



Reflexiones centradas en la Naturaleza de la Ciencia y en fenómenos de la óptica: Una posibilidad para explicar el proceso de construcción y validación del conocimiento

Lina Maria Florez Medina

Trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciada en matemáticas y física

Asesor

Yirsen Aguilar Mosquera, Magíster (MSc) en Enseñanza de las Ciencias

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Licenciatura en Matemáticas y Física
Medellín, Antioquia, Colombia
2021

Cita	(Flórez, 2021)
Referencia	Flórez Medina, L. (2021). <i>Reflexiones centradas en la naturaleza de las ciencias y fenómenos de la óptica: Una posibilidad para explicar el proceso de construcción y validación del conocimiento</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Seleccione ciudad UdeA (A-Z).
Estilo APA 7 (2020)	



Grupo de Investigación Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza (ECCE).



Centro de Documentación Educación

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda

Decano: Wilson Bolívar Buriticá

Jefe departamento: Juan David Gómez González

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Agradecimientos

Escuchar es un acto de intimidad, un acto propio de libertad, que se alcanza solo a través de la consciencia y se otorga como dádiva en el trasegar de la vida.

A mi familia, amigos, compañeros y asesor, infinitas gracias por los ánimos, consejos y la escucha en la construcción de este trabajo, sin su energía creadora no hubiera sido posible.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Capítulo uno. Contextualización	11
1.1 Planteamiento del problema	11
1.2. Objetivos.....	14
1.2.1 Objetivo General	14
1.2.3 Objetivos Específicos.....	15
2.1 Reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias	16
2.1.2 Reflexiones sobre la construcción y validación del conocimiento: una posibilidad para desarrollar habilidades relacionadas con la metacognición y el pensamiento creativo	19
2.2 Reflexiones metacientíficas centradas en el concepto de claroscuro: una posibilidad para explicar la construcción y validación del conocimiento.....	20
Capítulo tres. Metodología	36
3.1 Enfoque y Método	36
3.2. Contexto de la investigación.....	37
3.3. Casos y criterios de selección	38
3.4. Consideraciones éticas.....	39
3.5. Recolección de la información	40
3.51. Observación.....	40
3.5.2. Análisis de contenido	40
3.5.3. Encuentros académicos	41
3.5.4 Descripción de los instrumentos	41
3.6 Sistematización y análisis.....	43

Capítulo cuatro. Resultados	46
4.1 Reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias: una manera de ejemplificar el papel de la comunicación en construcción y validación del conocimiento.....	46
4.2. Reflexiones metacientíficas centradas en el concepto de claroscuro: una posibilidad para construir explicaciones sobre la construcción y validación del conocimiento	50
Capítulo cinco. Implicaciones Didácticas	58
5.1 Lo que implica la formación en ciencias	58
5.2 Secuencia didáctica.....	60
Capítulo seis. Consideraciones Finales	65
Referencias	68
Anexos	

Lista de ilustraciones

Ilustración 1(s. f.). Representación del órgano visual y la imagen, estado de la copia y el reflejo.....	21
Ilustración 2(s. f.). Representación de la percepción del color a través de un simulador (PhET)	25
Ilustración 3(s. f.). Representación de la intensidad de vibraciones por diferentes fuentes que determina el color, a través de un simulador (PhET)	25
Ilustración 4Goethe, J. W. (1949). Representación de los colores fisiológicos, simples y compuestos	26
Ilustración 5(s. f.). Representación de los colores fisiológicos en contrastes del claroscuro	27
Ilustración 6Imagen 6. (s. f.). Representación del contraste de una imagen gris con fondo negro y blanco	28
Ilustración 77. (s. f.). Representación del contraste de dos círculos del mismo tamaño: uno negro con fondo blanco y otro blanco con fondo negro, generando ilusión óptica.....	28
Ilustración 8(s. f.). Representación de una sombra coloreada	29
Ilustración 9(s. f.). Esculturas de Larry Kagan utilizan la luz y la sombra como agente activo	30
Ilustración 10(s. f.). Cómo improvisar una brújula, para determinar los cuatro puntos cardinales	33
Ilustración 11Bausá Valdé, C. (s. f.). Eratóstenes de Cirene y la circunferencia de la Tierra	34
Ilustración 12Galilei, G. (1610). Hoja del libro Sidereus Nuncius Sidereal Messenger	34

Resumen

En esta investigación cualitativa, centrada en un estudio por casos, se identifican aspectos estructurantes relacionados con la construcción y validación del conocimiento a partir de reflexiones sobre el concepto de claroscuro y la formación de imágenes. El proceso se llevó a cabo con cinco informantes, enfocándose en situaciones vinculadas a fenómenos ópticos. A través de las reflexiones desarrolladas, se logró establecer el papel fundamental de la observación y la comunicación en la construcción y validación del conocimiento. En este sentido, se concluyó que la comunicación actúa como un medio crucial para generar discursos sobre el conocimiento, además de ser un vehículo para establecer consensos que legitiman convenciones científicas.

Asimismo, la investigación subraya cómo la perspectiva sociocultural de la ciencia facilita, en el ámbito educativo, la reflexión sobre las dinámicas de construcción del conocimiento. Este enfoque no solo enriquece la enseñanza de las ciencias, sino que también propicia el desarrollo de habilidades críticas en los estudiantes. La capacidad de cuestionar y debatir conceptos científicos se ve favorecida, lo que a su vez fomenta una ciudadanía más consciente y crítica respecto a los procesos de validación del conocimiento. En conclusión, esta investigación pone de manifiesto la relevancia de integrar reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias en la educación, destacando el impacto positivo en la formación de estudiantes capaces de interpretar y validar el conocimiento en su contexto social.

Palabras clave: Reflexiones metacientíficas, formación en ciencias, construcción, validación, percepción, fenómenos cromáticos, formación de imágenes, claroscuro, sombras, conocimiento.

Abstract

This qualitative case study identifies key structural aspects of knowledge construction and validation through reflections on the concept of chiaroscuro and image formation. The investigation involved five participants and centered on situations related to optical phenomena. The reflections undertaken revealed the significant roles of observation and communication in the processes of knowledge construction and validation. It was determined that communication not only generates discourse surrounding knowledge construction but also facilitates the establishment of consensuses, which serve as a legitimizing source for conventions. Additionally, this research illustrates how a sociocultural perspective of science can enhance teaching practices by encouraging reflections on the dynamics of knowledge construction, ultimately promoting the development of critical thinking skills among students.

Keywords: Metascientific reflections, science training, construction, validation, perception, chromatic phenomena, image formation, clearing, shadows, knowledge

Introducción

Los análisis de esta investigación surgieron al cuestionar el sistema visual como herramienta de validaciones científicas. Como estudiante de matemáticas y física, construir representaciones, que se forman a través de las construcciones individuales, representan, en el contexto cultural, las significaciones sobre la realidad que asumimos, por lo que su incidencia política trasciende a la formación ciudadana, todas las culturas tienen representaciones sobre su realidad, y le han dado continuidad desde la legitimidad, dotándolas de sentido. De esta manera, se contempla que la formación de ciencias no es solo enseñar leyes y ejercicios de aplicación, es posibilitar escenarios de transformación, a partir de herramientas como la metacognición y el pensamiento crítico, las cuales, generan espacios y procesos de autorreflexión.

De la misma manera, se contempla el análisis de la óptica, como una de las áreas que evaluamos para aprender y representar construcciones sobre la forma como observamos y percibimos los objetos, por lo tanto, se consideran algunas explicaciones relacionadas con la formación de las imágenes y los fenómenos cromáticos de la luz, por medio de reflexiones entrono a la construcción y validación del conocimiento, lo cual trazo una ruta de significación en la investigación y, la incidencia que trae este análisis en las reflexiones metacientíficas en la formación de ciencias y construcción del conocimiento, fueron considerados en el diseño de los instrumentos y en la secuencia didáctica.

Cabe incluir, que esta investigación se consideró bajo los lineamientos de la investigación cualitativa, al posibilitar escenarios flexibles, en la recolección de información y la interacción del contexto investigativo, generando algunas reflexiones, las cuales participa algunas características relacionadas con las representaciones y significaciones de la realidad. De esta manera, se busca analizar la incidencia de las reflexiones metacientíficas, centradas en el análisis de situaciones que involucran fenómenos ópticos, en la construcción y validación de explicaciones sobre el conocimiento.

Por otro lado, se concibe el estudio de los clásicos, como una técnica de análisis de recolección información, que posibiliten las reflexiones con énfasis en la estructuración del conocimiento, sobre las representaciones y significaciones que se han construido, proceso en el cual, genera nuevas consideraciones en la formación de ciencias. De esta forma, identificar aspectos

estructurantes del concepto de claroscuro, planteado por Galileo, Goethe Stoichiță, y Euler, permiten la elaboración de explicaciones sobre la construcción y validación del conocimiento.

Capítulo uno. Contextualización

1.1 Planteamiento del problema

Al igual que muchos países del mundo, Colombia es un país muy diverso culturalmente, lo cual se traduce, como situación propia de la condición humana, en la variedad de modos de pensar y de ver el mundo, cada uno con sus propias representaciones y significaciones sociales; representaciones que utilizamos para explicar lo que ocurre o ha ocurrido. Estos hechos en el contexto de las ciencias los denominamos hechos científicos o hechos históricos. Al respecto, conviene decir que, a cada perspectiva científica sobre los hechos subyace, una concepción del mundo. Y, es justamente en este marco que se puede considerar que los viajes hacia el conocimiento son momentos donde nos aferramos a la verdad (la cual tiene su significación según la perspectiva del mundo), a una aventura para encontrarse consigo mismo, para concretar nuestras preocupaciones sobre el mundo, formalizar nuestras formas de percibir y explicar nuestra concepción de ciencia y de conocimiento.

En el caso particular de las ciencias, es oportuno decir que, estas en el intento de elaborar una perspectiva de mundo, de realidad y de búsqueda de sentido, construyen un conjunto amplio de elementos que permiten formular los fundamentos con los que se establecen las condiciones de posibilidad para las explicaciones científicas, fundamentos que son considerados por Einstein (1983) como la base axiomática para mantener una relación lógica y adecuada con los hechos percibidos. Al respecto conviene decir que, según este autor, en este proceso interviene la abstracción histórica, la creatividad y el razonamiento.

Complementario a lo anterior, en este proceso también se destacan habilidades como: la observación, el análisis de características y propiedades de los objetos o fenómenos, la percepción de las experiencias sensoriales, la sistematización de los hechos, el establecimiento de consensos, el intercambio de ideas y, la relación entre la observación, la experiencia y la teoría.

Atendiendo a lo anterior, resulta apropiado decir entonces que, estas habilidades son clave en la construcción y validación del conocimiento y, desde luego, en la enseñanza de las ciencias. No obstante, resulta de gran interés establecer, si ¿las habituales propuestas de enseñanza de física desarrollan estas habilidades? De no ser posible con las propuestas actuales ¿Cómo lograr, por medio de la enseñanza de la física, que el estudiante desarrolle las habilidades que favorecen asumir posturas críticas sobre el conocimiento y sus procesos de construcción y validación?

Al respecto, también debe decirse que, si bien desarrollar competencias científicas implica un aprendizaje del saber disciplinar, también supone generar las condiciones para la reflexión crítica, despertar la capacidad de asombro, la creatividad y propiciar condiciones para la iniciativa propia, como herramientas necesarias para desenvolverse en sociedad. No obstante, Castro y Ramírez (2013) señalan que:

En la educación básica secundaria son reducidos los esfuerzos para el fomento de procesos investigativos que permitan desarrollar en los estudiantes capacidades como la curiosidad, el deseo de conocer, plantearse preguntas, observar, criticar, reflexionar, argumentar, experimentar, y solucionar problemas; esto ha dificultado el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes. (p.33)

Por otra parte, para esta investigación resulta conveniente resaltar que, en el caso particular de la observación, es importante analizar el papel que esta cumple en la construcción y validación del conocimiento. Igualmente, es de interés analizar el papel de la observación en la construcción de explicaciones en física, como también, en la comunicación y en el establecimiento de consensos.

Atendiendo al interés planteado, en el análisis realizado a investigaciones, se logró establecer que algunas reportan que, en la enseñanza y aprendizaje de física se presentan dificultades en situaciones que abordan la formación de imágenes y anti-imagen (sombras). En particular, resaltan la manera restringida como es abordado el sistema visual.

A nivel ontológico, la omisión del análisis del sistema visual durante la instrucción y la persistencia de una concepción limitada y simplista del sistema visual (como mera “pantalla receptora”), fortalece la concepción de la visión como fuente de conocimiento objetivo a través de la cual puede conocerse el mundo sin perturbarlo (Pesa, 2016, p. 18).

Complementario a lo anterior, en la formación de imágenes podemos evidenciar el carácter absoluto de la luz, como lo hace notar Stoichiță (1999) cuando escribe:

Existe una historia de la luz, pero se ha escamoteado la posibilidad de una historia de la sombra. En líneas generales cabe achacar este equivoco al propio Hegel...Desde una perspectiva estrictamente hegeliana, el estudio de la relación de la sombra y la luz estaría plenamente justificado [...] solo una historia del claroscuro podría tener éxito. Estudiar la sombra implica en este contexto un doble desafío, tanto frente a la representación colectiva positiva de la luz como ser absoluto, como frente a la dialéctica del claroscuro. (p.11)

Sobre esta situación, también resulta de gran interés señalar que, en algunos textos que se utilizan con mucha frecuencia para la enseñanza de la física; como es el caso del texto de Serway (1992), en este se limitan a señalar que, la luz origina la imagen y no se destacan otros aspectos que también participan en la formación de imágenes, como por ejemplo examinar ¿Cuál es el papel de la oscuridad en la formación de imágenes y que incidencia tienen en la construcción y validación del conocimiento?

Complementario a lo anterior, para comprender el sistema visual puede ser de vital importancia analizar, por ejemplo, la relación entre la luz y la sombra. Igualmente, puede resultar clave para la comprensión de situaciones físicas, analizar las proyecciones bidimensionales en el espacio, producida por una o más fuentes de luz con un cuerpo que obstaculiza o bien, analizar la variedad de los colores de la sombra como también los diferentes medios que la generan. Todo esto se puede concretar con la siguiente cuestión ¿Cuál es la relación entre el claroscuro y la sombra? ¿qué aportes se obtienen con estas reflexiones para la construcción de explicaciones sobre los procesos de construcción y validación del conocimiento?

Por otra parte, sobre la sombra se puede decir que, sobre esta, particularmente la ciencia, el séptimo y el tercer arte, han realizado exploraciones, utilizándola en diferentes obras, ya sean artísticas o científicas, desde una pintura realista hasta las investigaciones de Galileo, pero son las artes que, en su capacidad subjetiva de interpretación, han podido darle características irreales en la construcción simbólica de una obra artística como, por ejemplo, apropiarse de personalidad o vida. No obstante, ante estas situaciones que se desprenden de la sombra, se presentan dificultades de comprensión ante la ausencia de reflexiones que aborden la relación entre la formación de imágenes y las sombras. Sobre este particular. Pesa (2016) señala:

Una concepción asimétrica entre los mecanismos de formación de imágenes y sombras. Los aprendices no conciben a estas últimas como ausencia de luz. Suponen a las sombras como otro tipo de imagen con existencia concreta y características similares a los objetos. (p.29)

Al respecto conviene preguntar, ¿qué tipo de reflexiones se pueden adelantar en la enseñanza de la física que permitan establecer una relación entre la formación de imágenes y la sombra para favorecer una comprensión crítica de estos fenómenos y, en consecuencia, de la construcción y validación del conocimiento?

Consecuente con lo anterior, esta investigación tiene como interés analizar la incidencia de las reflexiones metacientíficas centradas en el concepto de claroscuro en las explicaciones sobre construcción y validación del conocimiento, a través de conceptos como los de los fenómenos ópticos.

Para este propósito, en esta investigación se indagar por, ¿Cómo inciden las reflexiones centradas en la Naturaleza de las Ciencias y en fenómenos de la óptica en la explicación de los procesos de construcción y validación del conocimiento?

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Analizar la incidencia de las reflexiones centradas en la Naturaleza de las Ciencias y en fenómenos de la óptica en la explicación de los procesos de construcción y validación del conocimiento.

1.2.3 Objetivos Específicos

- Explorar algunos aportes de las reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias en la comprensión del papel de la comunicación, la validación y la construcción del conocimiento.
- Identificar aspectos estructurantes del concepto de claroscuro, planteado por Goethe, Galileo, Stoichiță, y Euler, que permiten la elaboración de explicaciones sobre la construcción y validación del conocimiento.
- Describir aspectos metacientíficos sobre la construcción y validación del conocimiento que surgen en las explicaciones que construyen cinco Casos del grado 11 al resolver situaciones que involucran los fenómenos cromáticos de la luz y la formación de imágenes.

Capítulo dos. Marco Teórico

Este capítulo se estructura a partir de dos ejes: reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias y reflexiones metacientíficas centradas en el concepto de claroscuro. En el primero se realiza una aproximación para explicar la construcción y validación del conocimiento y el papel de la comunicación en estos procesos. En el segundo apartado, la reflexión sobre el claroscuro se toma como base para exponer cómo el acto de conocer está determinado por factores que no tienen que estar directamente vinculados con los fenómenos u objetos que explicamos.

2.1 Reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias

En este apartado se reflexiona sobre el carácter cultural de la ciencia, así como sobre la construcción y validación del conocimiento. A partir de estas reflexiones, se establecen vínculos con las ideologías y construcciones sociopolíticas que influyen en las representaciones de la ciencia como en su enseñanza.

2.1.1 Reflexiones sobre el carácter cultural de la ciencia: una manera de generar, en la enseñanza de las ciencias, condiciones para el desarrollo de habilidades científicas

En las reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias, en particular las referidas a los procesos de construcción y validación del conocimiento científico, ligadas al carácter cultural de la ciencia, propician condiciones favorables para la actividad de enseñanza: se favorece el desarrollo de habilidades relacionadas con la interpretación, la argumentación y la observación, entre otros. En este sentido coincidimos con Ayala y Malagón (2004), cuando afirman que:

La enseñanza de las ciencias no solo posee un carácter cultural, sino que es ante todo una actividad cultural. Se trata con ello de generar las condiciones para los modos de ver, de interpretar, de argumentar, de valorar y de actuar propios de la cultura científica, adquieren significación y legitimación para la cultura de base. (p.86)

Al respecto, ¿Cómo puede la reflexión crítica sobre la ciencia en la enseñanza contribuir al desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes?

estos autores (Ayala y Malagón, 2004) también expresan que la ciencia es una actividad cultural y que, comprenderla de este modo, supera la manera restringida de entenderla, sólo como una estructura organizada de conocimientos y que es validada por principios naturales y que está constituida por conceptos y leyes, que le dan un carácter de absoluta e inamovible.

Por otra parte, en este marco de reflexión, consideramos que, la perspectiva cultural de la ciencia permite dotar de sentido la enseñanza de las ciencias: se pueden articular modos de construir y validar conocimiento a los contextos socioculturales en los que tienen ocurrencia. Igualmente, esta perspectiva, permite examinar la incidencia que tiene la condición humana en estos procesos de construcción y validación del conocimiento.

Bajo estas circunstancias, resulta apropiado decir que, se comprende la actividad científica como una construcción donde intervienen las ideologías, las teorías, las creencias, los intereses, las experiencias y los contextos. Al respecto, Elkana (1983). Señala que, “Las ideologías y las construcciones sociopolíticas influencia grandemente las opiniones conscientes sobre el conocimiento, sobre sus fuentes, sobre lo que considera legítimo, aceptable, en síntesis, sobre las imágenes del conocimiento” (p.8).

Asumir la ciencia en estos términos, posibilita que, en la actividad de enseñanza, estos aspectos se constituyan en objeto de reflexión, examinando siempre, la manera como intervienen en los procesos de construcción y validación del conocimiento, lo que se traduce en posibilidades para el desarrollo de habilidades científicas.

De manera similar, en las reflexiones sobre la ciencia, se reconoce el papel de los sujetos en la legitimación de las explicaciones: en la ciencia como construcción social el consenso es la fuente de legitimación del conocimiento y la condición humana interviene en el proceso de construcción. Sobre esto Ayala y Malagón (2004) señalan que:

La ciencia es una actividad humana y como tal se desarrolla a partir de las capacidades humanas que poseen los hombres. Aun así, siendo esta una afirmación evidente, suele pensarse en la ciencia y en las actividades propias de ella de manera diferente. (p.81)

Por otro lado, durante los procesos de enseñanza, se puede llegar a evidenciar que hay un papel sociopolítico al educar. De acuerdo con lo que Heisenberg (1955) expresa “La ciencia natural presupone siempre al hombre y no nos es permitido olvidar que, según lo dicho por Bohr, nunca solo somos espectadores, sino también actores de la vida” (p.13). De esta manera, nos cuestionamos sobre ¿por qué se escogen unos saberes por encima de otros? ¿Cuándo determinamos que aprender? ¿Cuándo un conocimiento es más válido que otro? ¿Por qué nos vemos interesados por aprender algo? Todos estos cuestionamientos adquieren sentido y cierta legitimidad en un contexto de enseñanza en el que la ciencia se significa como una actividad. De acuerdo como lo describe Aguilar (2006):

La concepción de ciencia adquiere dimensiones que permiten, no sólo escenarios para la construcción del sujeto, sino que la ciencia misma puede asumirse como una actividad donde el hombre realiza construcciones que se considera válidas según el contexto sociocultural dado. (p.9)

De esta manera, consideramos que posibilitar las reflexiones de la formación en ciencias, entorno a una construcción cultural, avalada entre sujetos que expresan ideas, opiniones, establecen consensos, debates, argumentos. Favorece el desarrollo de habilidades científicas. De acuerdo con Ayala (2006):

Se trata de generar condiciones que favorezcan una nueva relación frente al conocimiento, en la que le resulte posible al estudiante organizar y ampliar su experiencia, estableciendo una relación de diálogo con aportes de otros pensadores y en general, con la información que circula en su medio cultural. (p.28)

Consecuente con lo anterior, las reflexiones que se desenvuelven alrededor de la formación en ciencias. Toca lo humano, porque es quien lo construye y le da continuidad, al ser construcciones propias de las significación y legitimación de los contextos culturales, que generan representaciones sobre el conocimiento y, que dotan de capacidades para la vida en sociedad y el desarrollo científico en los contextos culturales.

2.1.2 Reflexiones sobre la construcción y validación del conocimiento: una posibilidad para desarrollar habilidades relacionadas con la metacognición y el pensamiento creativo

En las reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias, emerge el cuestionamiento sobre los aspectos estructurantes de la actividad científica, en particular, los referidos a la construcción y validación del conocimiento, es decir, en estas reflexiones se examina la forma como se estructura, se representa y se legitima el conocimiento científico. Pero, en la enseñanza de las ciencias, se trata no sólo de examinar el proceso de construcción del conocimiento, la intencionalidad pedagógica de este ejercicio, tiene un alcance formativo, el cual se concreta en una posibilidad para desarrollar habilidades científicas asociadas a procesos de autorregulación (metacognición) y de pensamiento crítico.

En este contexto de significación entendemos la metacognición en los mismos términos que lo plantea Carvajal et.al (2017) al señalar que “la metacognición es el conocimiento y regulación de nuestra cognición y de nuestros procesos mentales, es decir un conocimiento auto reflexivo (p. 188).

Consecuentemente con lo anterior, sobre el análisis de la validación y construcción del conocimiento, emerge como característica la metacognición, como componente autorreflexivo y autorregulador del estudiante y el docente, haciéndolos gestores ejecutivos de su propio conocimiento y, beneficiando el aprendizaje entre pares.

De esta manera, se reconoce este enfoque, como una alternativa para la formación en ciencias, al comprender la representación y significación que hacemos sobre nuestro propio conocimiento por medio de un proceso reflexivo y autodirigido. Así mismo, se reconoce el énfasis de su cualidad autorreguladora y consciente, que estimula en las personas la capacidad para apropiarse de las formas de pensar e interactuar en su propio contexto cultural. En relación con lo anterior, Huanca et.al (2019) Relatan:

El pensamiento crítico debe entenderse como la capacidad socializadora y comunitaria vinculante de las diferentes habilidades cognitivas, conativas y afectivas para resolver un problema racional o empírico. En términos de la filosofía andina, el pensamiento crítico es la reflexión situada y meditada para lograr el Suma Qamaña (Buen Vivir). En ese contexto,

los aimaras y quechuas del altiplano buscan establecer una educación emancipadora que pueda garantizar la libertad como herramienta fundamental de la democracia, pues, hablar de libertad no es hablar de solo clichés, sino, es hablar de objetividades que realmente garanticen la participación de los pueblos que están en los umbrales. (p105)

Consecuentemente con lo anterior, resulta apropiado decir que, el alcance formativo de las reflexiones sobre la construcción y validación del conocimiento se concreta en el desarrollo de habilidades relacionadas con la metacognición y el pensamiento crítico.

Se entiende así que, al ser el pensamiento crítico una capacidad de reflexión frente a las explicaciones y estructuraciones del conocimiento, posibilitan el desarrollo de habilidades científicas, al dotarlas de sentido y legitimidad, posibilitando así, que se reconozca las ideas y pensamientos de cada individuo como participantes activos en el desarrollo científico, desde las construcciones y validaciones de sus propias significaciones y representaciones de realidad frente al conocimiento, dotándolas de legitimidad y continuidad, en la que trascienden los diversos contextos culturales.

2.2 Reflexiones metacientíficas centradas en el concepto de claroscuro: una posibilidad para explicar la construcción y validación del conocimiento

Entre las posibilidades, con las que cuentan los seres humanos, para la recolección de información, son los ojos, representantes del complejo sistema visual, uno de los sistemas más directos para comprender, muchas de las cuestiones que se han planteado en la construcción y validación del conocimiento. En concordancia con Euler (1769) “Todo lo que se refiere a la visión es, sin duda, el objeto más digno de nuestro conocimiento” (p.151) por lo cual, indagar en la incidencia del concepto de claroscuro en la formación de las imágenes y los fenómenos cromáticos, determinan un camino favorable para construir, validar y representar el conocimiento.

De acuerdo con lo expresado, en este apartado se presentan las reflexiones metacientíficas centradas en el concepto de claroscuro, a partir del análisis sobre la formación de imágenes y los fenómenos cromáticos, que posibilita la reflexión de explicaciones sobre la construcción y validación del conocimiento.

2.2.1. Reflexiones centradas en la formación de imágenes y su relación con el concepto de claroscuro: Una manera de ilustrar la relatividad del conocimiento

En el análisis sobre el desarrollo de la óptica, se suele estudiar la formación de imágenes. Éstas en particular suelen estar estructuradas por la relación que existe entre la luz y el órgano visual. No obstante, Euler contempla otro factor que, según él, es fundamental en la formación de las imágenes. Al respecto, expresa:

El ángulo visual es una parte tanto más importante en la óptica, cuanto de él depende las imágenes de los objetos pintados en el fondo del ojo. Cuanto mayor o menor sea el ángulo visual, mayor o menor será la imagen pintada en el fondo del ojo. Pero nosotros no vemos los objetos exteriores, sino en cuanto sus imágenes están pintadas en el fondo del ojo; consecuentemente estas imágenes constituyen el objeto inmediato de la visión o de la sensación. (1769, p.80)

De esta manera se muestran como las reflexiones alrededor la formación de las imágenes, se da por medio de la percepción de los ojos, la cual, por medio del ángulo visual, se complementa diferentes estímulos necesarios, para que se genere un conjunto de observaciones ya procesadas por el cerebro y representadas por medio de una imagen. (*Imagen 1, s. f.*)

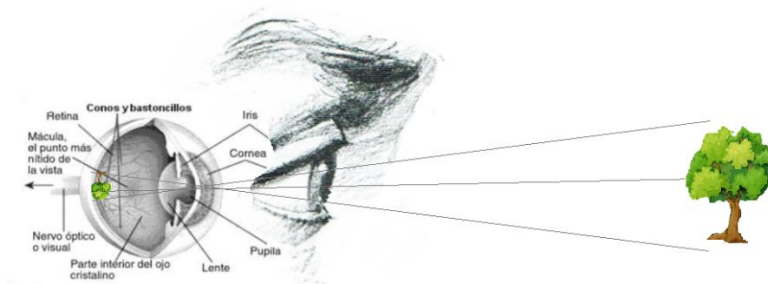


Ilustración 1(s. f.). Representación del órgano visual y la imagen, estado de la copia y el reflejo

De esta forma, se precisan elementos necesarios para la formación de la imagen y, se logra identificar como la representación de las imágenes, está dada por el dominio visual: se diferencia su significación desde valores ópticos y ontológicos.

Por otro lado, algunos autores relacionan la formación de imágenes con lo que en óptica se denomina el claroscuro, pero, ¿a qué se hace referencia cuando se habla de claroscuro? Al respecto Stoichita (1999) expone:

Finalmente, el arte salió de su monotonía [se ars ipsa distinxit] descubrió la luz y la sombra, y, por esa diferencia, los colores se destacan uno con los otros. Más tarde vino añadirse el brillo, otro valor más de la luz. Lo que se halla entre el brillo y la sombra se llama claroscuro[tonon], mientras que el lugar [comisuras] donde ambos colores se encuentran y pasan del uno al otro se llama medias tintas. [harmogen] (p.18)

De nuevo, cabe resaltar que el claroscuro, es eso que se halla entre el brillo de la luz y la sombra de la oscuridad, diferenciando que aquello que se encuentra entre ambos colores son medias tintas. Expone la relevancia del análisis de la luz desde la claridad y, la sombra desde la oscuridad, posibilitando reflexiones sobre la formación de imágenes, desde las construcciones de representación del claroscuro. Por su parte, Euler (1769) señala:

La sombra supone siempre dos cosas, un cuerpo brillante y un cuerpo opaco que no transmite los rayos de luz. El cuerpo opaco impide que los rayos del cuerpo brillante pasen ciertos lugares detrás de él; y estos lugares donde los rayos no llegan constituyen lo que llaman la sombra de un cuerpo opaco; o, lo que es lo mismo, la sombra comprende todos los lugares desde donde no se puede ver el cuerpo brillante, pues el cuerpo opaco intercepta los rayos. (p.149)

De este modo, al estudiar la sombra se entiende su correspondencia con la representación colectiva de la luz y la oscuridad, frente a la dialéctica del claroscuro. Además, estas construcciones se relacionan con reflexiones alusivas a la formación de imágenes, su correspondencia en las percepciones y observaciones, y la forma como esta información es avalada desde la experiencia sensorial de cada individuo.

Por otro lado, algunos de los autores describen la formación de imágenes, como un estímulo continuo de claridad y oscuridad. Goethe (1949) expone “La retina se halla, según que obre sobre ella la luz o la oscuridad, en dos estados distintos, directamente opuesto el uno al otro” (p.28). Posibilitando la representación del sistema visual como una estructura donde participa la claridad

y la oscuridad, en la formación de las imágenes y, no tomándolas como sistemas aislados. Este mismo autor relata:

Así como la retina reacciona a la luz y oscuridad propiamente dichas, se comportan también con respecto a los objetos claros y oscuros. Cuando imágenes blancas y negras excitan simultáneamente los ojos, determinan en la retina a un tiempo los estados que la luz y la oscuridad originan sucesivamente. (p.30)

Continuando con en el análisis, a veces suele atribuírsele a la claridad la capacidad optima de percepción, olvidando reflexiones donde en su máxima exposición de claridad u oscuridad, dificulta la percepción de los cuerpos y espacios con nitidez. Este autor también expone:

En lo que vamos a llamar la visión, la retina se halla simultáneamente en estados dispares y aun opuestos. Al lado de la claridad máxima no deslumbrante actúa la oscuridad absoluta. Al mismo tiempo, percibimos a todos los grados intermedios del claroscuro y todas las determinantes cromáticas. (p.29)

En relación con lo anterior, en el estudio de la formación de imágenes y sobre la percepción y visualización de los cuerpos, se identifica como la sensibilidad del órgano visual, se adapta a ambientes de claridad y oscuridad, y que estos en su estado absoluto imposibilitan la percepción de los cuerpos con nitidez o arroja fenómenos cromáticos de corto tiempo. Al respecto Euler (1769) exhibe:

Además, de los colores, cuya naturaleza he intentado explicar, se trata de ella de la teoría del ángulo visual; y vuestra alteza ya abra observado cómo el mismo objeto puede verse bien desde un gran ángulo visual, bien desde uno pequeño, según que este próximo o alejado de nosotros. Señaló además que un objeto grande, cuando aquél está muy próximo y pequeño cuando éste muy alejado. (p.80)

Teniendo en cuenta lo expresado, se ejemplifica la relación que tiene la claridad y la oscuridad con la ubicación de los cuerpos, definiendo que un mismo objeto nos parece distinto y más claro cuando está más cerca, de ahí se analiza, recíprocamente, que un objeto muy claro está próximo, cuando aparece oscuro, lo juzgamos alejado.

Sobre la formación de imágenes y su relación con el claroscuro, se han planteado aquí varios aspectos de mucho interés para esta investigación, en relación con el conocimiento: lo que se conoce está determinado por factores ópticos y ontológicos, de esta manera se pone en cuestión la certeza absoluta de las explicaciones y, por el contrario, las explicaciones sobre el conocimiento se relativizan según el contexto y la condición humana.

2.2.2. Reflexiones centradas en el concepto de claroscuro: representaciones sobre los fenómenos cromáticos en la construcción del conocimiento.

En el análisis sobre el concepto de claroscuro, se determinó el estudio de los fenómenos cromáticos, al identificar desde diferentes perspectivas, algunas de las significaciones y representación sobre la construcción del conocimiento. Sobre el color, Euler (1769) señala:

El filósofo no tiene mejor medio de distinguirse que sosteniendo lo contrario: dice que los colores no tienen realidad alguna y que en los cuerpos no hay nada que tenga relación con ellos. Los newtonianos ponen los colores únicamente en los rayos, que clasifican, según sus colores, en rojos, amarillos, verdes, azules y violetas, y señalan que un cuerpo no de tal o cual color cuando refleja rayos de esta especie. A otros esa opinión les parece muy tosca, pretende que los colores solo existen en la sensibilidad. (p.66)

De esta forma, se exponen la representación del color desde diferentes aspectos; unos la conciben como rayos, donde las características de estas construcciones se generan por el grado de incidencia de los rayos en los cuerpos, así se visualizaría el color (ver imagen 2 (a)). Desde otra perspectiva, se concibe la naturaleza del color, a través de la agitación de las partículas de los cuerpos, estas pueden llegar a diferentes frecuencias por segundo, lo que determina un color. (ver imagen dos (b)) Y, otra naturaleza del color identificada es la que lo clasifica como colores fisiológicos, químico y físicos, atribuyéndole las sensaciones.

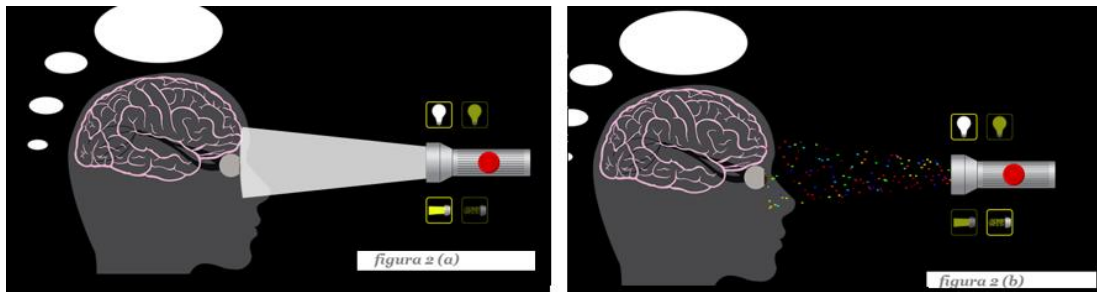


Ilustración 2(s. f.). Representación de la percepción del color a través de un simulador (PhET)

De esta manera se exhibe, como la percepción de los colores dependen del sistema visual, con ello todo lo que demanda este mismo, al ser un sistema estructurado por diferentes aspectos. Resaltando, además, que todo lo que se relaciona con la vista tiene un proceso de contracción y acción, entre la intensidad de la luz y la sombra de la oscuridad. Euler (1769) expresa “La causa de la visibilidad de todos los objetos consiste en un movimiento de vibración extraordinariamente rápido, con el que están agitadas las partículas más pequeñas en sus superficies, y las frecuencias de las vibraciones determinan el color” (p.75)

De esta forma se entiende entonces que la visualización del color depende de su fuente y que esta será estructurada por el patrón de intensidad en la perturbación de partículas y la percepción del órgano visual (*Imagen 3, s. f.*)

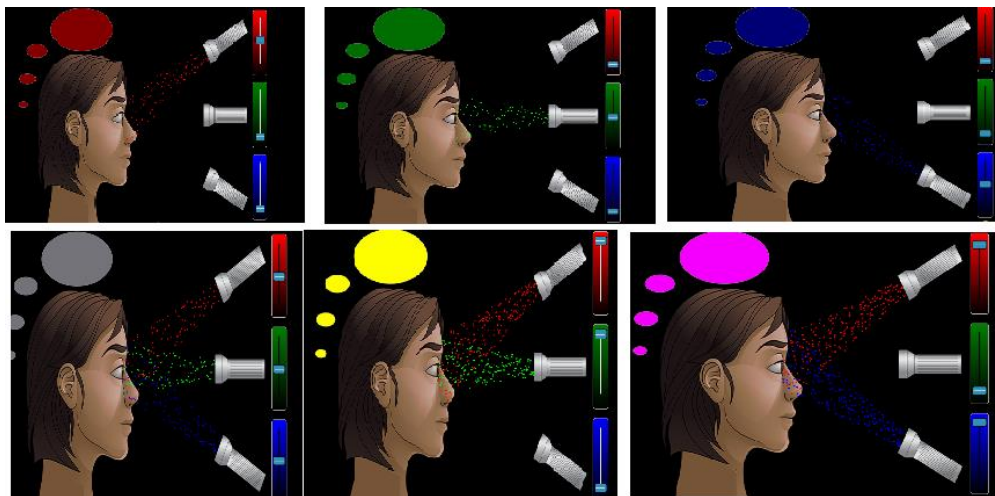
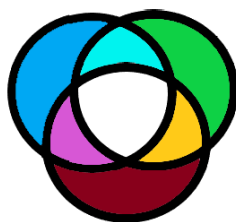


Ilustración 3(s. f.). Representación de la intensidad de vibraciones por diferentes fuentes que determina el color, a través de un simulador (PhET)

Con relación a lo anterior, se resaltan que la intensidad de los colores dependerá de la interacción entre la claridad y oscuridad, pero el color que percibimos como tal, varía dependiendo de la interacción de las fuentes de luces en los cuerpos. Al respecto, Euler (1769) resalta:

Cada color simple (para distinguirlo de los colores compuestos) depende de cierto número de vibraciones que se realizan en cierto tiempo, de manera que un número determinado de vibraciones constituyen el color rojo, otro el color amarillo, otro el verde, otro el azul y el otro violeta, que son los colores simples que representan el arcoíris. (p.66)

De esta forma, se ha determinado la gama de colores que podemos observar por medio del espectro visible, que poseemos como especie (*Imagen 4, s. f.*) la variedad de esta gama de colores depende de las combinaciones de los colores fisiológicos simples (azul, rojo, verde).



colores fisiologicos

Ilustración 4 Goethe, J. W. (1949). *Representación de los colores fisiológicos, simples y compuestos*

Por otro lado, como lo expresaba Da Vinci (1824), se entiende que el color en su máximo esplendor manifestará su verdadera belleza y que en la oscuridad se opacará esta, incidiendo en los fenómenos cromáticos de observación (*Imagen5, s. f.*)

Todo color será siempre más hermoso en la parte iluminada que en la sombra, porque la luz vivifica y demuestra con toda claridad la naturaleza del color, y la sombra lo oscurece y apaga, y no permite distinguir bien, y si a esto se le replica que el negro tiene más belleza en la sombra que en la luz, se responderá que el negro no es color. (p.55)

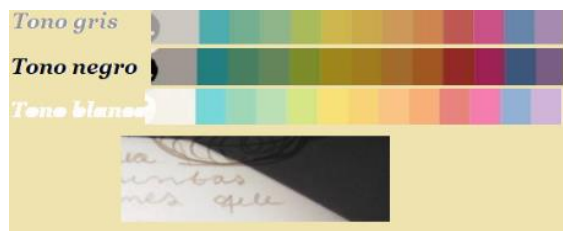


Ilustración 5(s. f.). Representación de los colores fisiológicos en contrastes del clarooscuro

Cabe incluir en el análisis, que algunos de los autores exhiben como el negro y el blanco en si no son un color, presuponen a estos como la suma de los colores (blanco) y la ausencia de estos (negro). Al respecto Euler, L. (1769) expone:

El blanco no es un color simple, sino una mezcla de todos los colores simples, y también advertimos que el blanco es apto para recibirlos todos. En lo que se refiere al negro, no es propiamente un color. Cuando las partículas de un cuerpo son tan pesadas que no pueden recibir ningún movimiento de vibraciones, o bien cuando un cuerpo no produce rayos, es negro. (p.67)

De esta forma, se señala entre los autores analizados, que la combinación entre la luz y la oscuridad, generan ilusiones ópticas que excitan al ojo a visualizar su contraste, lo mismo sucede con el color gris, cuando una imagen gris aparece mucho más clara sobre fondo negro que sobre fondo blanco. Crean una ilusión óptica diferente (*Imagen 6, s. f.*), como lo señala Goethe (1949)

Una imagen gris aparece mucho más clara sobre fondo negro que sobre fondo blanco. miradas la una al lado de la otra, cuesta creer que las dos imágenes son de idéntico color. Comprobamos aquí una vez más la vitalidad de la retina y el contraste que todo lo vivo tiende a determinar frente la espiración, y viceversa, y toda sístole la correspondiente diástole. he aquí la fórmula eterna de la vida, al serle ofrecida al ojo la oscuridad, pide la luz; al serle brindada la luz, pide la oscuridad. demuestra su vitalidad, su derecho a captar el objeto precisamente dando de sí algo opuesto al objeto. (p.36)



Ilustración 6 Imagen 6. (s. f.). Representación del contraste de una imagen gris con fondo negro y blanco

Al mismo, con relación a los fenómenos ópticos persistentes por el contraste de percepción entre la luz y oscuridad, este autor resalta:

En los experimentos ópticos, particularmente los cromáticos, en que uno tiene que haberse las muchas veces con la luz intensas, incoloras, o de color, hay que evitar cuidadosamente que en la observación se deslice el espectro persistente de la observación precedente confundiendo y desvirtuando aquella. (p.34)

Con relación a lo anterior, se evidencia varios ejemplos donde se percibe la sensibilidad de los ojos ante la presencia de la luz o la oscuridad absolutas, arrojan fenómenos cromáticos que persisten por un lapso o ilusiones ópticas. (Imagen 7, s. f.)



Ilustración 7. (s. f.). Representación del contraste de dos círculos del mismo tamaño: uno negro con fondo blanco y otro blanco con fondo negro, generando ilusión óptica

Sin duda, en la visibilidad de los objetos el contraste que existe entre la claridad y la oscuridad, hacen determinar que el claroscuro participe todo el tiempo en los fenómenos cromáticos.

Por otro lado, se analiza si la sombra es ausencia de luz y, los colores una característica de la luz, como lo definen los autores ¿Cómo es que existen sombras de colores? Al respecto Goethe describe como las sombras coloreadas, las cuales presupone primero, que la luz que la proyecta coloree en alguna forma la superficie blanca y, segundo, que una contraluz ilumine hasta cierto punto la sombra proyectada. (*ver imagen 8*) además, que la sombra participa del objeto más vívidamente de acuerdo con lo más o menos próximo de las sombras o más o menos luminoso.



Ilustración 7(s. f.). Representación de una sombra coloreada

Así mismo, se evidencia como el color es algo a fin a la sombra y que cada vez que tiene la oportunidad se une a esta. De esta manera, se analiza su papel en la cultura, todo el tiempo se está representando, por ejemplo; con la pintura, el diseño, la fotografía. Goethe (1810) propone:

El bienestar inefable que experimenta en presencia del claroscuro bien tratado de cuadros incoloros y obras de arte similares se origina tal vez primordialmente en la percepción simultánea de un todo, que por lo demás el órgano busca más que produce en una sensación y, cualquier que sea el resultado, nunca puede fijar. (p.35)

De este modo, en el análisis de los fenómenos cromáticos, como se ha venido mostrando, se incluye la sombra, por medio de la descripción del concepto de claroscuro, determinada como la representación de la oscuridad, en la ausencia de la luz y en la proyección de una anti-imagen (Sombra).

De igual forma, se ha recopilado unos análisis, de la incidencia de la sombra en la representación y significación de algunos avances sobre la construcción del conocimiento.

Con relación a lo anterior, en la construcción del análisis sobre la sombra, esta hace parte en la representación del conocimiento occidental, atribuyéndole el origen de la representación del arte en la pintura y escultura. Al respecto, Stoichiță (1999) escribe:

Tanto el mito del inicio de la representación artística, como el de los comienzos de la representación cognitiva, se centran en el motivo de la proyección; la proyección originaria es una mancha en negativo, una sombra. El arte (verdadero) y el conocimiento (verdadero) consisten en la superación de la situación límite de su nacimiento. (p.10)

De esta forma se interpreta en la sombra su carácter de modelado por medio de la proyección, para pasar a un carácter de expresión. (*Imagen 9, s. f.*)



Ilustración 8(s. f.). Esculturas de Larry Kagan utilizan la luz y la sombra como agente activo

Con relación a lo anterior, cuando el autor menciona tanto el mito del inicio de la representación artística, como el de los comienzos de la representación cognitiva, se refiere respectivamente al origen de la pintura y la escultura y a la representación análoga del mito de la Caverna expuesto por platón. De esta forma el autor señala:

Platón pretende definir a imagen como puro ser de apariencia. Mientras que para la tradición Pliniana la imagen (sombra, reflejo, pintura, estatua) es solo el mismo estado de copia, lo mismo en estado de doble. Así, mientras que en la tradición Pliniana, la imagen <<captura>> al modelo al reduplicarlo (tal es la función mágica de la sombra), en Platón esta le devuelve su semejanza (tal es la función mimética del espejo) al representarla. (p.31)

De acuerdo con lo dicho, se asume en la imagen la doble dialéctica del estado de la sombra, al tener una correlación entre la copia y el reflejo. Así mismo se expone su estado de representación con la semejanza. De este modo Stoichiță describe:

En el pensamiento platónico se advierte cierta vacilación (funcional y terminológica a la vez) entre el modelo de la sombra y el reflejo especular. La sombra representa el estadio más alejado de la verdad. En la alegoría de la caverna la sombra era necesaria como polo que se opone de manera absoluta a la luz del sol. Allí, y más adelante, la sombra aparece fundamentalmente cargada de negatividad; negatividad que, a lo largo de su recorrido por la historia de la representación occidental, no llegara por completo jamás. Para platón la sombra no es únicamente apariencia, sino apariencia engendrada por la falta de luz. (p.29)

Cabe considerar, que en la representación occidental a la sombra la van a describir generalmente como ausencia de luz. Por lo tanto, se resalta las diferentes significaciones con las que se puede relacionar la sombra, de esta forma se muestran como la sombra tiene una correlación con el estado de la copia, la imagen o anti-imagen de la proyección, en el estado del yo y el otro(semejanza), entre otros fenómenos mencionados y que estas están en la construcción simbólica de la formación de la imagen, como elementos que participan en su estructuración y en nuestras representaciones.

En el estudio de la sombra, cabe resaltar el uso que se le ha dado, como herramienta de interpretación de las significaciones que hacemos sobre la realidad. De esta manera se expone algunos casos en la construcción de la ciencia que hicieron uso de ella.

Con relación a lo anterior, se trae a colación la representación del día y la noche, pues se entiende ésta a veces como si sus orígenes fuesen aislados, pero si analizamos bien, la noche es la manifestación de la sombra de nuestro propio planeta. Como lo expone Euler (1769)

De noche no vemos el sol, aunque no haya eclipse: pero entonces nos encontramos en la misma sombra de la tierra, causa de la máxima oscuridad para nosotros...Aquí encontramos de nuevo un tema digno para admirar la sabiduría del creador. Pues si el sol fuera menor que los planetas, sus sombras no serían limitadas, sino que se extenderían hacia el infinito, lo que privaría a los inmensos espacios de la ventaja de ser alumbrados por el sol. Pero sobrepasando el sol tantas veces los planetas, sus sombras están comprendidas en espacios bastantes pequeños en los que se excluye a la luz del sol. Así, la tierra y la luna proyectan sombras cónicas y pueden suceder que la luna se introduzca en la sombra de la tierra, totalmente o solo en parte. Cuando esto sucede, se dice que la luna es eclipsada o enteramente o en parte. En primer caso, se llama eclipse total; en el otro eclipse parcial de la luna. (p.151)

Es así como, se reconoce la función de las sombras con relación a las proyecciones con los planetas en la representación del día y la noche, en la representación de los eclipses y en los fenómenos de atardeceres, todas significaciones sobre nuestra forma de ver el mundo. Así mismo Da Vinci describe:

Muchas veces sucede que la sombra de un cuerpo umbroso no es compañera del color de la luz, siendo aquella verdosa, cuando esta parece roja, y sin embargo el cuerpo es de color igual. esto sucede cuando vienen la luz del oriente; pues entonces ilumina al objeto con su propio resplandor y al occidente se verá otro objeto iluminado con la misma luz y parecerá distinto color que el primero; por que los rayos reflejos hacia adelante, y hieren al primer objeto que está de frente, y reflejándose en él, quedan impresos con su color y resplandor. yo he visto muchas veces en un objeto blanco, las luces rojas, y las sombras azules, como en una montaña de nieve, cuando está el sol para ponerse, y se manifiesta encendido y rojo. (p.71)

De la misma forma, se reconoce la incidencia de la sombra en las construcciones simbólicas de algunos eventos naturales a partir de la percepción visual y representación de la formación de las imágenes, para la construcción y validación del conocimiento, al ser una herramienta de análisis de nuestra realidad.

Por otro lado, se muestra como la sombra tiene una correlación con el tiempo, en las proyecciones de esta. Como lo define Stoichiță (1999):

La relación sombra/ tiempo, tal como lo ilustra el escenario nocturno de la variante pliniana del mito (que se opone a la variante -diurna, solar transmitida por Quintiliano), se concibe de manera muy característica: una sombra bajo el sol es la señal de un momento. (p.24)

Así desde la antigüedad se ha usado las características de la sombra como herramienta de medición, en la definición de las horas por medio de un reloj y en la construcción de una brújula, a través de la longitud de la sombra proyectada por el sol. (*Imagen 10, s. f.*)

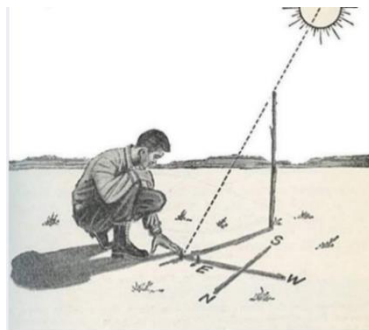


Ilustración 9(s. f.). Cómo improvisar una brújula, para determinar los cuatro puntos cardinales

Cabe destacar que esta misma lógica de la proyección de la sombra se conserva con la medición del diámetro de la Tierra. Este estudio lo realiza Eratóstenes en el siglo III a. C. Había determinado la circunferencia terrestre en 250.000 estadios que son 40.000km. Hoy en día, esta circunferencia de la Tierra está fijada en 40.008 km. Este estudio posibilita la comprensión de que la Tierra no es plana. (*ver imagen 11*)

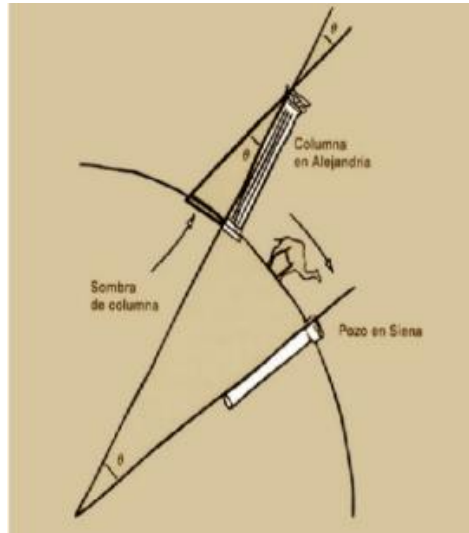


Ilustración 10 Bausá Valdé, C. (s. f.). Eratóstenes de Cirene y la circunferencia de la Tierra

Otro caso que se expone de la representación de la sombra en el conocimiento es con Galileo cuando expone sus estudios a partir del telescopio, en “Sidereus Nuncius Magna, longeque admirabilia...” sus observaciones de la Luna con el telescopio mostraban a los ojos de Galileo que esta no era lisa ni uniforme, sino igual que la Tierra, con valles y montañas. Construcción representada desde la visualización de la sombra en su superficie, por los gigantes cráteres lunares. (Imagen 12, 1610)



Ilustración 11 Galilei, G. (1610). Hoja del libro Sidereus Nuncius Sidereal Messenger

De esta forma se desarrolla los análisis de la sombra, frente a su dialéctica de clarooscuro y la representación en la sombra con diferentes ejemplos, resaltando su incidencia en la construcción del conocimiento.

En este punto de la discusión, resulta apropiado decir que, estos aspectos particulares, son las formulaciones que realizamos siempre que intentamos dar cuenta de un objeto, formulaciones que están intervenidas por las condiciones del medio y que a veces esas propiedades que atribuimos a los objetos, por ejemplo, el color, no son propias de ellos. Aquí hemos examinado como la ilusión óptica influye, como los factores de claridad y oscuridad intervienen, y cómo los factores de la condición humana también influyen en las explicaciones que surgen en el acto de conocer.

Finalmente, a partir de este análisis, podemos afirmar que, aunque ciertos aspectos de la naturaleza de las ciencias pueden parecer complejos para ser abordados en el aula, su exploración resulta clave para comprender el papel de la comunicación, la validación y la construcción del conocimiento. El concepto de clarooscuro, desarrollado por Goethe, Galileo, Stoichiță y Euler, proporciona un marco estructurante que facilita la elaboración de explicaciones sobre cómo se construye y valida el conocimiento. Al utilizar estos enfoques para ilustrar la relatividad de las explicaciones científicas, se fomenta el desarrollo de habilidades relacionadas con el pensamiento crítico, cuestionando los principales mecanismos de verificación y la cultura que los rodea.

Capítulo tres. Metodología

En este capítulo se expone la forma como se estructuró y desarrolló el proceso investigativo. Para este propósito se presenta: el enfoque y método, el contexto de investigación, los casos y criterios de selección, los métodos de recolección de la información y los correspondiente a la sistematización y análisis.

3.1 Enfoque y Método

Como ejercicio dialógico entre la investigadora y el contexto de investigación, surge la intencionalidad de identificar, en estudiantes de grado once de la Institución Educativa Comercial de Envigado, los procesos que facilitaban la construcción y validación de explicaciones sobre el conocimiento, a partir del análisis crítico de algunas situaciones relacionadas con los fenómenos de la óptica, en particular, discusiones centradas en situaciones que involucraban el concepto de claroscuro.

El proceso se caracterizó por la interpretación permanente, mediante la cual se construyó una ruta de significación que permitió dar sentido al objeto de estudio, dado que se buscaba comprender y analizar la incidencia de las reflexiones centradas en la Naturaleza de las Ciencias y en fenómenos de la óptica en la explicación de los procesos de construcción y validación del conocimiento. Este proceso se dio de manera flexible, dando lugar, en algunos casos, al surgimiento de categorías emergentes.

Es importante decir que el interés de indagar por las explicaciones sobre la construcción y validación del conocimiento estuvo determinado, por coincidir con Aguilar (2006) cuando expresa que la concepción que se tiene sobre la ciencia y el conocimiento determina el qué y cómo enseñar.

De esta manera, y siguiendo la línea de este autor, esta investigación compartió un interés particular centrado en reflexiones que posibilitaran herramientas necesarias, para formar y formarse, en el contexto actual, tomando como eje transversal las reflexiones metacientíficas que

se generan alrededor de la formalización de un fenómeno óptico como facilitador para el desarrollo de habilidades científicas.

Para abordar este objetivo, se adoptó un enfoque cualitativo interpretativo con un diseño de estudio de caso instrumental. Este enfoque cualitativo interpretativo permitió una exploración profunda y detallada de las experiencias y percepciones de los estudiantes, capturando la riqueza de los contextos y las realidades particulares de las situaciones estudiadas. El estudio de caso instrumental se seleccionó como método principal porque permitió centrarse en casos específicos para comprender en profundidad los fenómenos de interés y generar una comprensión más completa del contexto investigado.

Este método permitió que los análisis e interpretaciones estuvieran referidos solo a los casos en los contextos que tuvo lugar la información suministrada por los informantes, según Stake (1998). Los datos se recopilaron a través de técnicas cualitativas como entrevistas semi-estructuradas, observaciones en el aula y análisis de documentos, lo cual facilitó la triangulación de la información y la validación de los hallazgos.

Atendiendo a la intencionalidad que se tiene en la investigación y dadas las características anteriormente descritas, esta investigación se realizó bajo los lineamientos teóricos de la investigación cualitativa interpretativa con estudio de caso instrumental.

3.2. Contexto de la investigación

Esta investigación se realizó en la Institución Educativa Comercial de Envigado, institución de carácter público y mixta. Está ubicada en el Municipio de Envigado, en el barrio la Mina, parte alta. Es el producto de la fusión, en el año 2002, de tres Centros Educativos del Municipio de Envigado: Escuela Urbana Pío XII, Escuela Urbana San Rafael y Liceo de Envigado.

Este contexto resultó propicio para la investigación dado que coincide con el Centro de Práctica, legalmente constituido mediante un Convenio interinstitucional con la Universidad de Antioquia. Complementario a lo anterior, favoreció para los propósitos de la investigación por ser una institución comprometida con la formación de líderes, con espíritu investigativo y competentes en el ser, saber y hacer.

En el contexto de la práctica, los encuentros se realizan bajo modalidad virtual, como alternativa por la crisis sanitaria generada por el COVID-19 (enfermedad que causa del coronavirus SARS-CoV-2). Los estudiantes se reúnen de forma sincrónica y asincrónica de lunes a viernes en jornada diurna. Por lo tanto, el diseño metodológico se realizó bajo las condiciones de accesibilidad de educación virtual, propuesta por la Institución.

3.3. Casos y criterios de selección

Para la investigación se seleccionaron cinco casos del grado once: Tres mujeres y dos hombres, con edades comprendidas entre los 15 años y 18 años.

Para la selección de los casos, se consideraron varios criterios, los cuales se definieron según las condiciones del contexto y los propósitos de investigación. Estos criterios fueron los siguientes:

Disposición. Esta investigación reconoce la disposición como la capacidad del caso para exponer sus sentires, compromiso, y voluntad, en cierto intervalo de tiempo, para realizar un trabajo, tarea, reunión, etc. Para este proceso fue necesario, entonces, manifestar de manera explícita la intención de participar en el proceso. Esto fue un criterio determinante, dado que, se requería disponer de tiempo extra para desarrollar las actividades que se iban a proponer en los encuentros extra-clase.

Autonomía. La autonomía, es la capacidad de comportarse según dictan sus juicios de razón, así se reconoce en esta investigación, por lo cual, los casos seleccionados fueron identificados como sujetos con capacidades para actuar de manera autónoma y exponer sus puntos de vista con la tranquilidad requerida.

Responsabilidad. La responsabilidad se precisa como una capacidad necesaria que todo ser debe desarrollar para desenvolverse en la vida, por esta razón en los casos se observó que estos tuvieran compromiso con su proceso académico. Esto se identificó a partir del trabajo que hacían durante las clases. Estos indicios me permitieron asumir, como investigadora, que los casos con

estas características podían ser responsables con las actividades propuestas en la recolección de la información.

Habilidades argumentativas. En las observaciones y las reflexiones planteadas en el diario pedagógico, durante las practicas, pude evidenciar algunas capacidades de los casos seleccionados, analizando como respondían a los temas que el profesor iba proponiendo durante las secciones de clase; Sus capacidades a la hora de expresarse de forma escrita y verbal. Se observo también si la comunicación entre ellos era asertiva y si tenía lugar en ellos, la exposición y defensa de sus puntos de vista. A juicio de la investigadora, estos indicadores permiten pensar que estos casos estaban desarrollando capacidades de análisis crítico y reflexivo, condición necesaria para participar en el proceso investigativo.

Recursos digitales. La investigación se movió en el contexto social de una crisis sanitaria, que demandó, de los entes educativos, una reflexión de los procesos de enseñanza y aprendizaje, una empatía por los contextos familiares de cada estudiante, una tolerancia frente a las contingencias y recursos. Por lo cual, se implementa el uso de los medios digitales en el currículo escolar. Es entonces en este contexto que surge como condición necesaria, para el proceso de recolección de información, que cada caso seleccionado, debía tener como mínimo acceso a un dispositivo digital, internet para asegurar su conectividad y la participación en los encuentros y sesiones que se programaron.

3.4. Consideraciones éticas

Se hizo uso de un consentimiento informado, donde se notificó a cada estudiante y sus acudientes los fines académicos de la investigación, así como la participación voluntaria de los estudiantes seleccionados, además del procesamiento y confidencialidad de la información recolectada. Ver

(Anexo 1: Formato).

3.5. Recolección de la información

3.5.1. Observación

La observación se llevó a cabo en las sesiones sincrónicas, en estas se precisaron los criterios y seleccionaron los casos.

En estas observaciones se utilizó como instrumento el diario pedagógico el cual facilitó la recolección de información que permitiera reconocer en los casos competencias científicas, su capacidad argumentativa y crítica.

3.5.2. Análisis de contenido

En esta investigación se reconoce la importancia de las obras científicas de algunos teóricos y los aportes de estas para construir rutas explicativas alternativas. En este sentido, coincidimos con Ayala (2005) cuando señala que:

Se podría afirmar que este tipo de análisis involucran un proceso tridimensional en cuanto permite paralelamente: configurar una mirada sobre el fenómeno abordado en el texto original, valorar y caracterizar los aportes del autor; elaborar criterios para orientar los procesos de conocimiento en el aula. (p.30)

Consecuentemente con lo anterior, esta investigación se centró en identificar aspectos estructurantes del concepto de claroscuro planteado por Goethe, Stoichiță, Euler y Leonardo Da Vinci, aspectos que permitieron la construcción y validación de explicaciones de fenómenos cromáticos de la luz y la formación de imágenes, al considerarlos elementos que propician las reflexiones en torno a la construcción y validación del conocimiento.

En estos teóricos, se hizo un análisis epistemológico de los fundamentos del concepto de claroscuro, a fin de identificar en estos, los elementos claves que debían ser considerados en los instrumentos que se construyeron para la recolección de la información.

En Leonardo Da Vinci se analizó “el tratado de la pintura”, en Goethe, “la teoría de los colores”, en Leonhard Euler “cartas a una princesa de Alemania sobre diversos temas de la física y la filosofía” y en Stoichiță, “breve historia de las sombras”. En la imagen se ilustran los títulos de las obras analizadas:



Imagen 13: Obras de los clásicos analizadas, para abordar del fenómeno de claroscuro y la formación de imágenes.

3.5.3. Encuentros académicos

Se reconoce la importancia de recolectar información a través de sesiones virtuales de forma sincrónica y asincrónica, con el interés de identificar como se abordarían todos estos aspectos en el aula, es así como se buscó describir aspectos que posibilitaron el análisis de situaciones de los cinco casos con relación a los fenómenos cromáticos de la luz y la formación de imágenes por medio de reflexiones en torno a la construcción y validación del conocimiento.

Para este propósito se realizaron dos instrumentos, los cuales estaban organizados de tal forma que dieran cuenta de los fenómenos mencionados y que posibilitaran el debate alrededor de las reflexiones que realizaban los casos.

Al respecto, conviene resaltar que, todos los instrumentos fueron sometidos a un proceso de validación por parte de los pares y del asesor.

La metodología que se adaptó en cada sesión fue mediante foros de discusión, cada una con dos horas máximas de duración.

3.5.4 Descripción de los instrumentos

Primer instrumento. En el primer instrumento se utilizó, como base de discusión, una carta expuesta por Euler a la princesa de Alemania (Lo que el juicio suplente a la visión) dando cuenta de la formación de imágenes, desde aspectos como el ángulo visual, la naturaleza del color, la posición y tamaño de la imagen. Su implementación se realizó mediante el desarrollo de un debate

alrededor de aspectos epistemológicos de la forma como el autor (Euler) los concibe y la forma como él interactúa y comunica el conocimiento.

La aplicación de este instrumento se realizó en cuatro momentos: El primero, se centró en contextualización e instrucciones para el desarrollo de la actividad. El segundo momento, consistió en la lectura de la carta de manera reflexiva y se sometió a discusión las apreciaciones respecto a ella. El tercer momento, correspondió a un debate alrededor de preguntas que posibilitaran un análisis reflexivo de la construcción del conocimiento en cuestiones como la intencionalidad, la comunicación, el papel del experimento, las observaciones y la personalidad del autor.

El cuarto momento, fue una reunión por equipos de trabajo, para dar solución a tres preguntas que permiten dar cuenta de su percepción y el trabajo en equipo.

La duración de la sesión fue alrededor de dos horas, distribuidas de la siguiente manera: 60 minutos de forma sincrónica y entre 30-60 minutos de forma asincrónica, cada caso debía enviar las respuestas de cada cuestión abordada de forma escrita después de finalizada la reunión.

Segundo instrumento. En el segundo instrumento se diseñó una imagen a través de las construcciones que se habían generado por medio del análisis de contenido. En este, se abordó, un problema sobre el claroscuro.

Para la implementación del instrumento, inicialmente, se contextualizó a los casos orientado que la imagen que se mostraba tenía como objetivo contestar una pregunta, que hacía parte de un estudio hipotético, se les informó que las personas que hacían ese estudio necesitaban varias apreciaciones sobre la imagen a fin de verificar los análisis e interpretaciones que antes se habían hecho, en este contexto se generó un debate alrededor de las observaciones que los casos hacían.

Esta implementación se desarrolló en cuatro momentos: El primero, fue el saludo, contextualización e instrucciones para el desarrollo de la actividad. El segundo momento, consistió en reunirse por grupos y evaluar la imagen propuesta, la cual estaba constituida por cuatro círculos de diferentes colores entre claro y oscuro. La pregunta central fue ¿Cuál de los círculos es más pequeño y cuál es el más grande?

En el tercer momento, los casos exponen en equipos sus resultados y luego se discuten los resultados.

El cuarto momento, consistió en un debate alrededor de la opinión de diferentes observadores, la comunicación en el establecimiento de consensos, los factores que influyen para que una teoría sea aceptada, entre otros. La duración de la sección fue alrededor de dos horas, distribuida de la siguiente manera: 90 minutos de forma sincrónica y 30 minutos de forma asincrónica. Los casos debían enviar las respuestas en formato escrito de cada cuestión abordada, después que se finalizara la reunión.

3.6 Sistematización y análisis

La sistematización de la información se dio en varias fases; la primera fase, consistió en la recolección de información suministrada por las obras científicas de los autores seleccionados, allí se enmarcó el desarrollo del primer objetivo. Para este propósito se llenaron unas plantillas de lectura como herramienta facilitadora para organizar la información y el análisis de las obras y demás artículos abordados. Después de este proceso se utilizó una matriz de doble entrada para la estructuración de los datos. (Ver anexo2: Matriz metodológica del proyecto).

En la segunda fase, se transcribieron las grabaciones de los encuentros. Una vez transcritas las grabaciones se estructuró la información en matrices de doble entrada. Esta información se organizó haciendo una correspondencia con las categorías y objetivos planteados. (Ver anexo2: Matriz metodológica del proyecto).

El procesamiento implicó el análisis de contenidos (Fernández, 2002) a través del método de matrices descriptivas (González, Narváez y Suárez. 2016), que consistió en un esquema grafico que permitió registrar y triangular la información recolectada en función a las categorías de análisis: Reflexiones metacientíficas en la formación de ciencias y reflexiones metacientíficas centradas en el concepto de claroscuro: una posibilidad para construir explicaciones sobre la construcción y validación del conocimiento y así estructurar categorías analíticas que se sustentan los hallazgos.

La sistematización, implicó ordenar la información recolectada por cada caso, resaltando los valores que expresaran proceso y cualidades, alusivas a las categorías de análisis. Así, se elaboró cada elemento descriptivo para codificar cada subcategoría operacional realizada, y de esta manera contar con insumos para el análisis. (Ver anexo2: Matriz metodológica del proyecto). Los

resultados arrojados fueron obtenidos por la información obtenida a través matrices por vaciado, por cada técnica de recolección.

En el segundo momento, se elabora una matriz de triangulación, en la cual, por objetivo específico, se contrasta la información que se arrojó cada técnica, acá se integra las proposiciones descriptivas anteriores, formulando una más más general. Además, la manera como se construyó la metodología enfatizo la relación de las categorías con los instrumentos, estos últimos en estrecha relación con las subcategorías. (Ver anexo2: Matriz metodológica del proyecto).

En el tercer momento del procesamiento de información, se realiza una matriz de categorías inductivas (Ver anexo2: Matriz metodológica del proyecto) donde se seleccionó la información previamente integrada y se triangula a la luz del objetivo general. Aquí se agruparon las proposiciones integradas de los objetivos y se identificaron nuevas parejas de proposiciones integradas, dando origen a las categorías inductivas.

En síntesis, para el desarrollo del análisis de esta investigación, se implementaron seis matrices principales; la primera matriz, que da cuenta de la metodología de la investigación y de los objetivos específicos. La segunda matriz, corresponde a desarrollar el primer objetivo, donde se visualizan diferentes categorías como; reflexiones metacientíficas en la formación de ciencias y reflexiones metacientíficas centradas en el concepto de claroscuro: una posibilidad para construir explicaciones sobre la construcción y validación del conocimiento. La tercera y cuarta matriz son las que dan cuenta del vaciado de la información por técnica, de los encuentros académicos, la observación y de los instrumentos de la investigación, además de exponer cada caso individualmente en proposiciones por categorías.

La matriz 5 consiste en la triangulación de la información a través de las matrices dos, tres y cuatro, y por último la sexta matriz, la cual evidencia las categorías inductivas de la investigación, que tienen como fuente las demás matrices de observación. Por último, se diseñó una matriz general que diera cuenta de forma simplificada cada una de la matrices expuestas. (Ver anexo2: Matriz metodológica del proyecto).

Para el análisis de la información se implementaron varias estrategias: la triangulación con el marco teórico, triangulación de instrumentos y la triangulación de métodos. Al respecto, debe precisarse que el análisis de información estuvo orientado por el sistema de categorías construido para para tal fin.

Capítulo cuatro. Resultados

4.1 Reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias: una manera de ejemplificar el papel de la comunicación en construcción y validación del conocimiento

Las reflexiones que se exponen en este capítulo obedecen al resultado de la información obtenida de los instrumentos aplicados a cinco casos y del análisis epistemológico del concepto clarooscuro en situaciones relacionadas con la formación de imágenes y los fenómenos cromáticos que posibilitaron explicaciones entorno a la construcción y validación del conocimiento.

Consecuente con esto, el capítulo se estructura a partir de las categorías centradas en las analizar la incidencia de las reflexiones centradas en la Naturaleza de las Ciencias y en fenómenos de la óptica en la explicación de los procesos de construcción y validación del conocimiento. A partir del análisis realizado de algunos teóricos, se pudo establecer cierta incidencia que tienen las reflexiones metacientíficas en la formación en ciencias. Entre los aspectos a destacar está la relación entre los modos de significar la ciencia y su enseñanza. Se pudo establecer que el modo de significar la ciencia determina un modo de enseñarla. Al respecto, es importante decir que, cuando la ciencia es significada como una actividad cultural, su enseñanza, igualmente, se constituye en una actividad cultural en la que se vinculan y analizan modos de pensar, de proceder y de establecer convenciones, entre otros. Como lo expresan Ayala, Malagón (2004)

La enseñanza de las ciencias no solo posee un carácter cultural, sino que es ante todo una actividad cultural. Se trata con ello de generar las condiciones para los modos de ver, de interpretar, de argumentar, de valorar y de actuar propios de la cultura científica, adquieren significación y legitimación para la cultura de base. (p.86)

Consecuente con lo anterior, resulta apropiado decir entonces que la formación en ciencias como actividad, debe posibilitar reflexionar sobre la ciencia, en particular en asuntos relacionados con: los modos de construir y validar conocimiento, el papel de la comunicación en estos procesos, como también la incidencia que tiene el contexto social y cultural. Al respecto, se precisa que, uno

de los aspectos que fue objeto de análisis en esta investigación, justamente fue el papel de la comunicación en la construcción y validación del conocimiento.

Con relación a lo anterior, se resalta la importancia que atribuyen los casos a la comunicación en validación del conocimiento. Por ejemplo, cuando se cuestionó sobre ¿cuál creían que era el papel de la comunicación en la construcción y validación del conocimiento?, el Caso 1, expresa:

[...] pues el papel de las comunicaciones en la construcción del conocimiento son como utilizar puntos de vista y percepciones de los demás, entonces para así construir tu conocimiento, necesitas opiniones, puntos de vista y estos, se dan a partir de explicaciones.

Y luego el Caso agrega:

A ver pues, obviamente acá si influye mucho la comunicación, en el establecimiento de consensos, si ,si claramente influyó mucho la comunicación, porque por ejemplo, es como decía el Caso 3, para ella, ella no se había dado cuenta que, el B tal vez pasa desapercibido, entonces es eso, muchas veces nosotros solamente tenemos un punto de vista muy cerrado, una mente muy cerrada, y solo vemos ciertas cosas, mientras que las otras personas pueden tener cualidades de ver otras cosas, en las cosas que no vemos, y pues sí , influyó mucho la comunicación.(C1)

Por su parte, el Caso 2, señala que, “A través de la comunicación llegamos a muchos puntos, porque, yo puedo entender y la otra persona no, y de lo que yo entendí, puedo explicar a la otra persona o la otra persona a mí.” (C2).

En el mismo sentido lo consideran C3 y C4. C3 resalta que:

Pues yo diría, que es muy importante, porque por ejemplo nosotros podemos ver algo, pero ese algo no lo entendemos de inmediato, entonces hablando con otra persona que haya visto lo mismo, podemos llegar a un conocimiento más elevado de lo que vimos. (C3)

Mientras que el Caso 4 expresa:

Yo creo que, para llegar a la verdad de algo o una respuesta más lógica, es necesario conocer la opinión de los demás, no sé, cómo yo puedo opinar algo, pero tú me dices lo que piensas de ese tema, y para mí tiene más sentido o es más lógico, podemos hacer que los demás cambien de opinión, o nosotros cambiar de opinión, nutriéndonos de los pensamientos de los demás. (C4)

De esta manera, los casos narran cómo la comunicación se constituye en una fuente importante no solo para la validación de las explicaciones científicas, sino también como una vía para la construcción colectiva del conocimiento. La interacción y el intercambio de ideas permiten que las posturas individuales evolucionen hacia consensos más amplios, enriqueciendo tanto el proceso de aprendizaje como la comprensión de los conceptos científicos. A partir de esta consideración, sostengo que incorporar en la enseñanza reflexiones sobre estos aspectos metacientíficos no solo posibilita una formación más profunda en ciencias, sino que también promueve en los estudiantes el desarrollo de habilidades argumentativas y la capacidad para participar en la construcción social del conocimiento. Esto, a su vez, fomenta un pensamiento crítico más robusto, donde las ideas individuales son confrontadas y refinadas a través del diálogo y la colaboración.

Con relación a lo anterior algunos autores resaltan, la importancia de formar en estas habilidades, en particular, para favorecer la participación ciudadana. Desde estas perspectivas, se asume la voluntad de libertad que provee el pensamiento crítico para la construcción de conocimiento en el escenario de la formación en ciencias, al ser una cualidad autorreguladora y consciente, que estimula en las personas la capacidad para apropiarse de las formas de pensar e interactuar en su propio contexto cultural, se asume el pensamiento crítico en términos de la filosofía andina, como la reflexión meditada para lograr el buen vivir.

Otro aspecto metacientífico, objeto de reflexión, fue el papel de la observación en la construcción de conocimiento. Sobre esto, se pudo establecer el papel que atribuyen los casos a la observación cuando se trata de construir conocimiento. Por ejemplo, al respecto Caso 3 expresa:

Pues yo diría que la observación es lo que vemos de una, lo que no pensamos, simplemente vemos eso y nos aferramos a que eso es, pero la validación del conocimiento sería por ejemplo como cuando vamos a investigar sobre algo, o cuando hablamos con una persona sobre lo que esa persona cree, para poder por así decir, saber más sobre eso. (C3)

Por su parte, el Caso 1, señala que:

Sí, al fin al cabo la construcción del conocimiento se tienen una base que son las apreciaciones, las observaciones, los estudios, y todo esto, entonces si yo considero que, si esto, las apreciaciones y todo, construyen la base de nuestro conocimiento. Pues, considero yo. (C1)

En el mismo sentido lo consideran C5 y C4. C5 resalta que “Así todos podríamos tener diferentes puntos de vista de cada tema u objeto, y poder lograr una conclusión más completa” (C5)

Por su parte, el Caso 2 expresa, “Pues creería que atención concentración y escuchar, porque no sabemos en sí, las respuestas correctas” (C2)

En relación con lo anterior, los casos muestran cómo la observación es una fuente clave no solo para la validación de las explicaciones científicas, sino también como un proceso que requiere la construcción conjunta con otros, ampliando su alcance hacia las dimensiones sociales del conocimiento. La observación cuidadosa y crítica permite a los estudiantes desarrollar habilidades para identificar patrones, formular hipótesis y evaluar evidencias de manera fundamentada. Partiendo de esta consideración, sostengo que incorporar en la enseñanza reflexiones sobre estos temas metacientíficos no solo enriquece la formación en ciencias, sino que también favorece en los estudiantes el desarrollo de reflexiones críticas sobre su propio saber. Además, potencia sus capacidades argumentativas y de observación, lo que les permite no solo expresar sus puntos de vista de manera coherente, sino también identificar y analizar fenómenos de forma más precisa y rigurosa.

En coherencia con lo planteado, se considera la importancia de desarrollar, en la enseñanza, estas habilidades, en particular, por que favorecen la participación reflexiva y critica entorno a nuestro propio saber. Al respecto Velásquez y Moreno (2017) Expresan que:

La formación del pensamiento crítico refiere Tovar (2008) precisa de las habilidades de análisis, interpretación, evaluación, inferencia y la autorregulación en el sujeto al ejecutar la actividad con una mentalidad abierta, flexible, asuma posiciones y está orientado en el qué hacer, por qué, cuándo, en qué creer o no, qué valor tiene para sí, para la sociedad y autoevalúa el proceso y los resultados de su aprendizaje, evidencia una actitud autorregulada. (p54)

De esta forma, se evidencia cómo los autores destacan la importancia de considerar las percepciones y perspectivas de los demás en la elaboración de sus propias construcciones de conocimiento. Este proceso de interacción y comunicación no solo posibilita el desarrollo del pensamiento crítico, sino que también fomenta la capacidad autorreguladora en el proceso de aprendizaje. Al compartir y confrontar ideas, los estudiantes desarrollan habilidades metacognitivas que les permiten reflexionar sobre sus propios enfoques y estrategias. Además, se resalta el papel crucial de la observación y la comunicación tanto en la validación como en la construcción del conocimiento, no solo como herramientas científicas, sino también como componentes esenciales en las reflexiones metacientíficas. De este modo, se favorece una comprensión más profunda, colaborativa y crítica del saber.

4.2. Reflexiones metacientíficas centradas en el concepto de claroscuro: una posibilidad para construir explicaciones sobre la construcción y validación del conocimiento

El análisis de los teóricos permitió establecer diversos aportes de las reflexiones metacientíficas, centradas en el concepto de claroscuro, como una alternativa para elaborar explicaciones sobre la construcción y validación del conocimiento. En la investigación se concluyó que el modo en que percibimos los objetos determina la forma en que los representamos. Al respecto, es importante decir que, los autores analizados muestran como la formación de las imágenes está determinada por la percepción, la cual, por medio del ángulo visual complementa diferentes estímulos necesarios para que se genere un conjunto de observaciones ya procesadas e interpretadas por el observador.

De esta forma, se destaca desde el análisis, el papel de validación de las diferentes percepciones, además de la importancia que tienen en la reflexión y construcción de los conocimientos, utilizando la comunicación como herramienta facilitadora en el establecimiento de consensos.

Así mismo, por medio de algunas explicaciones, que los casos presentaron en el segundo instrumento, donde se les pedía observar y describir una imagen, la cual, presentaba un problema propio del claroscuro en la percepción, se les pregunto ¿Cuál círculo es más grande y cual más pequeño? A(ver imagen 7) lo que, el Caso 3, expresa en el debate que:

La verdad no sabría qué decir, pero creo que ese experimento puede ayudar como a ver desde diferentes puntos de vista, valga la redundancia, como la visión, puede tener pues diferentes puntos de vista para entenderlo. (C3)

Por su parte, en el debate el Caso 1, señala que:

Pues el papel de las comunicaciones en la construcción del conocimiento son como utilizar puntos de vista y percepciones de los demás, entonces para así construir tu conocimiento, necesitas opiniones, puntos de vista y estos, se dan a partir de explicaciones. (C1)

Con relación a lo anterior, se resalta la importancia que atribuyen los casos a la validación del conocimiento, desde el reconocimiento de los diferentes puntos de vista y representaciones que se tejen alrededor de este, por medio de la comunicación. De esta forma el caso 1 expresa:

Sí, porque mediante la comunicación se pueden llegar a conocer puntos de vista y apreciar cosas que por nuestra propia cuenta no somos capaces de ver, si nos comunicamos con personas ajenas a nosotros podemos dar a conocer datos que desconocíamos y de igual modo crear una investigación más completa al tener datos de personas diferentes. (C1)

Mientras que el Caso 4 expresa:

Yo diría que entre más debatamos de un tema, sea el que sea, vamos a tener más conocimientos sobre nosotros, no sobre ese tema sino más cosas, porque siempre que hablamos de algo, terminamos metiendo más cosas. (C4)

De esta manera, los casos relatan como desde la apreciación de diferentes puntos de vista obtenidos en las consideraciones de las imágenes y como cada uno dio una idea lógica desde lo que percibía, se puede alcanzar reflexiones en torno al conocimiento, esta investigación asume como posibilitan capacidades autorreflexivas en la exposición de las ideas, sobre las formas de significar las experiencias y de comunicar sus construcciones sobre conciben como realidad. Se entiende así, que en esta vía se posibilita la construcción y validación del conocimiento, desde la observación, la comunicación y el establecimiento de consensos, que posibilitan el desarrollo de habilidades metacognitivas para poder expresarse y asumir un papel crítico en torno a las formulaciones sobre la realidad.

Con relación a lo anterior algunos autores resaltan, la importancia de formar en estas habilidades, Al respecto Carvajal et.al(2017) expresan:

Paul (2008) Al hablar del pensamiento crítico, lo plantea como una forma de pensar sobre algo, en la que el pensante mejora su pensamiento, al contrastar su pensamiento con estándares intelectuales. Desde esta perspectiva, se puede hablar de una metacognición por parte del pensante, en la que evalúa sus pensamientos en términos de eficacia y calidad, en clave de la pertinencia retórica de sus argumentos y los estándares intelectuales, los cuales están enmarcados según el autor en que el pensamiento crítico busca responder una pregunta a un otro imaginado como ideal (p.5)

Desde estas perspectivas se asume, como los diferentes puntos de vistas, facilitan la construcción de algunas situaciones, generando una variedad de ideas más amplias y resaltando que luego estas, estructuran las construcciones y validación de explicaciones sobre el conocimiento, eso que tomaremos como verdad. cabe incluir, como el pensamiento crítico es una

herramienta autorreflexiva del saber que, junto con pares, determinan consensos y avalan observaciones.

Otros aspectos metacientíficos, objeto de reflexión, es la forma que se analiza al momento de sustentar y comunicar la información, muchas veces esas observaciones y percepciones que se generan construyen una estructura más elaborada, que tendrán que ser validadas a través de consensos, de esta forma caso 4 expresa:

La importancia, creo que el tener la opinión de los otros, podemos ver cosas que no habíamos observado antes, por ejemplo, cuando caso 3 me dijo que estaban en diferentes posiciones, yo no lo había visto antes que ella lo dijera, y frente a eso pude crear como otra visión de lo que ya tenía visto antes. Es importante tener la opinión de los demás, que no nos quedemos solo con nuestro argumento, sino que nos abramos a ver nuevas cosas. (C4)

Mientras que el Caso1 señala:

Primordialmente creo que se debe acordar entre varias personas los puntos de vista y los pensamientos, entonces si una minoría de personas están de acuerdo con una explicación, el grupo en general debe estar de acuerdo para poder aprobarla, entonces el factor fundamental considero que es la aceptación. (C1)

Por su parte, el Caso 3, señala que:

Pues yo diría que lo más importante, para hacer un consenso, es tomar absolutamente todas las opiniones de los demás, pues no solo quedarnos con la que más nos gusta, sino que muchas veces, aunque la opinión de alguien sea muy absurda para alguien, si le ponemos un poquito de sentido puede ayudar demasiado, entonces tomar las opiniones de todos. (C3)

En el mismo sentido lo consideran C5 y C2. C5 resalta que “así todos podríamos tener diferentes puntos de vista de cada tema u objeto, y poder lograr una conclusión más completa” (c5)

De acuerdo con lo mencionado, se asume que la consolidación de consensos, la forma de expresar las ideas, de relacionarse, de tomar en cuenta la opinión del otro, de reconocer que no todo lo sabemos y hay cosas que se escapan de la descripción de nuestras observaciones, son elementos propios de las reflexiones metacientíficas, además se entiende que estas reflexiones posibilitan el desarrollo de habilidades autorreflexivas, propias del pensamiento crítico y de las habilidades argumentativas presentes en la metacognición, la cual, facilita explicaciones sobre las observaciones y percepciones de nuestra realidad.

Por otro lado, cabe analizar en esta investigación como por medio de las reflexiones y el compartir y expresar ideas, los casos iban elaborando sus análisis a partir de sus propias experiencias autorreflexivas. Por su parte, el Caso 1, señala que:

Eso eso, pues yo creo que los factores más importantes, por ejemplo, en este caso de una investigación y puntos de vista, sería precisamente los puntos de vista y las observaciones, entonces en este consenso, digamos que vamos a hacer un consenso, sería reunir las opiniones de caso 4, de caso 3 y aglomerarse con las nuestra, entonces yo creo que lo más importante es eso, las observaciones y sí. (risas)

Y luego el Caso agrega:

Nada, lo que dijo caso 5, no lo había tomado en cuenta, que es esto de las inconformidades, de las negaciones, pues estar en desacuerdo, también hay que tomar en cuenta eso, por ejemplo, si caso 3, dice que no, que el más pequeño es el A, entonces también hay que tomarlo en cuenta y saber por qué es más pequeño para ella. (C5)

Mientras que el Caso 4 determina:

Ah yo creo que es importante que, a la hora de dar tu opinión, la respaldes con argumentos, en general eso, por ejemplo, si caso 3 me dice, ay es que me parece o tal cuadro más grande que este, pero no me dice por qué, que diferente tiene al resto, entonces no tengo porque apreciar la opinión de ella. (C4)

Por su parte caso 3, expone:

Pues la verdad, yo estoy de acuerdo con caso 4, por ejemplo, cuando caso 1 dijo que la B, pasaba desapercibida, la verdad yo no me había dado cuenta de eso, pues yo simplemente entré buscando el círculo de una vez, y no me había dado como cuenta de los colores del fondo como tal , entonces eso hace e que otras personas que a la vez que habla, tengamos una mente más abierta sobre el tema, y podamos entender un poco más y hacer cosas más complejas. (C3)

Y luego el Caso agrega:

porque por ejemplo caso 4 y yo, íbamos a poner lo que pensaba cada una, pero después como que nos pusimos a analizar lo decía cada una, y luego llegamos a una respuesta más concreta para ambas. (C3)

En el mismo sentido lo consideran C5y C2. C5 resalta que “Los buenos argumentos a la hora de explicar el procedimiento que se halla hecho.” (C5)

En concordancia con lo discutido, se observa cómo los casos relatan distintas apreciaciones y el debate de ideas que surgieron al analizar las percepciones de los demás. A través de argumentos sólidos, se pudo determinar la importancia de validar las explicaciones sobre el conocimiento desde un enfoque autoreflexivo, cuestionando sus propias explicaciones y argumentos, preguntándose: ¿por qué tenían diferentes observaciones y qué relación tenían estas con la idea que se estaban formando? Este proceso no solo permitió profundizar en la comprensión del conocimiento, sino

que también destacó la relevancia de la interacción y el diálogo crítico como medios para fortalecer la construcción colectiva del saber.

Así mismo, se considera la importancia de generar espacios de dialogo y reflexión, entorno a las percepciones y observaciones, al ser una herramienta de construcción y validación del conocimiento, al asumir que todos somos parte de la elaboración de este, en el consenso de las ideas, en la sustentación de las teorías, en representación y formas de pensar, propias de cada ser humano. En concordancia con Pessoa (1992) “Pensar la ciencia pasa a ser posible y se descubre que producir conocimiento empieza con un sencillo acto común y posible para todos: pensar.” (p. 293)

De acuerdo con lo anterior, se considera relevante tener en cuenta las percepciones que elaboramos desde nuestras experiencias, al ser todos seres con posibilidad de pensar, construir, elaborar, diseñar, expresar y representar de una forma u otra lo que entendemos como realidad. De acuerdo con lo expresado, Elkana (1983) Señala que

Todos los hombres desarrollan opiniones sobre la naturaleza que los rodea. Además, todos los hombres tienen opiniones sobre el conocimiento. El medio natural determina en gran medida el modo de vivir de todos los hombres y la forma de sus opiniones sobre la sociedad y sobre una manera de vivir. Se puede separar las opiniones sobre el mundo y el hombre de las opiniones sobre el conocimiento, en el cual esta insertadas las primeras (p.7)

Así mismo, se destacan estas propiedades como elementos de las reflexiones metacientíficas, al ser una herramienta para acercarse a todos estos aspectos propios de las ciencias, los cuales son facilitadores en los procesos la enseñanza, al vernos enfrentados a nuestras propias elaboraciones sobre realidad y las construcciones de estas en sociedad, sobre lo que conocemos y desconocemos, posibilitando la formación entorno a capacidades metacognitivas y desarrollando el pensamiento crítico. Además, las reflexiones sobre la observación y la construcción del sistema visual están estructuradas en torno a la validación del conocimiento. Este sistema visual, concebido como un mecanismo complejo, va más allá de ser una simple pantalla receptora; es una de las herramientas fundamentales que poseemos para identificar características y propiedades en las

postulaciones que hacemos sobre la realidad. Por ello, cuestionar y validar este órgano receptor es crucial al hablar de construcciones sobre la realidad y su enseñanza, ya que influye directamente en cómo entendemos y explicamos los fenómenos que nos rodean.

De esta manera, esta investigación asume que la comunicación, la observación, la validación, los consensos, las percepciones, así como las diferentes opiniones y representaciones, son elementos clave en la consolidación de las formas de construir conocimiento en sociedad. Estos factores no solo permiten el intercambio y la evaluación de ideas, sino que también fomentan el entendimiento colectivo y el desarrollo de una comprensión más amplia y diversa del mundo. Además, se resalta el papel fundamental de la cultura en este proceso, ya que influye directamente en la manera en que se interpreta, difunde y aplica el conocimiento científico, mostrando que la ciencia no es una entidad aislada, sino un fenómeno profundamente arraigado en el contexto social y cultural. Estos aspectos, que se abordaron en esta investigación desde una perspectiva epistemológica, se consideran fundamentales para la construcción y validación del conocimiento, ya que actúan como fuentes esenciales en el proceso de interpretar y representar la realidad.

En consonancia con lo expuesto, sostengo que, generar en la enseñanza reflexiones sobre estos asuntos metacientíficos, no solo posibilita una formación en ciencias, sino que también les permiten expresar sus puntos de vista, asumir un papel crítico frente al conocimiento, al ser ciudadanos del mundo, enmarcados por un contexto cultural y una forma propia de significar y representar el conocimiento desde una postura autorreflexiva.

Capítulo cinco. Implicaciones Didácticas

5.1 Lo que implica la formación en ciencias

Este capítulo recoge la información obtenida en el análisis de la investigación y no escapa de la reflexión, la forma como significamos y representamos todas las experiencias que como maestros nos vemos enfrentados al aprender y al enseñar algún tema referente a las ciencias. Por lo tanto, la enseñanza en ciencias no es simplemente asimilar una teoría, es posibilitar escenarios de reflexión en torno al conocimiento y cuestionarnos, por las acciones que permitieron el desarrollo de esas ideas. Lo que implica que estas reflexiones posibilitan concepciones en el que, por qué y para que enseñar.

Con relación a lo anterior, se asume que una representación del mundo físico es un proceso que deja una producción. El sujeto es activo en la relación con el conocimiento ante la comprensión del mundo, el participa, propone teorías, hipótesis, estructura modelos de representación y pone en cuestión sus experiencias y representaciones individuales. por lo que las reflexiones que se tejen entorno al conocimiento son un proceso de construcción entre las experiencias y la validación por consensos de esas significaciones que realizamos de nuestra realidad, sin desligarnos de nuestros contextos culturales.

Contemplando lo expresado, se diseña una propuesta de una secuencia didáctica, que favorezca el aprendizaje y las reflexiones de los fenómenos correspondientes a la óptica, por medio de explicaciones entorno a la construcción y validación del conocimiento. Desde esta línea, se enfatizan las reflexiones en torno a las representaciones que hacemos de lo que observamos y como le damos legitimidad desde el establecimiento de consensos.

Así mismo, se reconoce la importancia del trabajo y análisis con otro sujeto, favoreciendo las estructuraciones de las explicaciones, al tener en cuenta aspectos antes no contemplados o al verificar o no acierto de los planteamientos individuales. De esta manera, se descarta concebir el conocimiento como estructuras ya determinadas, por que pretende acercar al estudiante a la construcción propia de sus representaciones sobre el conocimiento, posibilitando escenarios que generen las reflexiones de este.

De acuerdo con lo anterior, las reflexiones abordadas para el desarrollo de la unidad didáctica no solo ponen en cuestionamiento la forma como se entiende, se construye y se valida el conocimiento, sino también las herramientas que poseemos a la hora de recolectar información, la conciencia que tenemos sobre nuestro contexto cultural y la incidencia de nuestras observaciones para la representación de nuestra realidad. Cabe incluir, que el maestro construye y formula representaciones sobre la realidad, así mismo se entiende que la forma como las represente y signifique, de esa misma forma las transmitirá.

Consecuente con lo anterior, en las reflexiones para la elaboración de la secuencia didáctica se tuvieron en cuenta elementos como la observación, la comunicación, los consensos, los contextos culturales, las experiencias y significaciones propias de las representaciones de cada individuo. De esta manera, se reconoce la importancia de construir con el otro, las propias representaciones que asumimos como realidad, al ser seres dotados de la capacidad de pensar, construir, representar y avalar. Así mismo, determinamos en nuestros contextos que asumimos como verdad y que no.

Cabe señalar, que la enseñanza en física debe generar debates alrededor de cómo se construye y se avala el conocimiento científico y el papel que todos realizan al ser parte de las construcciones simbólicas y las representaciones asumidas como realidad. En este sentido, se concibe que la enseñanza en ciencias tiene un contexto cultural y un carácter humano. Representar en la ciencia el carácter humano que la ha construido y dado continuidad es labor de la enseñanza. Siguiendo esta idea, se posibilitan espacios de diálogo entorno a la estructuración y representación de explicaciones, que tejan representaciones sobre las herramientas de construcción y validación del conocimiento.

Así mismo, se reconoce el dialogo, la escucha, los consensos, el trabajo en equipo, las diferentes fuentes, como elementos culturales, propios de las reflexiones metacientíficas, que desarrollan las habilidades metacognitivas y el pensamiento crítico, como elementos necesarios para vivir en comunidad.

Por otro lado, se asume el papel político inherente a la labor docente, generando espacios en la reflexión en torno al conocimiento y su carácter cultural. Se entiende así, que la formación de ciencia desde este enfoque posibilita la formación ciudadana, dotando de elementos y herramientas de reflexión a los estudiantes, al cuestionar la forma como se asume el conocimiento.

5.2 Secuencia didáctica

Esta secuencia didáctica, tomo en cuenta algunos elementos importantes como el grado al que va dirigido y los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional (Colombia) se proponen como los de Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), estos últimos pretenden que se entienda los aprendizajes como la conjunción de unos conocimientos, habilidades y actitudes que otorgan un contexto cultural e histórico a quien aprende.

Con relación a lo anterior, esta secuencia didáctica se plantea con la intención de analizar algunas reflexiones metacientíficas entorno al conocimiento, desde este enfoque se pretende que el estudiante pueda explicar algunas situaciones relacionada con la óptica, que le permita reflexionar sobre la forma como él construye, comunica y avala el conocimiento científico.

Estructuración de la unidad didáctica:

Nombre de la unidad: La óptica como herramienta de análisis en la construcción y validación del conocimiento científico.

Grado: 11° (grado once)

Número de sesiones: 5 (Cinco)

Derechos Básicos de Aprendizaje: Explica las cualidades del sonido (tono, intensidad, audibilidad) y de la luz (color y visibilidad) a partir de las características del fenómeno ondulatorio (longitud de onda, frecuencia, amplitud).

Nota: Esta unidad está contemplada desde los planteamientos de la óptica (visibilidad, color) correspondiente con los DBA.

Objetivo General: Analizar las reflexiones en torno a la construcción y validación del conocimiento a partir de algunas explicaciones sobre situaciones relacionadas con la óptica.

Objetivos Específicos:

- Identificar algunos aspectos estructurantes de la visibilidad y percepción entorno a la construcción y validación del conocimiento.

- Favorecer procesos entorno a la construcción y validación del conocimiento científico.

- Identificar la postura con la que se entiende y representa el conocimiento científico.

Fase de exploración

Actividad 1

La intencionalidad de esta fase es identificar aquellos conocimientos previos que pueden presentar los estudiantes frente a la forma como se comprende la ciencia, permitiendo al docente indagar mejor sobre las necesidades frente al tema. De esta forma, en el diseño se contempló algunas ideas generarles que pueden o no compartir los estudiantes con relación a la construcción del conocimiento.

Tiempo estimado para la actividad:

- Cuestionario 15 minutos

En esta actividad se proponen una serie de afirmaciones en torno al conocimiento, frente a las cuales el estudiante deberá tomar una postura. Las opciones son estar de acuerdo, no estar de acuerdo o indicar que no tiene suficiente conocimiento sobre el tema. La duración estimada para la realización de la actividad es de 15 minutos, y se llevará a cabo de forma individual.

Fase de Estructuración y representación.

En las reflexiones en torno a la ciencia, las representaciones y significaciones del conocimiento no solo obedecen a un carácter teórico, demandan una postura crítica frente a los procesos de construcción y validación del conocimiento por parte del individuo. En esta fase, se pretende que el estudiante pueda reflexionar y debatir su proceso de construcción y validación sobre el conocimiento, por lo que su proceso no es solo de carácter individual, al ser consciente de sus representaciones sobre la realidad, es consciente de la incidencia del otro ,como agente participativo de sus procesos de estructuración y validación, posibilitando las reflexiones en torno a la forma como representa y significa su realidad, por medio de la observación, la comunicación, el establecimiento de consensos, para así definir lo que se determinara como real.

En este enfoque, el docente es mediador en el proceso, tiene como objetivo Identificar algunos aspectos estructutantes de la visibilidad y percepción entorno a la construcción y validación del conocimiento. Para lograr el objetivo, se diseñó dos actividades las cuales se desarrollarían cada una en una sección diferente.

Actividad 2: Cartas a una princesa de Alemania sobre diversos temas de física y filosofía.

La intención de esta actividad corresponde a las reflexiones en torno a la construcción del conocimiento. De esta manera, en el diseño de las actividades se contemplaron temas relacionados

con la óptica, posibilitando reflexiones en torno a las observaciones de los cuerpos visibles y la forma como lo representamos, generando contemplaciones entorno a la comunicación y observación, elementos propios de las reflexiones metacientíficas del conocimiento.

Tiempo estimado para la actividad:

Primer momento (Lecturas de cartas): 30 minutos.

Segundo momento (Debate sobre preguntas): 45 minutos

Tercer momento: (Trabajo en equipo y socialización): 45 minutos

En esta actividad propone, en primer lugar, la lectura de dos cartas que le escribe Leonard Euler a la princesa Friederike Charlotte de Alemania. En esta Euler le describe el fenómeno de la visión, lo que sucede con el ángulo visual en la percepción de la formación de los objetos y el color del azul del cielo, temas correspondientes con la óptica. las cartas son “De lo que el juicio suple en la visión” y “Sobre el azul del cielo”. El segundo momento se pretende generar un debate alrededor de algunas preguntas sobre la construcción del conocimiento en relación con las cartas leídas en el primer momento. El tercer momento, contempla el trabajo en equipo y la solución a algunas preguntas relacionadas con la carta y las reflexiones a las que llegaron tras su lectura.

Actividad 3: Ilusiones ópticas y estructuración de explicaciones en la validación del conocimiento.

La intención de esta actividad corresponde a las reflexiones en torno a la validación del conocimiento. De esta manera, en el diseño de la actividad se contempló un caso hipotético, donde el estudiante debe asumir un papel como evaluador, posibilitando reflexiones conscientes de su proceso como observador y determinando la incidencia de las reflexiones de sus demás compañeros con las que él ya había estructurado. En este proceso, cada individuo como agente de evaluación y verificación debe tener las herramientas necesarias para argumentar sus apreciaciones, exponiendo sus posturas críticas.

Tiempo estimado para la actividad:

Primer momento (Trabajo en equipo, contestar reto de situación hipotética): 30 minutos.

Segundo momento (Exposición de los resultados): 45 minutos

Tercer momento: (Debate sobre preguntas): 45 minutos

En esta actividad se propone un caso hipotético sobre la evaluación de una imagen que han venido trabajando unos investigadores. De esta manera, los estudiantes deben responder al reto que consiste en elaborar un informe sobre la imagen y contestar una pregunta. Para el diseño de la actividad, se escogió un problema propio del claroscuro en la percepción visual, generando en algunos casos una ilusión óptica de acuerdo con los contrastes con la que está diseñada la imagen. El segundo momento, pretende analizar en los estudiantes sus resultados y que en este proceso con el conjunto de percepciones de los demás, enfatice la importancia del otro en la construcción y validación del conocimiento. por último, en el tercer momento se genera un debate en torno a algunas preguntas alusivas a las características del conocimiento.

Fase de apropiación

La intención de esta fase corresponde a la forma como analizamos y representamos nuestros procesos de observación, comunicación y representación. De esta manera, la actividad fue estructurada a partir del proceso de un montaje experimental, en el cual, se utiliza un proceso de la luz para un modelado de imagen por medio de un proceso llamado clorofila, el estudiante debe desempeñar un papel activo en la elaboración de este proceso, a partir de los criterios de selección que establece para sus observaciones, en la forma como argumenta sus resultados y expresa sus ideas, la forma como estructura su proceso experimental. Así mismo, se contempló algunas características que surgen a la hora construir conocimiento y avalarlo por consensos.

Para desarrollarse en dos sesiones, la primera sesión corresponde al primer momento y la segunda sesión al momento dos y tres.

Actividad 4: Exploraciones científicas.

La intención de esta actividad es que el estudiante evalúe desde su experiencia un proceso de elaboración y estructuración, al respecto a la construcción de un montaje experimental, y que, por medio de la comunicación y representación de este, llegue con sus compañeros a reflexiones en torno a las herramientas de evaluación que se determinan para construir y avalar conocimientos.

Tiempo estimado para la actividad:

Primer momento (modelación y hallazgos): 30 minutos y 20 minutos cada día.

Segundo momento (Exposición de los resultados): 45 minutos.

Tercer momento: (Debate sobre preguntas): 45 minutos.

En esta actividad se propone el montaje de un proceso que se llama clorofila, que revela imágenes por medio del proceso de fotosíntesis, los estudiantes deberán hacer el modelado en la primera sesión durante tres días como mínimo por 20 minutos, hacer un proceso de descripción y observación de lo que le va pasando en el proceso. Allí se les solicita llenar un formato por cada día que hicieron de observación. En la segunda sesión, se llevará a cabo el segundo momento que corresponde a la exposición de los resultados que los estudiantes realizaron y el tercer momento obedece a un debate en torno a la reflexión de algunas preguntas referentes a la construcción y validación del conocimiento científico.

❖ Evaluación de la actividad

Las reflexiones referentes a la ciencia son variadas y de carácter cultural, el proceso autorreflexivo de las representaciones que hacemos del conocimiento, no están determinadas en verdades absolutas, por el contrario, están en continua construcción. De esta forma, esta unidad didáctica contempla en su evaluación el proceso de reflexión crítica desde la autonomía, y propone la autoevaluación como herramienta de evaluación.

De esta forma, se asume la autoevaluación como un proceso de reflexión por parte del individuo. Se necesitan elementos de juicio en el proceso de construcción para estos criterios y la honestidad es un elemento necesario para este tipo de evaluaciones. Quien se autoevalúa de verdad no tiene por qué desconfiar de sus juicios de valor.

Con relación a lo anterior, se propone que cada estudiante cree los criterios con los que evaluará su propio trabajo. Se asume de esta manera, que generar en los estudiantes escenarios donde las posiciones críticas frente a sus procesos de aprendizaje sean tenidas en cuenta, fomenta el análisis en torno a sus procesos de conocimiento, al hacerlos partícipes de sus propias reflexiones metacientíficas.

Capítulo seis. Consideraciones Finales

Las reflexiones de este estudio abordan la complejidad de caracterizar las rutas de enseñanza en el desarrollo de conceptos vinculados a la validación y construcción del conocimiento, fundamentales para la formación de representaciones de la realidad. Este conocimiento tiene un carácter cultural, dado que surge como una idea consensuada por las comunidades, quienes le otorgan continuidad a las estructuras que configuran su percepción y comprensión del mundo. En este contexto, se consideró cómo las dinámicas culturales influyen tanto en la construcción del conocimiento científico como en la interpretación de la realidad. Este proceso investigativo examinó, por un lado, las representaciones culturales que determinan cómo se construye y valida el conocimiento científico, y por otro, la importancia de la comunicación, la validación y el debate en la enseñanza de las ciencias. Se concluye que la reflexión sobre el carácter cultural de la ciencia puede generar espacios en la enseñanza que promuevan el desarrollo de habilidades científicas y críticas.

El análisis de los fenómenos ópticos invita a reconsiderar la ciencia como un proceso dinámico de construcción del conocimiento, en el cual la validación, la observación y el debate desempeñan roles cruciales. Además, se exploraron las implicaciones de estas representaciones en los procesos de enseñanza, cuestionando cómo las percepciones influyen en la comprensión de los fenómenos por parte de los estudiantes y en qué medida afectan lo que ellos interpretan de los conceptos seleccionados para su aprendizaje. En este contexto, surge una interrogante clave: ¿cómo puede la enseñanza de conceptos científicos, como los fenómenos ópticos, contribuir al desarrollo de una ciudadanía más crítica y consciente de los procesos de validación del conocimiento en la sociedad?

A través del análisis de conceptos como la luz y la oscuridad, se exploraron situaciones centradas en el concepto de claroscuro como una vía para explicar la construcción y validación del conocimiento. Se identificaron aspectos clave del claroscuro, planteado por Goethe, Galileo, Stoichiță y Euler, que facilitaron la elaboración de explicaciones sobre estos procesos. Este análisis generó reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias y permitió cuestionar cómo la oscuridad, entendida como ausencia de luz e información visual, desafía las teorías clásicas de la óptica y redefine los límites de la observación y la validación científica. Estas representaciones fueron formuladas en el marco de la formación de imágenes sobre la validación de explicaciones y las

representaciones de fenómenos cromáticos, a partir de reflexiones metacientíficas. Estas reflexiones no solo permiten profundizar en la construcción del conocimiento, sino que también contribuyen al desarrollo de habilidades como la metacognición y el pensamiento creativo. En este contexto, surge la pregunta: ¿cómo puede la oscuridad, como fenómeno óptico, ser utilizada en la enseñanza de las ciencias para facilitar la construcción y validación del conocimiento, y de qué manera su estudio puede revelar limitaciones en la percepción que fomenten el pensamiento crítico en los estudiantes al interpretar teorías y resultados científicos?

Por otro lado, se exploraron algunos imaginarios en torno a la construcción y validación del conocimiento. En este contexto, se presentaron explicaciones construidas por estudiantes de grado 11 al resolver situaciones relacionadas con fenómenos cromáticos de la luz y la formación de imágenes, lo que destacó cómo estas experiencias enriquecen su comprensión sobre la naturaleza del conocimiento. Además, se debatió la creencia popular de que la ciencia se presenta como un cúmulo de verdades absolutas, lo que frecuentemente lleva a ignorar que la ciencia es, en realidad, un campo susceptible al cambio, a la complementación y a la contradicción. Esta perspectiva resalta que las ideas científicas no son estáticas; se desarrollan y adaptan gracias a nuevas tecnologías y consensos. Así, se abre un espectro más amplio de percepciones y observaciones humanas, que se configuran como construcciones del conocimiento.

Consecuentemente, generar espacios de reflexión donde se elabore una conciencia de estos hechos es dar a los estudiantes la posibilidad de asimilar la ciencia como un intercambio de ideas, fomentando un ambiente propicio para abordar las dudas que nuestra existencia va generando sobre todo lo que nos provoca inquietud. Esto posibilita conocer, comprender y representar el entorno del mundo natural.

Sin embargo, es importante reconocer ciertas limitaciones en este estudio. En primer lugar, la naturaleza específica de la investigación puede haber restringido la profundidad de la exploración sobre la complejidad epistemológica que subyace en la enseñanza de fenómenos como la luz y la oscuridad. En segundo lugar, aunque la selección de casos fue cuidadosamente elegida, podría no abarcar toda la diversidad de experiencias educativas en la enseñanza de las ciencias. Finalmente, dado que el estudio se basa en una aproximación teórica y reflexiva, se echa de menos una evaluación empírica que examine de manera directa cómo estas ideas afectan la práctica docente y el aprendizaje de los estudiantes.

Este trabajo también abre un espacio para nuevas interrogantes que pueden guiar futuras investigaciones en la línea epistemológica. Por ejemplo, ¿cómo pueden los desafíos inherentes a la naturaleza de las ciencias, como su dinámica cambiante y su dependencia del contexto, ser mejor abordados en la formación docente? Asimismo, ¿de qué manera la exploración de los conceptos de luz y oscuridad puede enriquecer la capacidad de los estudiantes para cuestionar y analizar críticamente la información científica en su entorno? Estas preguntas no solo buscan profundizar en la práctica educativa, sino que también invitan a reflexionar sobre la construcción de una visión más holística de la ciencia, que contemple su carácter cultural y su impacto en la comprensión de la realidad.

Referencias

- Aguilar, Y. (2006). El concepto de presión desde la perspectiva Euleriana. *Medellín: Universidad de*
- Ayala, M. (2005). Análisis histórico-crítico y la recontextualización de saberes científicos. *Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. Pre impresos, 20*, 1-17.
- Ayala, M., Malagon, F., & Guerrero, G. (2004). La enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural. *Física y Cultura, 7*, 79-91.
- Carvajal, A. B., Alarcón, D. I., Angarita, D. M. P., & Urrego, Á. M. J. (2017). Pensamiento crítico, metacognición y aspectos motivacionales: una educación de calidad. *Poiésis, 1(33)*, 85-103.
- de Carvalho, A. M. P., & Castro, R. D. (1992). La historia de la ciencia como herramienta para la enseñanza de física en secundaria: un ejemplo en calor y temperatura. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 289-294.
- Einstein, A. (1931). Física y Realidad. En A. Einstein, *Sobre la teoría de la realidad y otras aportaciones a la ciencia* (págs. 99-133). Madrid: Sarpe.
- Elkana, Y. (1983). La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica. *Boletín de la sociedad colombiana de epistemología, 3(10-11)*, 65-80.
- Euler, L., & Pérez, C. M. (1990). *Cartas a una princesa de Alemania sobre diversos temas de Física y Filosofía* (Vol. 4). Universidad de Zaragoza.

Fernández Chaves, F. (2002). El análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación Revista de Ciencias Sociales (Cr), vol. II, núm. 96, junio, 2002 Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Goethe, J., 1949. *Teoría De Los Colores*. Barcelona: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.

González, M.C, Narváez, M.S y Suárez, M.E. (2016). Diversidad sexual, un mundo de colores: narrativas desde la homosexualidad. Plumilla educativa, 17(1), 283-294. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5920264>

Heisenberg, W., Gabriel, A., & Pascual, F. (1969). *La imagen de la naturaleza en la física actual*. Seix Barral.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación, 5ta ed .méxico d.f.: mcgraw-hill / interamericana editores, s.a. De c.v.

Huanca-Arohuanca, Jesús W. y Canaza-Choque, Franklin A. (2019). Puno: Educación rural y pensamiento crítico. Hacia una educación inclusiva. Revista Helios, 3 (1), 97-108.

Lévy-Leblond, J. M. (1984). Física y matemáticas. In *Pensar la matemática* (pp. 75-92). Tusquets.

Martínez Ruiz, V. (2014), Habilidades para la vida: una propuesta de formación ciudadana. Itinerario Educativo, xxviii (63), 61-89 Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia.

Moreno-Pinado, W. E.; Velázquez Tejeda, M. E. (2017) Estrategia Didáctica para Desarrollar el Pensamiento Crítico REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, vol. 15, núm. 2, 2017, pp. 53-73 Red Iberoamericana de Investigación Sobre Cambio y Eficacia Escolar Madrid, España.

Osses Bustingorry, S., & Jaramillo Mora, S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 34(1), 187-197.

Ruiz Olabuénaga, J.I. (2007). Metodología de la Investigación Cualitativa. 4ta ed. Bilbao: Universidad de Deusto. Artes Gráficas Rontegui, S.A.L. España.

Stake, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.

Stoichiță, V., 1999. *Breve Historia De La Sombra*. Madrid: Ediciones Siruela.

Ruiz Olabuénaga, J.I. (2007). Metodología de la Investigación Cualitativa. 4ta ed. Bilbao

Velázquez Tejeda, M. E., & Moreno-Pinado, W. E. (2017).

Vinci, L. D. (1827)., El tratado de la pintura, Madrid: Imprenta Real.

Imagen 2. (s. f.). *Representación de la percepción del color a través de un simulador (PhET)* [Ilustración]. PhET Interactive Simulations. <https://phet.colorado.edu/simulations/color-vision>

Imagen 3. (s. f.). *Representación de la intensidad de vibraciones por diferentes fuentes que determina el color, a través de un simulador (PhET)* [Ilustración]. PhET Interactive Simulations. <https://phet.colorado.edu/>

Imagen 4. Goethe, J. W. (1949). *Representación de los colores fisiológicos, simples y compuestos*

Imagen 9. (s. f.). *Esculturas de Larry Kagan utilizan la luz y la sombra como agente activo*.

Imagen 10. (s. f.). *Cómo improvisar una brújula, para determinar los cuatro puntos cardinales* [Imagen]. Facebook. <https://www.facebook.com/STDSADECV/posts/como-improvisar-una-brujula-para-determinar-los-cuatro-puntos-cardinales1-coloca/2515033508518831//>

Imagen 11. Bausá Valdé, C. (s. f.). *Eratóstenes de Cirene y la circunferencia de la Tierra* [Ilustración]. <https://www.um.es/cepoat/radio/tag/eratostenes/>

Imagen 12. Galilei, G. (1610). *Hoja del libro Sidereus Nuncius Sidereal Messenger* [Ilustración].