia, primero el rojo después, naranja, amarillo, verde, azul y morado. La descripción de manera ilustrativa se encuentra en la guía #4 para los estudiantes en el anexo 4.

Ahora se coloca el transportador sobre el cartón paja y al igual que en la hoja blanca dibujamos dos círculos iguales, los recortaremos y los pegaremos con Colbon, de

manera que quede un círculo de cartón paja más grueso, después se pegarán los círculos de papel al círculo de cartón paja cada uno de un lado de forma que los colores sean visibles en ambas caras del círculo. Posteriormente con ayuda del profesor se harán dos aberturas próximas en el centro (su sugiere hacer uso de una aguja gruesa) y finalmente por ambas aberturas se pasa un metro de pita elástica y se amarran las esquinas.

Al finalizar se toman los extremos de la pita, se ubica el círculo en el centro, se comienza a girar rotando las muñecas hacia el frente, cuando este la pita completamente retorcida, halaremos y observaremos que ya no vemos los colores separados, sino que el círculo toma un color casi blanco.

Para evaluar si se ha alcanzado el objetivo de este cuarto momento se plantean las siguientes preguntas orientadoras:

- ¿Qué ocurre cuando giras rápido el círculo?
- ¿Qué pasa con los colores cuando giras el círculo rápidamente?
- ¿Qué ocurre cuando giras lento el círculo?

Las respuestas de los niños serán socializadas para exteriorizar las ideas construidas por los estudiantes para consensuar un modelo.

Actividad Adicional

Se plantea una actividad complementaria, que tiene como objetivo: Presentar la composición de la luz blanca a partir de luces de color: rojo, azul y verde, con el fin de que los estudiantes establezcan relación entre la formación de luz blanca, a partir de la mezcla de estos tres colores presentes en el arcoíris.

Para ello se sugieren los siguientes materiales: luz de color rojo, azul, verde y una pared blanca. Para el desarrollo de la actividad se apuntarán las tres luces hacia un mismo punto de la pared blanca, de tal manera que al observar ese punto notaremos que con la combinación de las luces obtenemos luz blanca. Posterior al desarrollo de la actividad se plantearán nuevas preguntas orientadoras

- ¿Qué ocurre cuando se combinan las luces de colores?
- ¿Por qué crees que se forma la luz blanca?

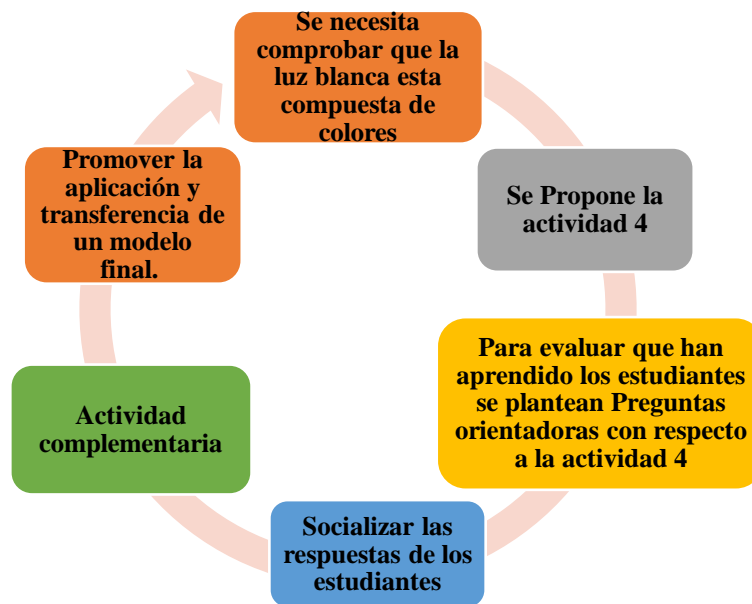


Ilustración 13. Ciclo de modelización, actividad 4.

Autoría propia.

Momento 5

El quinto momento de la estrategia de enseñanza tiene como objetivo: Mostrar de forma gráfica e interactiva los conceptos de reflexión y refracción, de manera que se pueda evidenciar que pasa cuando se varía la cantidad de reflexiones o el ángulo de incidencia, de rayo de luz dentro de la gota de agua.

Para esta quinta actividad se empleará el simulador: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/ondas/arco_iris/arco_iris.html. Se sugiere el acompañamiento del profesor para manipular la aplicación y con las intervenciones de los niños se irá variando el ángulo de incidencia y el número de reflexiones que se produzcan dentro de la gota de agua.

Para evaluar si se ha alcanzado el objetivo de este quinto momento se plantean las siguientes preguntas orientadoras:

- ¿Qué pasa cuando aumentamos el número de reflexiones dentro de la gota de agua?
- ¿Qué pasa con el orden de los colores cuando se aumenta el número de reflexiones?
- ¿Crees que existe alguna relación entre lo que acaba de ver y lo que ocurre cuando se forma el arcoíris en el cielo, por qué?

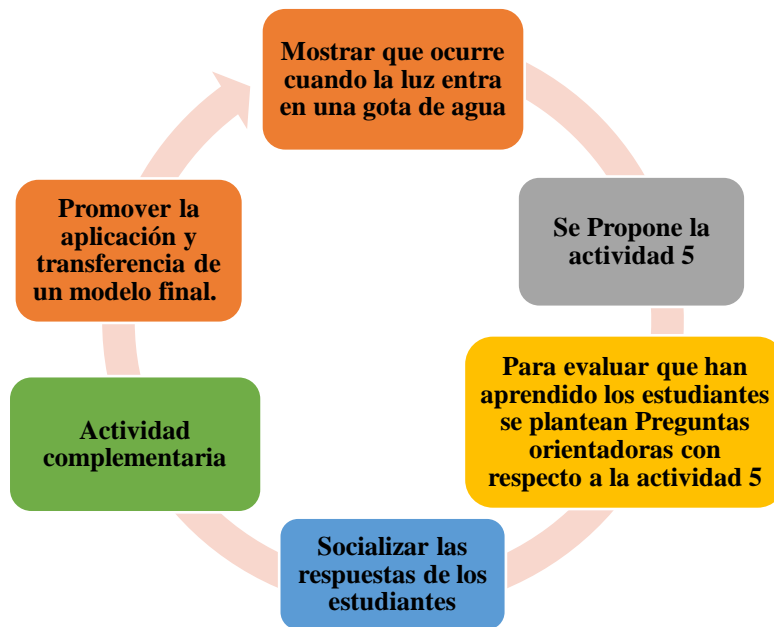


Ilustración 14. Ciclo de modelización, actividad 5.

Autoría propia.

Momento 6

El sexto momento de la estrategia de enseñanza tiene como objetivo: Mostrar a los estudiantes que en el aire hay presencia de gotas de agua, el concepto de humedad relativa, para explicar desde ese concepto porque podemos ver el arcoíris sin lluvia. Se emplearán los siguientes materiales: 5 vasos de diferentes tamaños de manera que puedan ser organizados desde el de menor tamaño a el de mayor tamaño y 5 etiquetas marcadas de la siguiente forma: muy caliente, caliente, temperatura ambiente, frio y muy frio.

Para el desarrollo se pondrán las etiquetas de forma descendente, el vaso más grande con la etiqueta muy caliente, el siguiente vaso con la etiqueta caliente, el siguiente vaso con la etiqueta temperatura ambiente, el siguiente vaso con la etiqueta frio y el último vaso con la etiqueta muy frio. En la guía #6 para los estudiantes, guías que se encuentran en el anexo 4, se presenta una imagen que orienta la descripción del procedimiento de manera ilustrativa.

Se explicará que las etiquetas hacen referencia a las temperaturas del ambiente⁶ y con una botella de agua llenaremos hasta la mitad el vaso con la etiqueta de temperatura ambiente y esa misma agua se pasará a los vasos con la etiqueta de caliente, muy caliente,

⁶ Recordemos que existe una relación entre la temperatura del ambiente y la humedad relativa, de tal forma que entre mayor sea la temperatura del ambiente más gotas de agua se encuentran en el aire y entre menor sea la temperatura menor será la cantidad de gotas en el ambiente. En este sentido se sugiere etiquetar los vasos con diferentes temperaturas ambientales y establecer la relación con la humedad relativa.

frio y muy frio. Con el fin de que los estudiantes vean que según la temperatura del aire puede contener mayor o menos cantidad de agua.

Para evaluar si se ha alcanzado el objetivo de este sexto momento se plantean las siguientes preguntas orientadoras:

- ¿Crees que existe una relación entre el agua en los vasos y la temperatura ambiente?
- ¿Crees que así no esté lloviendo hay agua en el cielo?
- ¿Por qué crees que podemos ver el arcoíris sino está lloviendo?

Actividad Adicional

Se propone como actividad complementaria, el siguiente video sobre el ciclo del agua: https://www.youtube.com/watch?v=3QVj99UGk3Q&ab_channel=SmileandLearn-Espa%C3%B1ol. Que tiene como objetivo: Establecer que existe presencia permanente de agua en el aire, debido al proceso cíclico del agua, y a su vez se establece relación con la actividad del momento seis en donde la temperatura influye en el estado del agua que está presente en el aire y por lo tanto su relación con el clima. Posterior a ver el video, se retoman las preguntas orientadoras y se genera un diálogo en relación con las respuestas.

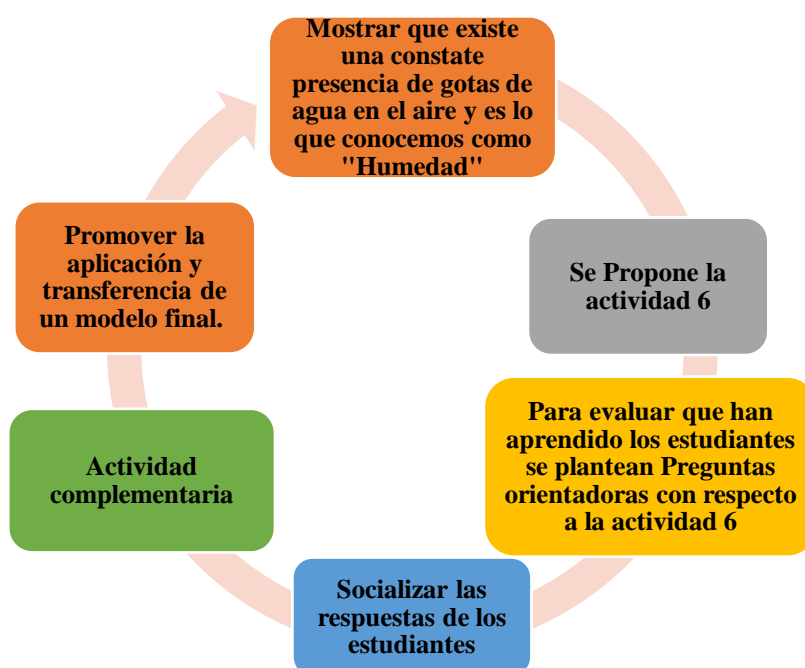


Ilustración 15. Ciclo de modelización, actividad 6.

Autoría propia.

Para el momento de cierre y con el fin de evidenciar lo que se ha logrado comprender con las actividades y diálogos que se han desarrollado a lo largo de estos seis momentos a partir de la estrategia de enseñanza. Se propone realizar una historieta que muestre el proceso que ocurre para que se forme el arcoíris en el cielo, es importante que ella se acompañe de la descripción.

También se le proporciona como un material del apoyo para el profesor las guías de los estudiantes las cuales están estructuradas siguiendo el ciclo de modelización, se presentan de manera visualmente organizada, para el trabajo con niños de ecuación primaria. Así como se ubican diferentes imágenes que orientan los procesos de desarrollo de las actividades y del material propio a implementarse en las actividades. Las guías para los estudiantes se encuentran en el anexo 4.

CONCLUSIONES

A partir de la pregunta problema y el objetivo que se planteó frente al afianzamiento de los conocimientos de la maestra en formación, se realizó un estudio disciplinar referente a los conceptos y leyes que explican el fenómeno del arcoíris, encontrando que la ley de Snell referida a la refracción y reflexión de la luz, al igual que la descripción de las condiciones climáticas necesarias para que ocurra el fenómeno y la formación de imágenes, son las más adecuadas para explicar la formación del arcoíris, ya que logran exponer el comportamiento de la luz de forma sencilla, de acuerdo a la óptica.

Se construye una estrategia de enseñanza en base a la modelización, partiendo de la reflexión frente a lo que implica la enseñanza de las ciencias y en específico la enseñanza de la óptica a niños de grado quinto, en donde se encontró que la modelización está a la base de la enseñanza de las ciencias, pues a partir de la construcción de modelos se estudia el comportamiento y la predicción de los fenómenos, también se construyen representaciones que permiten comprender que ocurre en el nivel submicroscópico de los fenómenos. Entonces se evidencia que la enseñanza de las ciencias por medio de la modelización facilita el abordaje de nuevas temáticas, que resultan de interés para los niños y se evidencian cuando manifiestan las inquietudes que emergen de sus experiencias.

Durante el diseño de la estrategia de enseñanza en base a la modelización, se logró identificar cómo el experimento, juega un papel fundamental en la enseñanza de las ciencias, por lo que, se planteó para la estrategia de enseñanza una serie de experimentos con el fin de permitir a los estudiantes acercarse a la comprensión del fenómeno que se estudia, mediante la conexión de la experiencia y los conceptos teóricos establecidos por los científicos, creando o recreando experiencias que le permitan al estudiante interactuar, observar y generar hipótesis frente al fenómeno que se estudia.

Si bien, la estrategia de enseñanza fue implementada con la población objeto de estudio, el trabajo realizado busco una metodología que se acercara de manera estructurada a la enseñanza del fenómeno, así como dar respuesta a la necesidad manifiesta por los niños, frente a las inquietudes que emergen en las clases relacionadas con la ciencia.

El ejercicio de pilotaje permitió reconocer algunas consideraciones, que aportaron al diseño final de la estrategia de enseñanza, dentro de las cuales se encuentran las

actividades adicionales, las cuales fueron incluidas en el pilotaje con el fin de atender algunas inquietudes y dificultades de comprensión relacionadas con el fenómeno del arcoíris.

La modelización busca promover el desarrollo de una comprensión crítica y coherente, que en este trabajo se aborda como una práctica científica en donde se buscó que los estudiantes tengan un papel activo y reflexivo frente a la construcción de su aprendizaje mientras que el maestro orienta por medio de diversos recursos, que son diseñados y adaptados a la necesidad de un contexto y tiempo definidos. La modelización como enfoque didáctico brinda criterios que contribuyen a la selección de contenidos, así como las actividades a modelizar en un ciclo de modelización favorece el sentido global a cada actividad mediante el desarrollo, evaluación, dialogo, reflexión y revisión de modelos. Favoreciendo un nuevo aprendizaje.

Se sugiere tener en cuenta que las actividades que se adicionaron durante el pilotaje, pueden llegar a ser necesarias o no, debido a lo diversas que pueden llegar a ser las poblaciones y contextos educativos, en ese sentido se sugiere a los profesores que decidan implementar la propuesta de enseñanza, tener en cuenta que estas actividades dan respuesta a unas necesidades específicas, por lo cual, es recomendable no incluirlas en primera instancia en la construcción del modelo explicativo, más aún cuando el ciclo de modelización motiva a no tener rutas predefinidas o preestablecidas, sino por el contrario hay que darse la posibilidad de ir y venir en el proceso, plantear y replantear las veces que sean necesarias.

BIBLIOGRAFÍA

- Acher, A. (2014). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 36, 63-75. doi:<https://doi.org/10.17227/01213814.36ted63.75>
- Allueva, P. (2002). Conceptos básicos sobre metacognición. *Desarrollo de habilidades metacognitivas: Programas de intervención*, 59-85. Obtenido de <https://ice.unizar.es/sites/ice.unizar.es/files/users/leteo/materiales/concepto-de-metacognicion-pallueva.pdf>
- Aragón, L., Jiménez-Tenorio, N., Oliva-Martínez, J., & Aragón-Méndez, M. (2018). La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de caso. *Revista Científica*, 32(2), 193-206. doi:<https://doi.org/10.14483/23448350.12972>
- Caamaño, A. (2018). Contextualización, indagación y modelización. Tres enfoques para el aprendizaje de la competencia científica en las clases de química. *Aula de innovación educativa*, 207, 17-21.5.
- Callegari, & Aparecido. (2017). Óptica del Arco Iris. *Revista de enseñanza de la física*, 29(1), 41-49. Obtenido de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/17147>
- Candelas, M. A. (2018). Sobre las preguntas infantiles y su relevancia para el cambio educativo. *Escuela Abierta: revista de investigación educativa.*, 14(1), 111-122. Obtenido de <https://ea.ceuandalucia.es/index.php/EA/article/view/83>
- Domènech, J. (2015). Una secuencia didáctica de modelización, indagación y creación del conocimiento científico en torno a la deriva continental y la tectónica de placas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 186-197. doi:http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.13
- García, A. (23 de Junio de 2021). *Curso interactivo de física en internet*. Obtenido de Movimiento ondulatorio: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_/ondas/reflex_trans/prisma/prisma.html
- Gil Pérez, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 1(1), 26-33. Obtenido de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/50606>
- Jiménez, M., Delgado, L., Castillo, F., & Baños, I. (2021). Contexto, indagación y modelización para movilizar explicaciones del alumnado de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 5-25. doi:<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3032>
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 84-173. Obtenido de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/75824>

- Justi, R., Ferreira, P., Queiroz, A., & Mendonça, P. (2012). Contribuciones de la enseñanza fundamentada en modelación para el desarrollo de la capacidad de visualización. 155-174. Obtenido de <https://docplayer.es/85155526-Contribuciones-de-la-ensenanza-fundamentada-en-modelacion-para-el-desarrollo-de-la-capacidad-de-visualizacion-capitulo-sexto.html>
- Martinand, J. (1986). Enseñanza y aprendizaje de la modelización. *Enseñanza de las Ciencias.*, 4(1), 45-50. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/50859/92863>
- Mena, A. (2017). El proceso de modelización en la enseñanza y el aprendizaje de las funciones vitales con estudiantes de quinto grado de primaria. (Tesis de maestría). *Universidad de Antioquia*. Obtenido de <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/handle/123456789/2731>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (Julio de 2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- Nussenzveig, H. (1977). *Teoría del arcoíris*. Prensa Científica, S.A. Obtenido de <https://www.divulgameteo.es/uploads/Teor%C3%ADa-arco-iris.pdf>
- Oliva, M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 37(2), 5-24. doi:<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- Pérez, G., Gómez, A., & González, L. (2018). Enseñanza de la evolución: fundamentos para el diseño de una propuesta didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 1-13. Obtenido de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3625/3872>
- Principio de Fermat. (2003). *Apuntes: Óptica Avanzada*. Universidad de Buenos Aires. Obtenido de <http://materias.fi.uba.ar/opto/optav/ApuntesOpticaGeometrica.pdf>
- Restrepo, B. (2004). La investigación-acción educativa y la construcción del saber pedagógico. *Educación y Educadores*.(7), 44-55. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/834/83400706.pdf>
- Serrano, A. (2013). El comportamiento de la luz: diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza basada en el aprendizaje como investigación orientada (Pregrado). *Universidad Pedagógica Nacional*. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/2068/TE-16002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tamayo, O. (2013). Modelos y modelización en la enseñanza Y el aprendizaje de las ciencias. *IX Congreso internacional sobre investigación*, 9-13. Obtenido de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtrap3484.pdf
- Torre, V., Martí, J., & Amart, A. (2013). Una experiencia acerca de la enseñanza de la óptica para el profesorado de primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de*

investigación y experiencias didácticas, 1651-1656. Obtenido de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307415/397389>

Universidad Autónoma de México. (2007). *Experimentos simples para comprender una tierra complicada. La Luz y los colores*. Obtenido de https://yearofplanetearth.org/content/downloads/mexico/libro_luz_color_web.pdf

Villaseñor, V., & Ramos, S. (2020). Modelización científica escolar para explorar el sistema circulatorio en Educación Infantil. *Enseñanza de las ciencias.*, 38(1), 105-125. doi:<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2765>

ANEXO 1

Continuación de la tabla 1. Análisis de la revisión de investigaciones sobre modelización

ACEPCIÓN	AUTOR	TÍTULO	DESARROLLOS	RESULTADOS
<p>La modelización como competencia.</p>	<p>Aragón Lourdes, Jiménez Natalia, Oliva José & Aragón Maria</p>	<p>La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de caso.</p>	<p>A partir de la revisión bibliográfica se reconocen los criterios de demarcación de los enfoques de enseñanza basados en la modelización, para posteriormente aplicarlos a la estrategia de enseñanza de la temática sistema Sol-Tierra enfocado a el fenómeno de las estaciones, para la formación inicial de maestros de educación primaria.</p> <p>El desarrollo de la investigación se dividió en tres fases, la primera consistió en la selección de las dimensiones de análisis para la construcción del diseño de enseñanza que consistía en 29 actividades.</p> <p>La segunda fase se establecieron las 9 categorías de análisis para el estudio de las 29 actividades.</p> <p>La tercera fase los autores valoran la presencia o no de ciclos de modelización en las actividades propuestas.</p>	<p>La revisión de este trabajo ha permitido reconocer como los autores a partir del estudio de la bibliografía existente, destacan un conjunto de criterios de demarcación de los enfoques de enseñanza basados en la modelización y desde los cuales establecieron tres dimensiones definitorias distintas, que son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Las destrezas y valores relacionados con la modelización puestos en juego. 2. Los recursos didácticos más característicos que acompañan a estos enfoques. 3. La identificación en la secuencia de actividades de uno o varios ciclos de modelización. <p>El diseño didáctico compuesto por varias actividades en base a la elaboración de modelos, como simulaciones y tareas de conflicto cognitivo, las cuales no tenían un orden secuencial, por lo que al realizar un análisis</p>

				comparativo entre el diseño “objeto de estudio” con el ciclo de modelización, genera una reflexión frente los cambios que necesita la secuencia a la necesidad que se evidencia en la comparación.
La modelización como progresión de modelos.	Caamaño Aureli	Contextualización, indagación y modelización Tres enfoques para el aprendizaje de la competencia científica en las clases de química.	<p>El documento abarca tres categorías para la enseñanza de las ciencias, inicialmente se plantea la enseñanza de las ciencias de forma contextualizada, refiriéndose a la relación que guardan con la vida cotidiana de los estudiantes. Por ejemplo, las aplicaciones de la ciencia y las interacciones entre la ciencia, sociedad y el medio ambiente, son las que permiten diferenciar dos enfoques para la enseñanza de las ciencias, el primero parte de los conceptos para interpretar y explicar el contexto y el segundo parte del contexto para introducir y desarrollar los conceptos y modelos.</p> <p>Entonces, los modelos científicos y el proceso de modelización escolar, el autor los describe como las representaciones de un objeto, proceso o fenómeno que tiene como finalidad explicar su estructura, funcionamiento y predecir los futuros</p>	<p>El artículo presenta una serie de argumentaciones fundamentadas en la necesidad de integración de tres enfoques en la enseñanza de las ciencias, que se han venido desarrollando de forma separada hasta el momento, basados en aspectos como: la contextualización, la modelización y la investigación. Por lo que el autor concluye que se debe seguir con el ejercicio investigativo que le permita explorar formas de mayor integración de los tres enfoques para conseguir un aporte a la enseñanza de la química más significativa, autentica y relevante.</p>

			<p>estados. Ubicados en una posición intermedia entre los fenómenos y las teorías científicas, ya que son representaciones parciales de la realidad. Posteriormente el autor argumenta que el proceso de aprendizaje en el aula debería consistir en la elaboración de una serie de modelos mentales de los estudiantes que progresivamente se vayan aproximando al modelo científico escolar deseado en cada nivel educativo. Finalmente enumera las etapas que plantea para ayudar a los estudiantes a modelizar un fenómeno o proceso.</p>	
<p>La modelización como competencia.</p>	<p>Tamayo Óscar</p>	<p>Modelos y modelización en la enseñanza Y el aprendizaje de las ciencias.</p>	<p>El documento tiene como objetivo: “Identificar los principales aportes y tendencias de la investigación en modelos y modelización en enseñanza de las ciencias”. Entonces, expone las principales tendencias en investigación en modelos y modelización, para lo cual se describen algunos de los principales aportes de diversos investigadores en este campo. También presenta una propuesta conceptual para la enseñanza de las ciencias a partir de la modelización de los aspectos epistemológicos,</p>	<p>El autor determina la importancia sobre la relación que guarda la enseñanza y el aprendizaje con los modelos mentales, pues al describir los modelos mentales como un tipo de representación que se clasifica de dos formas el mundo interior y el mundo exterior, debido a que Podemos representar en nuestra mente todo lo que percibimos con los sentidos y, asimismo, podemos representar algo que imaginamos sin necesariamente verlo o sentirlo. Estas representaciones generalmente las empleamos para la resolución de</p>

			<p>ontológicos, cognitivo-lingüísticos y motivacionales.</p> <p>El estudio sobre los modelos y la modelización en el aula de clase ha permitido identificar factores importantes en el aprendizaje y, asimismo, ha posibilitado el diseño de ambientes de enseñanza orientados a la superación de los obstáculos que son previamente caracterizados. Se finaliza con la presentación de algunos de los temas de investigación vinculados con los procesos de modelización en las aulas de clase en relación específica con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.</p>	<p>cualquier problema, ya sea en el ámbito educativo, familiar o laboral; por medio de diferentes formas de representar la información de acuerdo con la complejidad del problema y nuestra experiencia.</p> <p>También, se logra identificar que la línea de investigación referida a la modelización para el diseño de estrategias de enseñanza y aprendizaje tiene como propósito central lograr mayor profundidad del aprendizaje en los estudiantes, determinar la validez de modelos expresados y lograr mejores comprensiones de los modelos históricos en los diferentes campos del saber a través de la enseñanza. El uso de dichos modelos es aprovechado para identificar los obstáculos de aprendizaje, los cuales son importantes debido al puente que pueden formar entre los conceptos enseñados por los profesores y los modelos mentales de los estudiantes. Ahora identificando los modelos mentales de los estudiantes se identifican los obstáculos de aprendizaje y a partir de esto se construye una metodología de</p>
--	--	--	---	---

				enseñanza que permita suprimir los obstáculos de aprendizaje y construir un modelo mental más asertivo por medio de mejores comprensiones.
La modelización en su dimensión instrumental.	Domènech Jordi	Una secuencia didáctica de modelización, indagación y creación del conocimiento científico en torno a la deriva continental y la tectónica de placas.	<p>El documento explica las consideraciones disciplinares frente a comportamiento y los mecanismos geológicos que actúan en nuestro planeta, en específico: La tectónica de placas, generalmente en los libros de texto contienen algunas explicaciones que pueden generar confusión o simplemente concepciones erróneas. Por lo que el autor plantea estructurar una estriega de Enseñanza de las Ciencias Basadas en la Indagación (ECBI) y para ellos reconoce que existe una serie de pasos que atienden distintos procesos científicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Formular preguntas investigables. 2) Dar prioridad a la observación. 3) Analizar la observación. 4) Formular una explicación basada en las observaciones. 5) Conectar la explicación con los modelos y 	<p>El autor considera que las estrategias didácticas y eventos de comunicación pueden ser de utilidad en otras actividades ECBI y que la secuencia didáctica proporciona al alumnado un contexto que constituye una aproximación razonable a la investigación científica. También se recogen algunas características de la secuencia didáctica propuesta relevantes que consideramos que pueden ser transferibles al diseño de nuevas actividades ECBI:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La ciencia como proceso, no como producto acabado. Teniendo en cuenta como nuevos datos se incorporan a lo largo de la investigación, modificando las interpretaciones anteriores de otros datos para construir un modelo explicativo global, que se mantiene como provisional. 2. Una creación del conocimiento no lineal que cuente con los distintos pasos de

			<p>conocimientos científicos.</p> <p>6) Comunicar y justificar la explicación.</p> <p>7) Reflexionar sobre el proceso.</p> <p>Se ha desarrollado y testado una secuencia didáctica alrededor de la tectónica de placas que se presenta junto con una valoración de su aplicación y evidencias recogidas del aprendizaje del alumnado.</p> <p>Se propone a los alumnos que descubran cuál ha sido la historia geológica de los continentes de un mundo imaginario y la describan mediante un vídeo de formato científico, junto con su hipótesis de la ubicación y tipología de los límites de placas tectónicas. Las actividades para el desarrollo de esta estrategia de enseñanza se distribuirán en 12 sesiones de una hora y se divide en etapas que perfilan la estructura estándar de la (ECBI), en cada etapa se proporciona evidencias parciales para que los alumnos interpreten con ayuda de las guías y encuentros grupales de conocimiento. Posteriormente, los resultados en donde manifiesta que a lo largo de la actividad se recogieron por medio</p>	<p>la investigación como: observación, análisis, conclusión, etc. Que se interrelacionen entre sí en un proceso en espiral sin inicio ni final definidos y no por ello incorrectos científicamente.</p> <p>3. “La ciencia como constructo social” en donde los modelos científicos se median en comunicación informal y negociación social por medio de la capacidad de convicción de sus participantes, pues la integración de estos grupos sociales entre pares puede significar una aportación a las concepciones individuales de los estudiantes.</p> <p>4. No existe una “solución correcta” que se pueda consultar o comparar con las obtenidas por los estudiantes pues se ha establecido que solo existen “procesos correctos”, “explicaciones razonables” y “consensos de la comunidad”. Pues de esta manera se enseña al alumno a partir de la incertidumbre, tomar decisiones a partir de datos aproximados lo cual es un aspecto fundamental en su educación científica. Debido a esta razón esta actividad no ofreció una</p>
--	--	--	---	--

			<p>fichas, portfolios y vídeo, las observaciones en el aula, producciones del alumnado conversaciones informales con el alumnado. Todo recopilado forma cualitativa para valorar las estrategias didácticas empleadas de la aplicación de la estrategia y finalmente las conclusiones que obtiene de este trabajo.</p>	<p>propuesta de “solución correcta”.</p>
<p>La modelización como programación de modelos y la modelización como competencia.</p>		<p>Cómo facilitar la modelización científica en el aula.</p>	<p>El documento busca expresar como desarrollar y usar modelos es parte del que hacer científico. Con el fin de explicar y predecir fenómenos naturales, los científicos incluyen este que hacer en diferentes contextos delineando el carácter de sus prácticas científicas auténticas. Al involucrar a los estudiantes en prácticas científicas auténticas, como la de modelización puede ayudarlos a entender no solo ideas centrales de las distintas disciplinas científicas, sino también a ganar conocimiento epistemológico y experiencia para entender cómo se construyen y evalúan esas ideas.</p> <p>Sin embargo, realizar estas prácticas desde el inicio de la escolaridad plantea varios desafíos tanto para estudiantes como para profesores y por ello el autor de este trabajo presenta</p>	<p>Se logra identificar que este documento plantea promover la modelización desde dos sentidos. El primero, la modelización como programación de modelos, debido a que hace de manera explícita alusión a los modelos entendidos como representaciones que, solo cuando se utilizan para interpretar fenómenos naturales, conllevan diferentes componentes explicativos y aspectos de mecanismos causales normalmente invisibles. Lo que implica en la práctica fomentar la utilización de modelos como herramientas de razonamiento y organización de la interpretación fenomenológica en donde el contexto social resulta crucial. Este tipo de modelos según lo expone el autor tienen sentido y</p>

			<p>algunos aspectos propios de la investigación centrados en facilitar la modelización científica durante diferentes años de la vida escolar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ilustrar con ejemplos de aula algunas posibilidades para integrar ideas de contenido disciplinar en la modelización científica desde los primeros niveles educativos, considerando la evolución de esa integración en trayectorias que respetan las ideas intuitivas de los estudiantes. 2. Examinar cómo las normas que existen en el aula influyen en el desarrollo de estas prácticas. 3. Describir algunos elementos de diseño de investigación que contribuyen a entender de qué manera es posible mejorar la participación de estudiantes y profesores en la modelización científica. 	<p>son productivos para los estudiantes en distintas etapas de la vida escolar.</p> <p>El segundo desde la modelización como competencia pues el autor manifiesta que la modelización en el aula busca promover el uso de representaciones para ilustrar, explicar o predecir fenómenos o incluir hábitos para evaluar y revisar las representaciones según se vayan utilizando. Lo que comprometería cuatro elementos centrales para operacionalizar las prácticas de modelización con estudiantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Construir modelos consistentes con evidencia admisible y teorías sobre cómo ilustrar, explicar y predecir fenómenos. 2. Utilizar modelos para ilustrar, explicar y predecir fenómenos. 3. Comparar y evaluar la capacidad de diferentes modelos tanto para representar
--	--	--	--	--

				<p>adecuadamente y capturar patrones en fenómenos como para predecir nuevos.</p> <p>4. Revisar modelos de manera que se incremente su potencial explicativo o predictivo, considerando pruebas adicionales o nuevos aspectos en los mismos fenómenos o en otros similares.</p>
--	--	--	--	--

ANEXO 2

Derivada de la relación matemática referida a la refracción de la luz

$\frac{dt}{dx} = \frac{n_1 x}{\sqrt{a^2 + x^2}} + \frac{n_2 (d - x)}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$	
$\frac{dt}{dx} = \frac{d}{dx} \left(\frac{n_1 x}{\sqrt{a^2 + x^2}} \right) + \frac{d}{dx} \left(\frac{n_2 (d - x)}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}} \right)$	
<p><i>Sacar la constante</i></p> $n_1 \frac{d}{dx} \left(\frac{n_1 x}{\sqrt{a^2 + x^2}} \right)$	<p><i>Sacar la constante</i></p> $n_2 \frac{d}{dx} \left(\frac{(d - x)}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}} \right)$
<p><i>Aplicar la regla del cociente</i></p> $= \frac{\frac{d}{dx}(x)\sqrt{a^2 + x^2} - \frac{d}{dx}(\sqrt{a^2 + x^2})x}{(\sqrt{a^2 + x^2})^2}$	<p><i>Aplicar la regla del cociente</i></p> $= \frac{\frac{d}{dx}(d - x)\sqrt{b^2 + (d - x)^2} - \frac{d}{dx}(\sqrt{b^2 + (d - x)^2})(d - x)}{(\sqrt{b^2 + (d - x)^2})^2}$
<p><i>Aplicar la regla de derivacion</i></p> $\frac{d}{dx}(x) = 1$	<p><i>Aplicar la regla de la diferencia</i></p> $= \frac{d}{dx}(d) - \frac{d}{dx}(x)$ <p><i>Entonces: d como contante y la derivada de x es:</i></p> $= 0 - 1$ $= -1$
$\frac{d}{dx}(\sqrt{a^2 + x^2})$ <p><i>Aplicando la regla de la cadena</i></p> $\frac{1}{2\sqrt{a^2 + x^2}} \frac{d}{dx}(a^2 + x^2)$ $\frac{d}{dx}(a^2 + x^2)$ <p><i>Aplicando la regla de la suma</i></p> $\frac{d}{dx}(a^2) + \frac{d}{dx}(x^2)$ <p><i>Entonces: a como contante y la derivada de x es:</i></p> $= 0 + 2x$ $= 2x$	$\frac{d}{dx}(\sqrt{b^2 + (d - x)^2})$ <p><i>Aplicando regla de la cadena</i></p> $\frac{1}{2\sqrt{b^2 + (d - x)^2}} \frac{d}{dx}(b^2 + (d - x)^2)$ $\frac{d}{dx}(b^2 + (d - x)^2)$ <p><i>Aplicando la regla de la suma</i></p> $\frac{d}{dx}(b^2) + \frac{d}{dx}((d - x)^2)$ <p><i>Entonces: b como contante y la derivada de (d-x) es:</i></p> $= 0 - 2(d - x)$ $= -2(d - x)$
$= \frac{1}{2\sqrt{a^2 + x^2}} (2x)$ <p><i>Simplificamos $\frac{1}{2\sqrt{a^2 + x^2}} (2x)$:</i></p> <p><i>Multiplicando fracciones y eliminando términos comunes, obtenemos que:</i></p>	$= \frac{1}{2\sqrt{b^2 + (d - x)^2}} (-2(d - x))$ <p><i>Simplificamos $\frac{1}{2\sqrt{b^2 + (d - x)^2}} (-2(d - x))$:</i></p>

$= \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}}$	<p>Multiplicando fracciones y eliminando términos comunes, obtenemos que:</p> $= -\frac{-x + d}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$
<p>Entonces:</p> $= n_1 \frac{(1)(\sqrt{a^2 + x^2}) - \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} (x)}{(\sqrt{a^2 + x^2})^2}$ <p>Ahora simplificamos:</p> <p>Haciendo las multiplicaciones</p> $\frac{\sqrt{a^2 + x^2} - \frac{x^2}{\sqrt{a^2 + x^2}}}{(\sqrt{a^2 + x^2})^2}$ <p>Aplicando las leyes de los exponentes</p> $(\sqrt{a^2 + x^2})^2 = a^2 + x^2$ $= \frac{\sqrt{a^2 + x^2} - \frac{x^2}{\sqrt{a^2 + x^2}}}{a^2 + x^2}$ <p>Operando la parte superior $\sqrt{a^2 + x^2} - \frac{x^2}{\sqrt{a^2 + x^2}}$:</p> <p>Convirtiendo $\sqrt{a^2 + x^2}$ al multiplicando por $\frac{\sqrt{a^2 + x^2}}{\sqrt{a^2 + x^2}}$, entonces:</p> $\frac{\sqrt{a^2 + x^2} \sqrt{a^2 + x^2} - \frac{x^2}{\sqrt{a^2 + x^2}}}{\sqrt{a^2 + x^2}}$ <p>Como el denominador es el mismo:</p> $\frac{\sqrt{a^2 + x^2} \sqrt{a^2 + x^2} - 2x}{\sqrt{a^2 + x^2}}$ <p>Para solucionar la parte superior $\sqrt{a^2 + x^2} \sqrt{a^2 + x^2} - 2x$ aplicar las leyes de los exponentes que nos dicen que $\sqrt{a} \sqrt{a} = a$, ahora bien:</p> $\sqrt{a^2 + x^2} \sqrt{a^2 + x^2} = a^2 + x^2$ <p>Ahora:</p> $a^2 + x^2 - 2x = a^2$ <p>Entonces nos queda:</p> $\frac{a^2}{\sqrt{a^2 + x^2}}$ <p>Continuando</p>	<p>Entonces:</p> $= n_2 \frac{(-1)(\sqrt{b^2 + (d - x)^2}) - \left(-\frac{-x + d}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}\right) (d - x)}{(\sqrt{b^2 + (d - x)^2})^2}$ <p>Ahora simplificamos:</p> <p>Haciendo las multiplicaciones</p> $\frac{-\sqrt{b^2 + (d - x)^2} + \frac{-x + d}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}} (d - x)}{(\sqrt{b^2 + (d - x)^2})^2}$ <p>Aplicando las leyes de los exponentes</p> $(\sqrt{b^2 + (d - x)^2})^2 = b^2 + (d - x)^2$ $= \frac{-\sqrt{b^2 + (d - x)^2} + \frac{-x + d}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}} (d - x)}{b^2 + (d - x)^2}$ <p>Multiplicando las fracciones $\frac{-x + d}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}} (d - x)$, obtenemos que:</p> $\frac{(-x + d)(d - x)}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$ <p>Dado que $(-x + d)(d - x) = (-x + d)^2$ entonces:</p> $\frac{(-x + d)^2}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$ <p>Continuando</p> $= \frac{-\sqrt{b^2 + (d - x)^2} + \frac{(-x + d)^2}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}}{b^2 + (d - x)^2}$ <p>Convirtiendo $-\sqrt{b^2 + (d - x)^2}$ al multiplicando por $\frac{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$, entonces:</p> $-\frac{\sqrt{b^2 + (d - x)^2} \sqrt{b^2 + (d - x)^2}}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}} + \frac{(-x + d)^2}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$ <p>Como el denominador es el mismo:</p> $-\frac{\sqrt{b^2 + (d - x)^2} \sqrt{b^2 + (d - x)^2} + (-x + d)^2}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$ <p>Para solucionar la parte superior $-\sqrt{b^2 + (d - x)^2} \sqrt{b^2 + (d - x)^2} + (-x + d)^2$ aplicar las</p>

$\frac{\frac{a^2}{\sqrt{a^2+x^2}}}{a^2+x^2}$ <p>Aplicando las propiedades de los fraccionarios obtenemos:</p> $= \frac{a^2}{\sqrt{a^2+x^2}(a^2+x^2)}$ $= n_1 \frac{a^2}{\sqrt{a^2+x^2}(a^2+x^2)}$ <p>Multiplicando, finalmente obtenemos:</p> $\frac{a^2 n_1}{(a^2+x^2)\sqrt{a^2+x^2}}$	<p>leyes de los exponentes que nos dicen que $\sqrt{a}\sqrt{a} = a$, ahora bien:</p> $-\sqrt{b^2+(d-x)^2}\sqrt{b^2+(d-x)^2} = -(b^2+(d-x)^2)$ $= -b^2 - (d-x)^2$ <p>Entonces:</p> $= -b^2 - (d-x)^2 + (-x+d)^2$ <p>Expandir $-(d-x)^2$ y $(-x+d)^2$, aplicando la formula del binomio cuadrado</p> $(-x+d)^2 = x^2 - 2dx + d^2$ $-(d-x)^2 = -d^2 + 2dx - x^2$ <p>Retomando:</p> $= -b^2 - d^2 + 2dx - x^2 + x^2 - 2dx + d^2$ <p>Simplificando obtenemos:</p> $= -b^2$
	<p>Entonces nos queda:</p> $-\frac{b^2}{\sqrt{b^2+(d-x)^2}}$ <p>Continuando</p> $-\frac{b^2}{\frac{\sqrt{b^2+(d-x)^2}}{b^2+(d-x)^2}}$ <p>Aplicando las propiedades de los fraccionarios obtenemos:</p> $= -\frac{b^2}{\sqrt{b^2+(d-x)^2}(b^2+(d-x)^2)}$ $= n_2 - \frac{b^2}{\sqrt{b^2+(d-x)^2}(b^2+(d-x)^2)}$ <p>Multiplicando, finalmente obtenemos:</p> $\frac{b^2 n_2}{(b^2+(d-x)^2)\sqrt{b^2+(d-x)^2}}$
$\frac{dt}{dx} = \frac{a^2 n_1}{(a^2+x^2)\sqrt{a^2+x^2}} - \frac{b^2 n_2}{(b^2+(d-x)^2)\sqrt{b^2+(d-x)^2}}$	

ANEXO 3

Derivada de la relación matemática referida a la reflexión de la luz

$\frac{dL}{dx} = \frac{1}{2} \frac{2x}{\sqrt{a^2 + x^2}} + \frac{1}{2} \frac{2(d-x)(-1)}{\sqrt{b^2 + (d-x)^2}}$	
$\frac{dL}{dx} = \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{2} \frac{2x}{\sqrt{a^2 + x^2}} \right) + \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{2} \frac{2(d-x)(-1)}{\sqrt{b^2 + (d-x)^2}} \right)$	
<p><i>Sacar la constante</i></p> $\frac{1}{2} \cdot 2 \frac{d}{dx} \left(\frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} \right)$	<p><i>Sacar la constante</i></p> $\frac{1}{2} \cdot 2 \frac{d}{dx} (-1) \left(\frac{(d-x)}{\sqrt{b^2 + (d-x)^2}} \right)$
<p><i>Aplicar la regla del cociente</i></p> $= \frac{1}{2} \cdot 2 \frac{\frac{d}{dx}(x)\sqrt{a^2 + x^2} - \frac{d}{dx}(\sqrt{a^2 + x^2})x}{(\sqrt{a^2 + x^2})^2}$	<p><i>Aplicar la regla del cociente</i></p> $\frac{1}{2} \cdot 2 \frac{d}{dx} (-1) \left(\frac{(d-x)}{\sqrt{b^2 + (d-x)^2}} \right)$
<p><i>Aplicar la regla de derivacion</i></p> $\frac{d}{dx}(x) = 1$	<p><i>Aplicar la regla de la diferencia</i></p> $= \frac{d}{dx}(d) - \frac{d}{dx}(x)$ <p><i>Entonces: d como contante y la derivada de x es:</i></p> $= 0 - 1$ $= -1$
$\frac{d}{dx}(\sqrt{a^2 + x^2})$ <p><i>Aplicando la regla de la cadena</i></p> $\frac{1}{2\sqrt{a^2 + x^2}} \frac{d}{dx}(a^2 + x^2)$ $\frac{d}{dx}(a^2 + x^2)$ <p><i>Aplicando la regla de la suma</i></p> $\frac{d}{dx}(a^2) + \frac{d}{dx}(x^2)$ <p><i>Entonces: a como contante y la derivada de x es:</i></p> $= 0 + 2x$ $= 2x$	$\frac{d}{dx}(\sqrt{b^2 + (d-x)^2})$ <p><i>Aplicando regla de la cadena</i></p> $\frac{1}{2\sqrt{b^2 + (d-x)^2}} \frac{d}{dx}(b^2 + (d-x)^2)$ $\frac{d}{dx}(b^2 + (d-x)^2)$ <p><i>Aplicando la regla de la suma</i></p> $\frac{d}{dx}(b^2) + \frac{d}{dx}((d-x)^2)$ <p><i>Entonces: b como contante y la derivada de (d-x) es:</i></p> $= 0 - 2(d-x)$ $= -2(-x + d)$
$= \frac{1}{2\sqrt{a^2 + x^2}} (2x)$ <p><i>Simplificamos</i> $\frac{1}{2\sqrt{a^2 + x^2}} (2x)$:</p> <p><i>Multiplicando fracciones y eliminando términos comunes, obtenemos que:</i></p>	$= \frac{1}{2\sqrt{b^2 + (d-x)^2}} (-2(-x + d))$ <p><i>Simplificamos</i> $\frac{1}{2\sqrt{b^2 + (d-x)^2}} (-2(-x + d))$:</p> <p><i>Multiplicando fracciones y eliminando términos comunes, obtenemos que:</i></p>

$= \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}}$	$= -\frac{-x + d}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$
<p><i>Entonces:</i></p> $= \frac{1}{2} 2 \frac{(1)(\sqrt{a^2 + x^2}) - \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} (x)}{(\sqrt{a^2 + x^2})^2}$ <p><i>Ahora simplificamos:</i></p> <p><i>Haciendo las multiplicaciones correspondientes y eliminando términos comunes, obtenemos que:</i></p> $\frac{\sqrt{a^2 + x^2} - \frac{x^2}{\sqrt{a^2 + x^2}}}{(\sqrt{a^2 + x^2})^2}$ <p><i>Aplicando las leyes de los exponentes</i></p> $(\sqrt{a^2 + x^2})^2 = a^2 + x^2$ $= \frac{\sqrt{a^2 + x^2} - \frac{x^2}{\sqrt{a^2 + x^2}}}{a^2 + x^2}$ <p><i>Operando la parte superior $\sqrt{a^2 + x^2} - \frac{x^2}{\sqrt{a^2 + x^2}}$:</i></p> <p><i>Convirtiendo $\sqrt{a^2 + x^2}$ al multiplicando por $\frac{\sqrt{a^2 + x^2}}{\sqrt{a^2 + x^2}}$, entonces:</i></p> $\frac{\sqrt{a^2 + x^2} \sqrt{a^2 + x^2} - \frac{x^2}{\sqrt{a^2 + x^2}}}{\sqrt{a^2 + x^2}}$ <p><i>Como el denominador es el mismo:</i></p> $\frac{\sqrt{a^2 + x^2} \sqrt{a^2 + x^2} - 2x}{\sqrt{a^2 + x^2}}$ <p><i>Para solucionar la parte superior $\sqrt{a^2 + x^2} \sqrt{a^2 + x^2} - 2x$ aplicar las leyes de los exponentes que nos dicen que $\sqrt{a} \sqrt{a} = a$, ahora bien:</i></p> $\sqrt{a^2 + x^2} \sqrt{a^2 + x^2} = a^2 + x^2$ <p><i>Ahora:</i></p> $a^2 + x^2 - x^2 = a^2$ <p><i>Entonces nos queda:</i></p> $\frac{a^2}{\sqrt{a^2 + x^2}}$	<p><i>Entonces:</i></p> $= \frac{1}{2} 2 \frac{(-1)(\sqrt{b^2 + (d - x)^2}) - \left(-\frac{-x + d}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}\right) (d - x)}{(\sqrt{b^2 + (d - x)^2})^2}$ <p><i>Ahora simplificamos:</i></p> <p><i>Haciendo las multiplicaciones correspondientes y eliminando términos comunes, obtenemos que:</i></p> $\frac{-\sqrt{b^2 + (d - x)^2} + \frac{-x + d}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}} (d - x)}{(\sqrt{b^2 + (d - x)^2})^2}$ <p><i>Aplicando las leyes de los exponentes</i></p> $(\sqrt{b^2 + (d - x)^2})^2 = b^2 + (d - x)^2$ $= \frac{-\sqrt{b^2 + (d - x)^2} + \frac{-x + d}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}} (d - x)}{b^2 + (d - x)^2}$ <p><i>Multiplicando las fracciones $\frac{-x + d}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}} (d - x)$, obtenemos que:</i></p> $\frac{(-x + d)(d - x)}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$ <p><i>Dado que $(-x + d)(d - x) = (-x + d)^2$ entonces:</i></p> $\frac{(-x + d)^2}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$ <p><i>Continuando</i></p> $= \frac{-\sqrt{b^2 + (d - x)^2} + \frac{(-x + d)^2}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}}{b^2 + (d - x)^2}$ <p><i>Convirtiendo $-\sqrt{b^2 + (d - x)^2}$ al multiplicando por $\frac{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$, entonces:</i></p> $-\frac{\sqrt{b^2 + (d - x)^2} \sqrt{b^2 + (d - x)^2}}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}} + \frac{(-x + d)^2}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$ <p><i>Como el denominador es el mismo:</i></p> $-\frac{\sqrt{b^2 + (d - x)^2} \sqrt{b^2 + (d - x)^2} + (-x + d)^2}{\sqrt{b^2 + (d - x)^2}}$ <p><i>Para solucionar la parte superior $-\sqrt{b^2 + (d - x)^2} \sqrt{b^2 + (d - x)^2} + (-x + d)^2$ aplicar las</i></p>

Continuando

$$\frac{a^2}{\frac{\sqrt{a^2+x^2}}{a^2+x^2}}$$

Aplicando las propiedades de los fraccionarios, finalmente obtenemos:

$$= \frac{a^2}{\sqrt{a^2+x^2}(a^2+x^2)}$$

$$= \frac{a^2}{\sqrt{a^2+x^2}(a^2+x^2)}$$

leyes de los exponentes que nos dicen que $\sqrt{a}\sqrt{a} = a$, ahora bien:

$$-\sqrt{b^2+(d-x)^2}\sqrt{b^2+(d-x)^2} = -(b^2+(d-x)^2)$$

$$= -b^2 - (d-x)^2$$

Entonces:

$$= -b^2 - (d-x)^2 + (-x+d)^2$$

Expandir $-(d-x)^2$ y $(-x+d)^2$, aplicando la formula del binomio cuadrado

$$(-x+d)^2 = x^2 - 2dx + d^2$$

$$-(d-x)^2 = -d^2 + 2dx - x^2$$

Retomando:

$$= -b^2 - d^2 + 2dx - x^2 + x^2 - 2dx + d^2$$

Simplificando obtenemos:

$$= -b^2$$

Entonces

nos

queda:

$$-\frac{b^2}{\sqrt{b^2+(d-x)^2}}$$

Continuando

$$-\frac{b^2}{\frac{\sqrt{b^2+(d-x)^2}}{b^2+(d-x)^2}}$$

Aplicando las propiedades de los fraccionarios y multiplicando por (-1)

$$= (-1) \left(-\frac{b^2}{\sqrt{b^2+(d-x)^2}(b^2+(d-x)^2)} \right)$$

finalmente obtenemos:

$$= \frac{b^2}{\sqrt{b^2+(d-x)^2}(b^2+(d-x)^2)}$$

$$\frac{dL}{dx} = \frac{a^2}{\sqrt{a^2+x^2}(a^2+x^2)} + \frac{b^2}{\sqrt{b^2+(d-x)^2}(b^2+(d-x)^2)}$$

ANEXO 4
Guías propuestas para los estudiantes

Actividad 1.

Nombre: _____

Fecha: _____ Curso: _____

Materiales



Agua



Una moneda



Un vaso plástico blanco

Desarrollo

Para tener en cuenta en el desarrollo del experimento. La observación de la moneda debe hacerse dentro del vaso, desde diferentes posiciones del observador y dejando el vaso quieto sobre una mesa. También realizar la misma observación en las mismas posiciones del observador que se realizaron, pero esta vez con el vaso lleno de agua, teniendo en consideración la diferencia de medio (aire y agua).

Preguntas

1. ¿Veo de forma diferente la moneda cuando no está sumergida en agua y cuando está sumergida en agua?

2. ¿Qué ocurre cuando la moneda esta sumergida en el agua?

3. ¿Qué relación tiene este experimento con la formación del arcoíris?



Actividad 2.

Nombre: _____

Fecha: _____ Curso: _____

Materiales



Dos prismas



Dos octavos de cartulina negra



Una hoja blanca



Lápiz



Tijeras

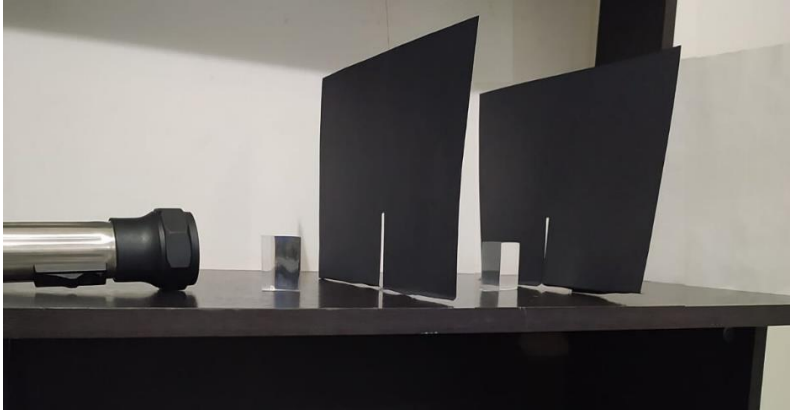


Linterna de luz blanca

Desarrollo

Tomamos las dos cartulinas de forma horizontal y se dibujamos de forma vertical un rectángulo de 6 centímetros de alto y de ancho 3 milímetros, después de haber dibujado el rectángulo vamos a recórtalo de forma que la cartulina quede con el espacio del rectángulo, como si tuviera una abertura. Después colocaremos todo sobre una mesa, las cartulinas y los prismas de forma alternada, comenzando con la cartulina después el prisma, nuevamente la cartulina y el otro prisma y finalmente la hoja blanca.

Al terminar el montaje apagaremos la luz del salón, se colocará la linterna en la primera cartulina, de forma que cuando sea encendida la luz de la linterna pase por la abertura, podemos saber que se realizó de forma correcta cuando veamos que el primer prisma descompone la luz de la linterna, posteriormente debemos ajustar el primer prisma de forma que solo pase un color por la segunda abertura, finalmente debemos observar que el color que pase por la segunda abertura pase por el segundo prisma y podamos ver como el color que sale del primas es proyectado sobre la hoja blanca.



Preguntas

1. ¿Qué ocurrió con la luz blanca de la linterna cuando paso por el primer prisma?

2. ¿Por qué repetimos el procedimiento que realizamos a la luz blanca, en un color específico no vuelve a salir diferentes colores?

3. ¿En qué podemos relacionar este experimento con el fenómeno del arcoíris?



Actividad 3

Nombre: _____

Fecha: _____ Curso: _____

Materiales



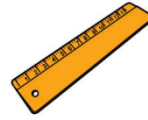
Lápiz



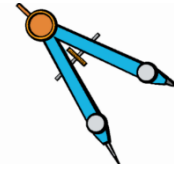
1 metro de pita elástica



Tijeras



Regla



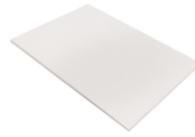
Compas



Colbon



hoja blanca



Octavo de cartón
paja



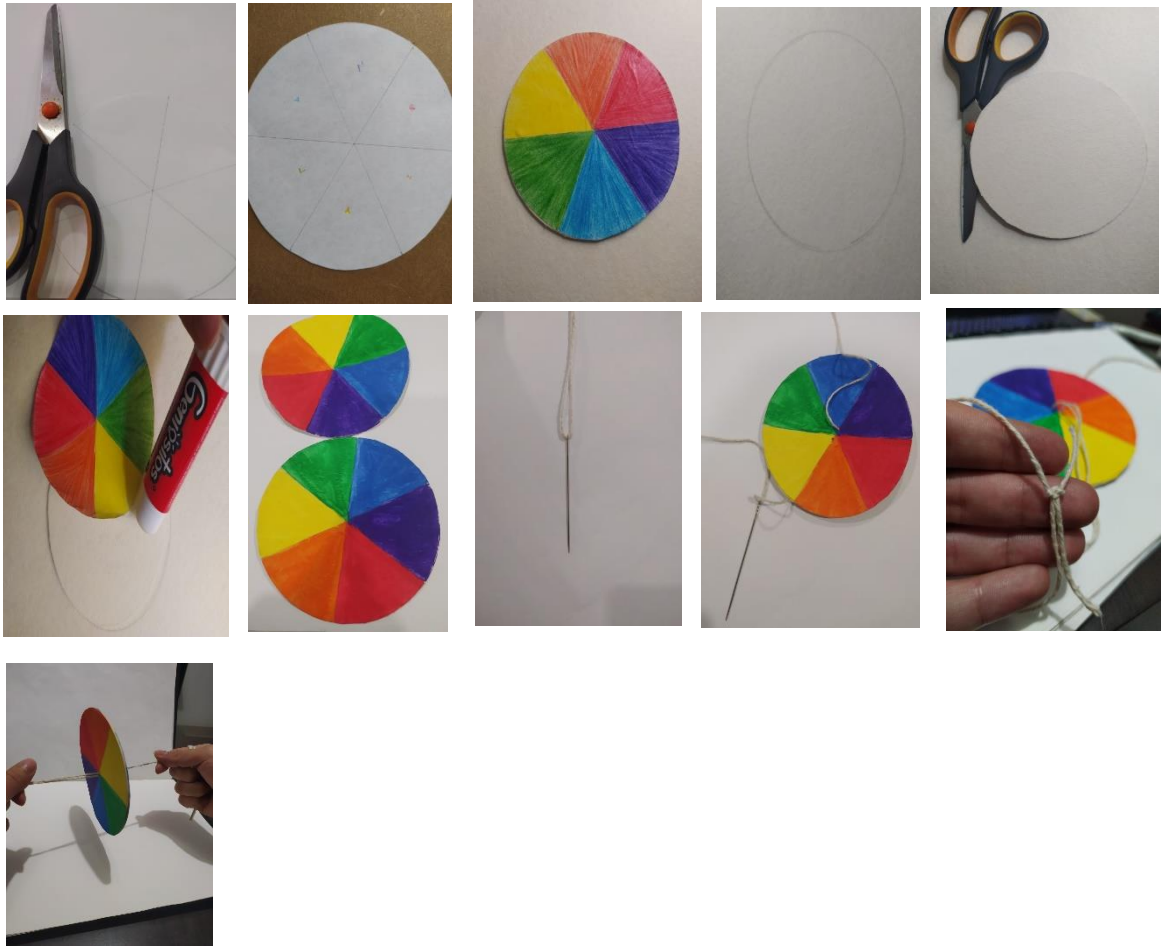
Colores

Desarrollo

Se toma la hoja blanca y en la parte superior de la hoja se coloca el transportador y con ayuda del lápiz se dibuja el contorno, después colocamos el transportador en la parte inferior y con el lápiz se dibuja el contorno, vamos a ver que tenemos dos círculos iguales dibujados en la hoja blanca, con ayuda de la regla vamos a dividir ambos círculos en 6 partes iguales, después se toman las tijeras y se recortan los círculos, cuando este recortados se pintarán las divisiones en la siguiente secuencia, primero el rojo después, naranja, amarillo, verde, azul y morado. Ahora se coloca el transportador sobre el cartón paja y al igual que en la hoja blanca

dibujamos dos círculos iguales y los pegaremos con Colbon, de manera que quede un círculo de cartón paja más grueso, después se pegarán los círculos de papel al círculo de cartón paja cada uno de un lado de forma que los colores sean visibles en ambas caras del círculo. Posteriormente con ayuda del profesor se harán dos aberturas próximas a en el centro con una aguja gruesa y finalmente por ambas aberturas que hizo el profesor pasaremos un metro de pita elástica y la amarraremos las esquinas.

Al finalizar tomaremos los extremos de la pita, con el círculo en el centro, comenzaremos a girarlo rotando las muñecas hacia el frente cuando este la pita completamente retorcida jalaremos y observaremos que ya no vemos los colores separados, sino que el círculo toma un color casi blanco. A continuación, se ilustra por medio de imágenes el procedimiento:



Preguntas

1. ¿Cuándo giras rápido el círculo que ocurre?

2. ¿Qué pasa con los colores cuando giras el círculo rápidamente?

3. ¿Cuándo giras lento el círculo que ocurre?



Actividad 4.

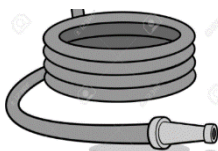
Nombre: _____

Fecha: _____ Curso: _____

Materiales



Grifo de agua



Manguera



Día soleado

Desarrollo

Con asistencia de la profesora en un día soleado, tomar una manguera, abrirla llave y con un dedo oprimir un poco la salida del agua de la manguera, de esta forma obstruiremos la salida del chorro de agua y forzaremos la salida del agua, de manera que salga más distribuida, teniendo en cuenta la incidencia de la luz del sol en las gotas de agua que emite la manguera, estén en un ángulo de 42° respecto a la dirección del observador. Se podrá observar un pequeño espectro de colores (la formación de un arcoíris).

Preguntas

1. ¿Crees que así se forma el arcoíris en el cielo?

2. ¿Qué pasa sino oprimimos la salida de la manguera?

3. ¿Qué condiciones observas que puedan ayudar a la formación de este pequeño arcoíris?

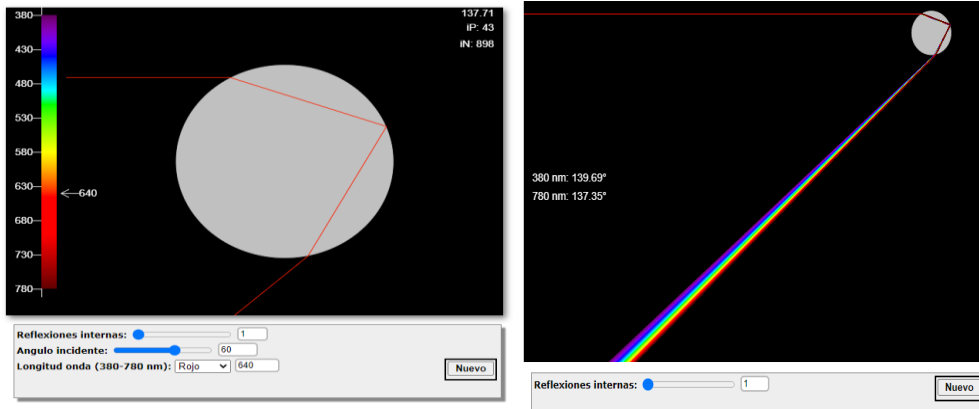


Actividad 5.

Nombre: _____

Fecha: _____ Curso: _____

Materiales



Simulador

Desarrollo

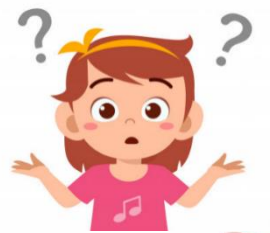
Con el acompañamiento de la docente, abrir la aplicación y con las intervenciones de los niños ir variando el ángulo de incidencia y el número reflexiones que se produzcan dentro de la gota de agua, como ejercicio exploratorio.

Preguntas

1. ¿Qué pasa cuando aumentamos el número de reflexiones dentro de la gota de agua?

2. ¿Qué pasa con el orden de los colores cuando se aumenta el número de reflexiones?

3. ¿Crees que existe alguna relación entre lo que acaba de ver y lo que ocurre cuando se forma el arcoíris en el cielo, por qué?



Actividad 6.

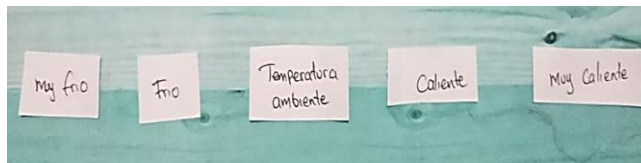
Nombre: _____

Fecha: _____ Curso: _____

Materiales



Cinco vasos de diferentes tamaños



Etiquetas indicando la temperatura del aire

Desarrollo

Se pondrán las etiquetas de forma descendente, el vaso más grande con la etiqueta muy caliente, el siguiente vaso con la etiqueta caliente, el siguiente vaso con la etiqueta temperatura ambiente, el siguiente vaso con la etiqueta frío y el último vaso con la etiqueta muy frío.

Las etiquetas hacen referencia a las temperaturas del ambiente y con una botella de agua llenaremos hasta la mitad el vaso con la etiqueta de temperatura ambiente y esa misma agua se pasará a los vasos con la etiqueta de caliente, muy caliente, frío y muy frío. Este procedimiento con el acompañamiento de la docente.

Preguntas

1. ¿Crees que existe una relación entre el agua y el clima?

2. ¿Crees que así no esté lloviendo hay agua en el cielo?

3. ¿Por qué crees que podemos ver el arcoíris sino está lloviendo?

