



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**MIS REFLEXIONES EN TORNO A LA TEORÍA FÍSICA DE LA SOMBRA LEGADA POR DA
VINCI**

Yomaira Gutiérrez Zapata

Universidad de Antioquia

Facultad de educación, Departamento de Enseñanza de las

Ciencias y las Artes

Medellín, Colombia



Mis reflexiones en torno a la teoría física de la sombra legada por Da Vinci

Yomaira Gutiérrez Zapata

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Licenciada en Matemáticas y Física

Asesora:

Olga Luz Dary Rodríguez Rodríguez, Magíster en Docencia de la Física

Línea de Investigación:

Epistemología, historia y enseñanza de la física.

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación, Departamento de Enseñanza de las Ciencias y las Artes.

Medellín, Colombia

2021

A todos los que tuvieron que ver con este trabajo.

Y sin importar el sentido de influencia en esta investigación, muchas gracias.

Contenido

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO I: Mis dificultades al tratar el tema de la sombra | 1 |
| Escasa notoriedad del tópico de sombra en textos de uso representativo | 2 |
| Breve aparición del tópico de la sombra en los DBA | 4 |
| Ausencia del tópico de la sombra en los Estándares | 7 |
| Objetivos | 8 |
| <i>Objetivo General</i> | 8 |
| <i>Objetivos específicos</i> | 8 |
| CAPÍTULO II: Mi conceptualización del fenómeno de la sombra desde la perspectiva de Da Vinci y sobre el conocimiento científico | 9 |
| <i>Mi conceptualización del fenómeno de la sombra a través de criterios y roles de perspectiva y de campo (oscuro e iluminado)</i> | 9 |
| El rol de la perspectiva..... | 10 |
| Rol del campo oscuro y del campo iluminado. | 13 |
| <i>Sistema referencial para estudiar el fenómeno de la sombra</i> | 14 |
| <i>Caracterización del fenómeno de sombra: Sus propiedades y los factores que la modifican</i> 16 | |
| Propiedades del fenómeno de la sombra. | 16 |
| Factores que modifican el fenómeno de la Sombra..... | 20 |
| Del conocimiento común al conocimiento científico en el contexto educativo | 21 |
| <i>El conocimiento común, un presupuesto básico para la conceptualización: Aporte teórico de Arcá, Guidoni & Mazzoli y Mach</i> | 21 |
| <i>De la actividad experimental como mediadora de procesos intelectuales y en torno al debate-consenso para legitimización de conceptos: Aportes teóricos de Duhem, Shapin y Schaffer</i> 25 | |
| Mi narración autobiográfica: la metodología investigativa..... | 27 |
| CAPÍTULO III: Propuesta alternativa para el estudio del fenómeno de la sombra | 30 |
| Hacia la construcción del concepto de sombra | 30 |
| Mi propuesta para estudio del fenómeno sombra: Talleres experimentales I y II..... | 32 |
| Justificación de las actividades experimentales, Taller I y Taller II | 40 |
| CAPÍTULO IV: Mis reflexiones sobre el saber común articulado a la actividad experimental en espacios de enseñanza aprendizaje. De imprevistos y discensos | 43 |
| Una construcción del concepto sombra centrada en el saber común y lo experimental | 49 |
| <i>Particularidades de mi modelo de construcción conceptual</i> | 49 |
| <i>De cómo el ambiente de trabajo permea el resultado de esta investigación</i> | 49 |

| | |
|---|-----------|
| Roles del artefacto saber común-actividad experimental y del dúo dinamizador estrategias-debate & consenso | 51 |
| Conclusiones generales | 60 |
| Bibliografía | 63 |
| Cibergrafía..... | 64 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1: La sombra usada para explicar la difracción en el texto de Santillana | 3 |
| Ilustración 2: Glosario que menciona la sombra del Texto de Física General de Alvarenga | 3 |
| Ilustración 3: Mención del tópico de la sombra en el libro texto de Física 11 de Jorge Quiroga..... | 4 |
| <i>Ilustración 4:</i> DBA grado 3 MINEDUCACIÓN | 6 |
| <i>Ilustración 5:</i> Pirámides de perspectiva formada con líneas que desde cuerpo sombrío en c f g, llegan al ojo. Tomado de: El Tratado de la pintura (Da Vinci, 1651/1980, p. 115)..... | 11 |
| <i>Ilustración 6:</i> Líneas de visión piramidal de Da Vinci..... | 12 |
| <i>Ilustración 7:</i> Sistema Referencial de la sombra..... | 15 |
| Ilustración 8: Sombra proyectada sobre una superficie para tres cuerpos diferentes. Tomado de: El tratado de pintura (Da Vinci, 1651/1998, p. 203)..... | 17 |
| Ilustración 9: Línea media de longitud de una Sombra y el punto de luz | 18 |
| Ilustración 10: Dirección de la sombra que se dirige desde el cuerpo hacia un punto. | 18 |
| Ilustración 11: Tres formas de sombra. | 19 |
| <i>Ilustración 12:</i> Foto planta física de I.E Javiera Londoño Sevilla | 44 |
| <i>Ilustración 13:</i> Foto Planta física de I.E Presbítero Antonio José Bernal Londoño Tomado de: https://www.iepbroantoniojosebernal.edu.co/ Tomada 22 febrero de 2021..... | 45 |
| <i>Ilustración 14:</i> Protocolo de compromiso ético | 47 |
| <i>Ilustración 15:</i> Materiales para interactuar | 51 |
| Ilustración 16: Sistema: luz, sombra, espacio y objeto presentada por uno de los equipos..... | 53 |
| <i>Ilustración 17:</i> Un modelo de arreglo del material propuesto por un equipo | 54 |
| Ilustración 18: Estudiantes IE pintando dibujos de objetos sobre campo oscuro y campo iluminado | 56 |
| <i>Ilustración 19:</i> La sombra - dibujo de un par de mi IES..... | 57 |

Resumen

Del análisis reflexivo que realicé alrededor de la sombra encontré que son casi nulos los registros escritos que sobre el tema aparecen. Un desafortunado hallazgo en contraste con la presencia copiosa y recurrente de la sombra en el diario vivir de todo ser humano del planeta tierra. La explicación en textos libros que la sombra es ausencia de luz y viceversa solo me llevan a un círculo vicioso y dado que el fenómeno de la sombra tiene identidad propia merece ser tratado científicamente.

Mi investigación en un contexto educativo usa el método narración autobiográfica. Doy relevancia al vínculo de lo experimental y el saber común, un consolidado que desde la experiencia ya vivida toda persona posee. Todo ello lo centro en la construcción de talleres experimentales como partes integrales de mi construcción conceptual de sombra. Idear estrategias en un ambiente debate-consenso es un reto que enfrentan los estudiantes en los formatos que ellos diligencian.

Las actividades de mi propuesta están pensadas para que, a partir de un conocimiento ya poseído, el saber común, articulado a lo experimental la persona experimentadora desde su propio procesamiento mental realice la construcción del concepto de sombra.

Considero el presente estudio como el piloto que ha de abrir caminos en pos de escudriñar y adentrarse en aspectos de mayor calado científico sobre el fenómeno de sombra. Con la convicción que investigaciones nuevas vendrán veo esta como un comienzo significativo.

ABSTRACT

From the reflective analysis that I carried out around the shadow, I found that the written records that appear on the subject are almost nil. An unfortunate finding in contrast to the abundant and recurring presence of the shadow in the daily lives of every human being on planet earth. The explanation in the textbook that the shadow is the absence of light and vice versa only leads me to a vicious circle and since the phenomenon of the shadow has its own identity, it deserves to be treated scientifically.

My research in an educational context uses the autobiographical storytelling method. I give relevance to the link between the experimental and the common knowledge, a consolidated that every person possesses from the experience already lived. All of this is centered in the construction of experimental workshops as integral parts of my conceptual shadow construction. Devising strategies in a debate-consensus environment is a challenge faced by students in the forms they fill out.

The activities of my proposal are designed so that, from an already possessed knowledge, common knowledge, articulated to the experimental, the experimenter, from his own mental processing, carries out the construction of the shadow concept.

I consider this study as the pilot that has to open paths in order to scrutinize and delve into aspects of greater scientific significance about the shadow phenomenon. With the conviction that new research will come I see this as a significant start.

CAPÍTULO I: Mis dificultades al tratar el tema de la sombra

En el aspecto académico específicamente es pertinente aclarar que la línea de investigación por la cual opté corresponde a la física óptica desde el uso del método narrativo autobiográfico. Es mi pretensión aportar información sobre el fenómeno de la sombra como una alternativa a optar en el ámbito educativo y de investigación, así que debo disponer de suficientes recursos con los que encarar mi tarea de investigación.

En mi recorrido por el ámbito académico de primaria y educación media básica, poco es lo que recuerdo del fenómeno de la sombra. He podido notar el tópico de la sombra casi ausente como un contenido de estudio en este contexto escolar.

Me pasa que al pensar en una definición del fenómeno de la sombra solo acuden a mi memoria ideas o frases sobre la luz. Igualmente, surge en mi cierta incomodidad al hallarme frente a la definición que hallé en la red: “Parte de un espacio a la que no llega la luz, especialmente la del sol”. Diccionario, definición 2 (11 julio 2020)

<https://www.google.com/search?q=que+es+sombra&oq=que+es+sombra&aqs=chrome..69i57j0l7.6926j1j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Desde lo dicho antes noto que todas las consideraciones sobre el fenómeno de la sombra mantenidas en textos que he observado solo resuelven indirectamente el tema de este fenómeno, puesto que las definiciones que conozco están en función de lo que es la luz. Entonces me surgen ciertas preguntas: ¿Por qué no alcanzo a resolver satisfactoriamente qué es el fenómeno sombra?, ¿por qué me veo impulsada a utilizar para ello ideas de luz? y, ¿entonces qué es y qué caracterización corresponde al fenómeno de la sombra?

Como una primera reacción y con la convicción de la pertinencia de esta investigación para encarar las condiciones que describo en este inciso entiendo la necesidad de establecer una ruta a seguir. En ese sentido me planteo ¿qué tan pertinente sería escoger

un texto fuente sobre el cual hacer un ejercicio de identificación, selección y categorización de elementos para armar una estructura en la cual basar el estudio de la sombra?

Aclaro y resalto que, sobre los antecedentes investigativos, me atengo a los mismos criterios optados por mis pares de mi IES, puesto que coinciden con las condiciones de desarrollo de la presente investigación que adelanto Justacaro, Vásquez (2019) explican:

Finalmente, no podemos perder de vista en ningún momento que este trabajo está amparado bajo una metodología biográfico-narrativa y se enfoca fundamentalmente en nuestra experiencia y construcciones propias; por ello, no presentamos la búsqueda de antecedentes sobre otras investigaciones del mismo tema, sino, que realizamos una construcción propia desde la lectura de libros fuente y autores directamente relacionados con él. (p. 30)

Al respecto dejo así zanjado el tema de los antecedentes es decir yo procedo tal y como lo hacen mis pares de IES.

Escasa notoriedad del tópico de sombra en textos de uso representativo

Cuando recorro a los textos de física de bachillerato para documentarme sobre el fenómeno de la sombra noto una escasa intervención de ésta. Hice la consulta de libros de representatividad importante, por su utilización frecuente como recurso de enseñanza de la física en las instituciones educativas de Medellín, y es sobre ellos que parto para iniciar los análisis de mi investigación. Consulté el texto de Física de 11 de Santillana, en el índice general no hallé como temática de consulta el término sombra. En la ilustración 1 puedo apreciar que se usa el término “sombra” para explicar la difracción: “La difracción es la desviación de la luz de su trayectoria rectilínea” (Grimaldi, 1618-1663, p. 95). Desde esto yo me pregunto ¿merece la sombra estatus de algo corto, nimio o nulo para explicar?

En contraste, en otros libros texto la sombra no aparece en el índice general como tal, al consultar en el índice temático del texto (ver ilustración 2), de Física General de

Beatriz de Alvarenga (1976). Se me remite a las páginas 234 y 238. Pero en ellas solo encuentro esto al respecto: “Si tomamos una fuente de luz puntiforme (lámpara de filamento de pequeña extensión) y la colocamos en frente de un objeto opaco, podremos observar su sombra bien definida en una pantalla colocada detrás del objeto” (Alvarenga, 1976, p. 234), lo cual corresponde a un procedimiento para apreciar una sombra reflejada y no es precisamente su definición. También noto que el término sombra aparece para hablar de otras temáticas como eclipses, difracción, formación de imágenes y reflejo entre otras. Entonces, ¿Es acaso la sombra un mero hecho visual? ¿Por qué la sombra no merece ser explicada?

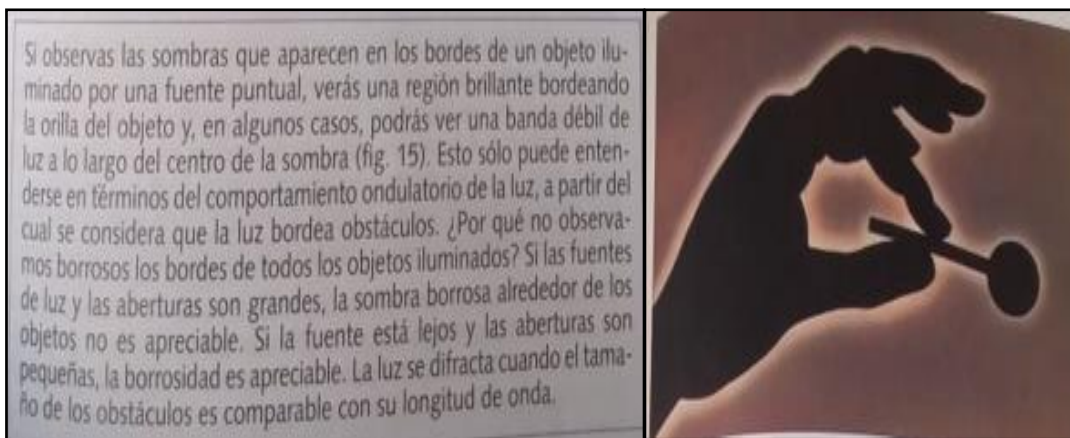


Ilustración 1: La sombra usada para explicar la difracción en el texto de Santillana

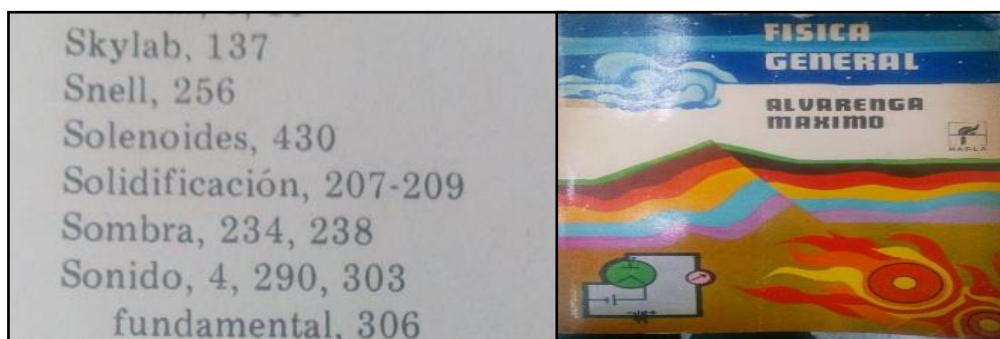


Ilustración 2: Glosario que menciona la sombra del Texto de Física General de Alvarenga

Al consultar el texto de Física de once de Jorge Quiroga que estuvo en uso por mucho tiempo, veo que sí hacen referencia al concepto de sombra dentro de la unidad 4 de óptica, y textualmente aparece como: “sombras y penumbras”. He de resaltar que, de los textos seleccionados para mi análisis, solo en este he hallado el término de la sombra en el índice (ver ilustración 3), pero ligado al tema de la penumbra, una forma diferenciada de menor oscuridad.

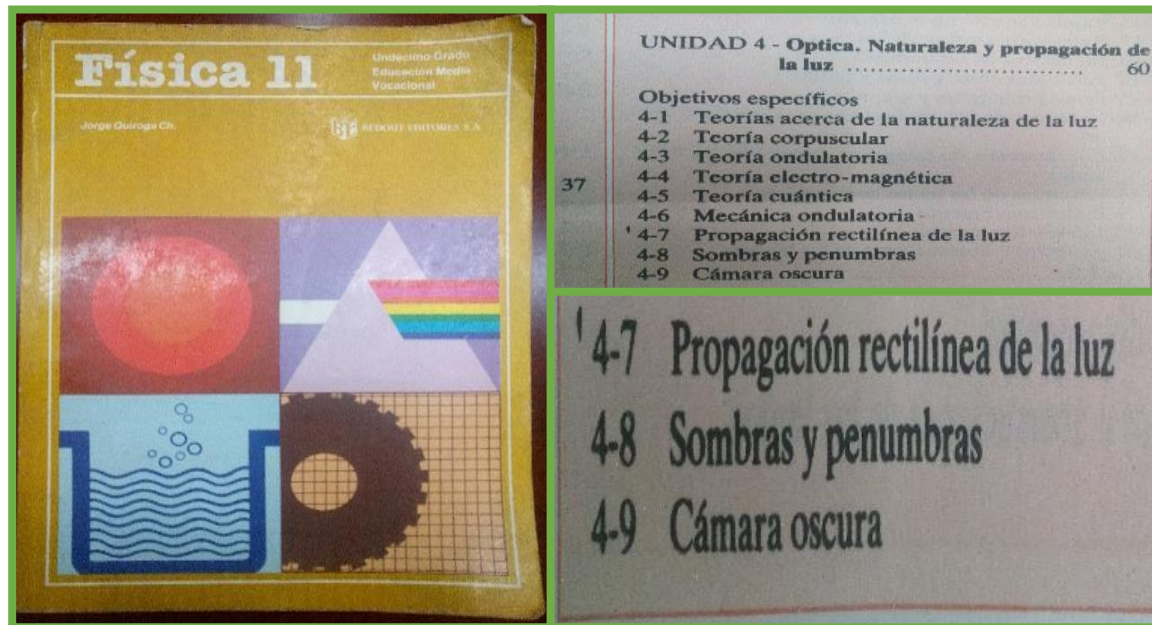


Ilustración 3: Mención del tópico de la sombra en el libro texto de Física 11 de Jorge Quiroga

Breve aparición del tópico de la sombra en los DBA

Los derechos básicos de aprendizaje (DBA), se conocen como:

“... el conjunto de aprendizajes estructurantes que construyen las niñas y los niños a través de las interacciones que establecen con el mundo y por medio de experiencias y ambientes pedagógicos en los que está presente el juego, las expresiones artísticas, la exploración del medio y la literatura”. Soporte UN CIER. Derechos básicos de aprendizaje DBA. (24-03-2017).

<http://aprende.colombiaaprende.edu.co/es/node/94184>

En este contexto del Ministerio de Educación Nacional la sombra es un tema que no aparece como contenido a tratar dentro del plan de estudios de física, solo aparece de manera excepcional en los contenidos de ciencias naturales del grado tercero de primaria (ver ilustración 4). Desde esto me pregunto ¿Por qué razón el tópico de sombra no aparece de forma constante dentro de los contenidos de estudio en los DBA?

Derechos Básicos de Aprendizaje - v.1

- 1.** Comprende la forma en que se propaga la luz a través de diferentes materiales (opacos, transparentes como el aire, translúcidos como el papel y reflectivos como el espejo).

Evidencias de aprendizaje

- ❑ Compara, en un experimento, distintos materiales de acuerdo con la cantidad de luz que dejan pasar (opacos, transparentes, translúcidos y reflectivos) y selecciona el tipo de material que elegiría para un cierto fin (por ejemplo, un frasco que no permita ver su contenido).
- ❑ Selecciona la fuente apropiada para iluminar completamente una determinada superficie teniendo en cuenta que la luz se propaga en todas las direcciones y viaja en línea recta.
- ❑ Describe las precauciones que debe tener presentes frente a la exposición de los ojos a rayos de luz directa (rayos láser, luz del sol) que pueden causarle daño.

Ejemplos



- 2.** Comprende la forma en que se produce la sombra y la relación de su tamaño con las distancias entre la fuente de luz, el objeto interpuesto y el lugar donde se produce la sombra.

Evidencias de aprendizaje

- ❑ Predice dónde se producirá la sombra de acuerdo con la posición de la fuente de luz y del objeto.
- ❑ Desplaza la fuente de luz y el objeto para aumentar o reducir el tamaño de la sombra que se produce según las necesidades.
- ❑ Explica los datos obtenidos mediante observaciones y mediciones, que registra en tablas y otros formatos, de lo que sucede con el tamaño de la sombra de un objeto variando la distancia a la fuente de luz.

Ejemplo



Ilustración 4: DBA grado 3 MINEDUCACIÓN

Ausencia del t3pico de la sombra en los Est3ndares

Los est3ndares:

“son criterios claros y p3blicos que permiten conocer lo que deben aprender los ni1os, ni1as y j3venes, y establecen el punto de referencia de lo que est3n en capacidad de *saber* y *saber hacer*, en cada una de las 3reas y niveles. Son gu3a referencial para que todas las instituciones escolares, urbanas o rurales, privadas o p3blicas de todo el pa3s, ofrezcan la misma calidad de educaci3n a los estudiantes de Colombia.” Ministerio de Educaci3n nacional Republica de Colombia. Est3ndares Educativos. (s.f)

<https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-79409.html#:~:text=Z-EST%C3%81NDARES%20EDUCATIVOS%3A,de%20las%20%C3%A1reas%20y%20niveles>

En los Est3ndares no se menciona la sombra como contenido espec3fico. Es un tema que no aparece incluido en ning3n grado.

Aclaro enf3ticamente, que investigaciones sobre esta 3ndole tienen escasos antecedentes. La teor3a sobre la sombra al presente momento es ausente o muy escasa. Al respecto, encuentro que desde la 3ptica de docente en ejercicio Andrea Sosa (2016) dice “(...) los procesos qu3micos y f3sicos no se abordan en el contexto desarrollado o se ven muy someramente” (pp. 32-33). Pero un aspecto que destaco es la apuesta, que tanto Andrea Sosa (2016) en su trabajo de maestr3a titulado “La experimentaci3n en la clase de ciencias naturales en primaria como eje de procesos de conocimiento cient3fico” como V3ctor I. Stoichita (1999) en su obra “Breve historia de la sombra”, hacen para vincular lo art3stico con lo cient3fico en torno al tratamiento del fen3meno de la sombra. 3Qu3 efectos obrar3a la interdisciplinariedad entre el arte y la ciencia f3sica en torno a la investigaci3n de un fen3meno? Ante todo esto, opt3 por aventurar en algunas maneras de organizar y direccionar acciones en torno a suplir la carencia en el 3mbito educativo sobre la conceptualizaci3n del fen3meno sombra.

Pregunta de investigación:

¿Cómo me aporta conceptualmente el análisis de la obra El Tratado de Pintura de Da Vinci para esclarecer el fenómeno de la sombra, en particular para mi construcción de la fenomenología luz-sombra, y para generar actividades experimentales para un contexto escolar?

Objetivos***Objetivo General***

Construir el concepto de sombra, desde mi interpretación del Tratado de Pintura de Da Vinci, para contar con una postura epistemológica consciente que fundamente mi propuesta pedagógica didáctica

Objetivos específicos

- ✓ Decantar mi postura epistemológica, centrada en la dimensión experimental en el concepto de sombra, en una propuesta pedagógica didáctica.
- ✓ Legitimar mi narrativa autobiográfica sobre el proceso de análisis adelantado en mi trabajo de grado.

CAPÍTULO II: Mi conceptualización del fenómeno de la sombra desde la perspectiva de Da Vinci y sobre el conocimiento científico

Da Vinci estimo está entre los pioneros dedicados a tratar el fenómeno de la sombra dentro de un entorno educativo. El texto fuente principal de mi análisis es el “Tratado de Pintura”.

Restringí los tópicos que traté. Dejo por escrito lo que concierne a mi postura epistemológica. Elegí ciertos criterios que uso en la construcción de mi concepto de sombra.

Una teoría física del fenómeno de la sombra: El legado de Da Vinci

Dado que el “Tratado de Pintura”, esta dirigido a aprendices en el arte de la pintura artística, me veo en la necesidad de seleccionar los contenidos que de la obra fuente me resultan de interés para mostrar que ellos corresponden a un elemento conceptual de la sombra. Los contenidos a los que aquí hago mención son los pocos, sino talvez los únicos registros, que encuentro donde el fenómeno de la sombra es considerado dentro de un enfoque formal al cual yo aspiro. Hago la salvedad que aunque no son lo suficientemente explícitos como aspiraría, me dieron una buena posibilidad de sacar mi investigación adelante.

Me focalizo en los elementos característicos de la sombra. Presento los contenidos que a mi juicio corresponden a los elementos que Da Vinci (1651/1980) me muestra como claves para el proceso conceptual que requiero.

Mi conceptualización del fenómeno de la sombra a través de criterios y roles de perspectiva y de campo (oscuro e iluminado)

Da Vinci me provee de una casi inagotable cantidad de experimentos, tan diversos como contundentes en los efectos que ellos producen. Adelanté una selección hacia mi formalización del concepto de sombra.

Resalto la importancia de los criterios de campo y de perspectiva, ya que me permiten encuadrar mi investigación en un campo más amplio. Ambos criterios me permiten caracterizar de un lado las propiedades y del otro, los factores modificadores de la sombra.

El rol de la perspectiva.

En principio Da Vinci dice que la pintura trata de todos los colores de las superficies y figuras de los cuerpos que con ellas se revisten. También se refiere a la proximidad y lejanía, con los debidos grados de disminución según los grados de distancia. El indica que a partir de esto es como obtengo una imagen de perspectiva, o de las “líneas visuales” como también le llama. Con este distingo tres partes: primera, la que se ocupa solo de la delineación de cuerpos; la segunda, de la disminución de cuerpos según la distancia a la que sean vistos; y, tercera, la pérdida de definición de un cuerpo, en la medida que aumenta la distancia respecto a quien le observa.

Para este autor las líneas visuales, que han de partir de una en una desde cada punto del contorno del objeto que observo, luego de ser proyectadas rematan en un punto que coincide con el ojo del observador (Ver ilustración 5). Con esto describo una pirámide conformada con las líneas de mi visión a las que llamo “Líneas de visión piramidal” (ver ilustración 6): “... la perspectiva que no consiste sino en el exacto conocimiento de los mecanismos de la visión...de la recepción de las formas y colores de todos los objetos situados ante el ojo por medio de una pirámide.” (Da Vinci, 1651/1980, p. 114).

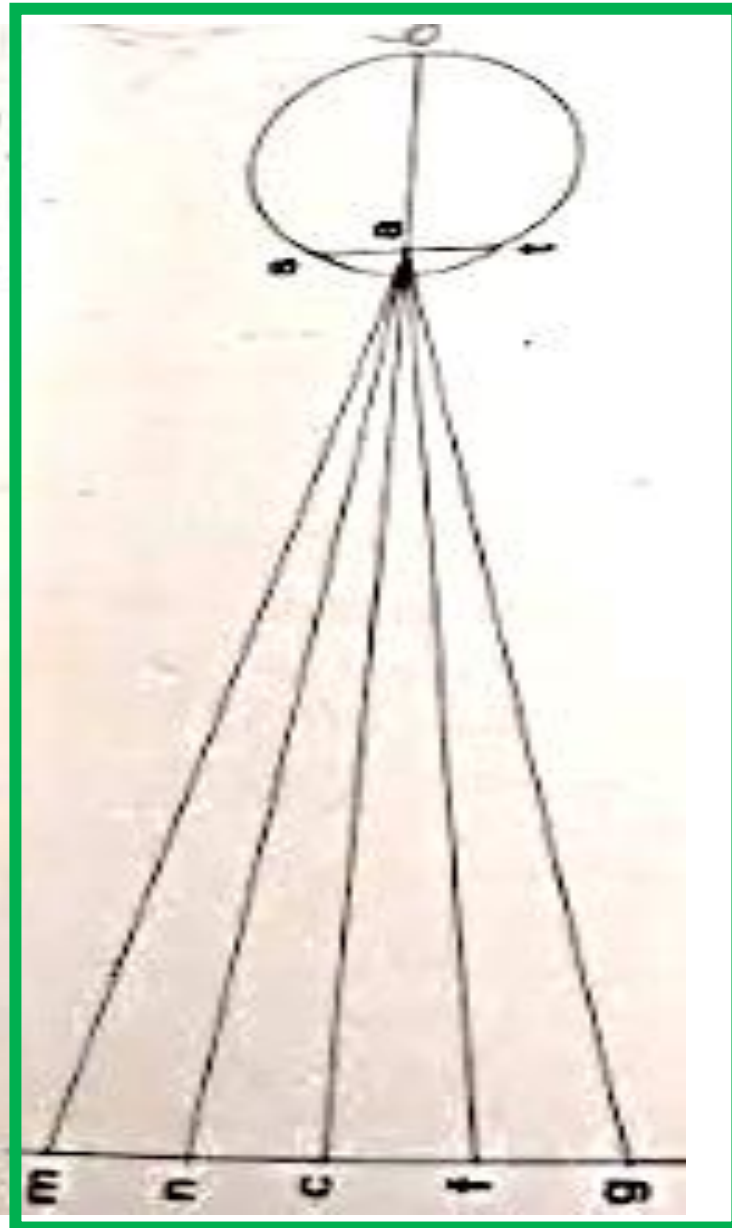


Ilustración 5: Pirámides de perspectiva formada con líneas que desde cuerpo sombrío en c f g, llegan al ojo. Tomado de: El Tratado de la pintura (Da Vinci, 1651/1980, p. 115)

:

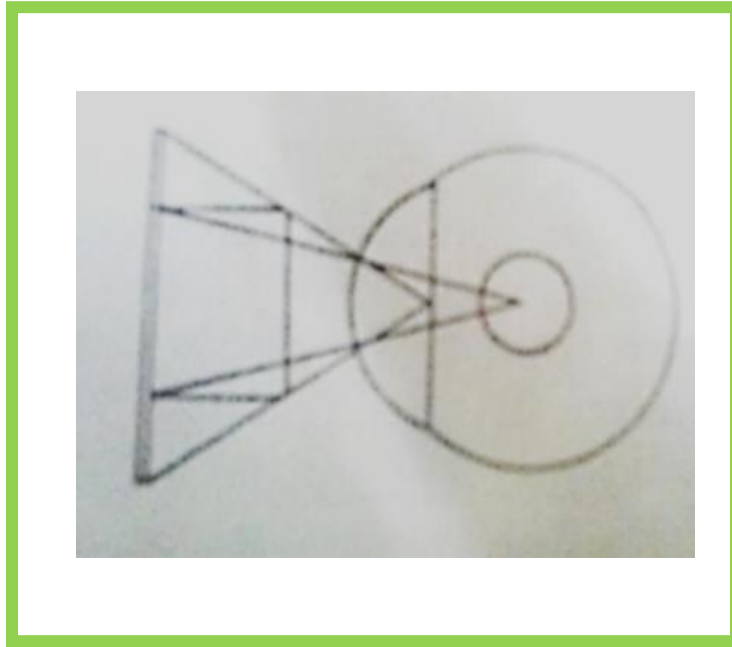


Ilustración 6: Líneas de visión piramidal de Da Vinci.
 Tomado de: El Tratado de la pintura (Da Vinci, 1651/1980, p. 143)
 En la imagen todas las partes con curvas o redondeadas corresponden a partes del ojo humano, y demás partes lineales que terminan en vértices representan pirámides (una entra hasta la parte central del ojo y la otra va sólo hasta la parte anterior al momento de llegada de luz)

El autor trata de un color involucrado con las superficies pintadas, desde su visión de la pintura, y sostiene que, de la parte de la perspectiva, -en el dibujo-, es donde nace “la ‘ciencia que comprende la sombra y la luz’”: “... Por ello en mi primera proposición sobre las sombras digo que todo cuerpo opaco está circundado y superficialmente vestido de sombras y luces; y sobre esto edifico el primer libro.” (Da Vinci 1651/1980, p.164). Lo anterior es lo mismo que noto cuando, por ejemplo, al mirar un árbol distingo en él áreas más oscuras o iluminadas que otras, pero también observo que es la misma sombra que circunda dicho árbol lo que me permite verlo.

Da Vinci trae con la teoría de la perspectiva el juego que esta hace cuando tenemos observaciones de cuerpos que yacen dispuestos dentro de cualquier espacio. El criterio de las tres (3) menguas de Da Vinci se refleja y necesita ser tenido en cuenta para criterios de

sombra, pues para mí la disminución o variaciones en las propiedades operan siempre dentro de toda observación que haga de un cuerpo. Las dos primeras menguas son: La primera es mengua de tamaño, la segunda mengua es de color, estas dos primeras menguas operan en función de la distancia entre el cuerpo y el ojo que lo mira; la tercera es la mengua de contorno o pérdida de nitidez, que ocurre debido a la contextura del ojo (Da Vinci, 1651/1980, p. 96).

Lo anterior es lo mismo que noto cuando a lo lejos observo, por ejemplo, un árbol y detallo varios efectos como: que dicho árbol luce más pequeño que si lo viera de cerca (mengua de tamaño), percibo el árbol atenuar su color (mengua de color); además, observo que luce desdibujado (mengua de contorno o de nitidez). Así, las menguas son la variación de los parámetros, que corresponden según el tipo de mengua considerada, con lo cual esa variación de parámetros indudablemente ocasiona un cambio en los parámetros de la sombra, según el tipo de mengua considerada.

Requiero aclarar que el cuerpo a considerar corresponde al cuerpo sombrío u oscuro como elemento del sistema de este estudio de sombra. Los translúcidos quedan por fuera de mi estudio, ya que este tipo de objetos tienen otro régimen, dado que un objeto translúcido no representa obstáculo para el paso de la luz, como sí ocurre con un objeto opaco y por lo cual la sombra ocurre.

Rol del campo oscuro y del campo iluminado.

En el “Tratado de pintura” Da Vinci articula la variable “campo” con variable “espacio”. El campo iluminado corresponde a un espacio que en su plenitud contiene luz. Entre tanto un campo oscuro no contiene luz alguna. Así tenemos un criterio de Campo, que ocurre en función de la perspectiva, donde tanto el espacio como el objeto sombrío y la luz hacen parte del sistema de estudio de la sombra: “La primera parte de la pintura atiende a que los cuerpos por ella fingidos parezcan sobresalir, y que los campos que los circundan parezcan, por el contrario, y de acuerdo con sus distancias, hundirse en la pared en que...” (Da Vinci, 1651/1980, p.97).

Esto es lo mismo que en mi diario vivir noto recurrentemente cuando contemplo, por ejemplo, el día o la noche; según el caso que se me presente, y tal como lo dice Da Vinci para que haya oscuridad sólo requiero retirar de un campo toda luz, lo que ocurre cuando la noche llega es un fenómeno de esta índole. Noto también que la noche al trascurrir las horas se revierte para dar paso al fenómeno del día, donde el sol aparece como fuente de luz y por lo que el campo iluminado se hace manifiesto.

Cabe aclarar que para efectos de este estudio me restrinjo a considerar la sombra ubicada dentro de un campo iluminado. No me es posible tratar la sombra desde el campo oscuro.

Sistema referencial para estudiar el fenómeno de la sombra

Para Da Vinci el sistema de referencia para el estudio de la sombra (ver ilustración 7) comprende a: “la posición del ojo que ve la sombra, la posición del cuerpo visto y posición de la luz que ilumina tal cuerpo”. (Da Vinci, 1651/1980, p.165)

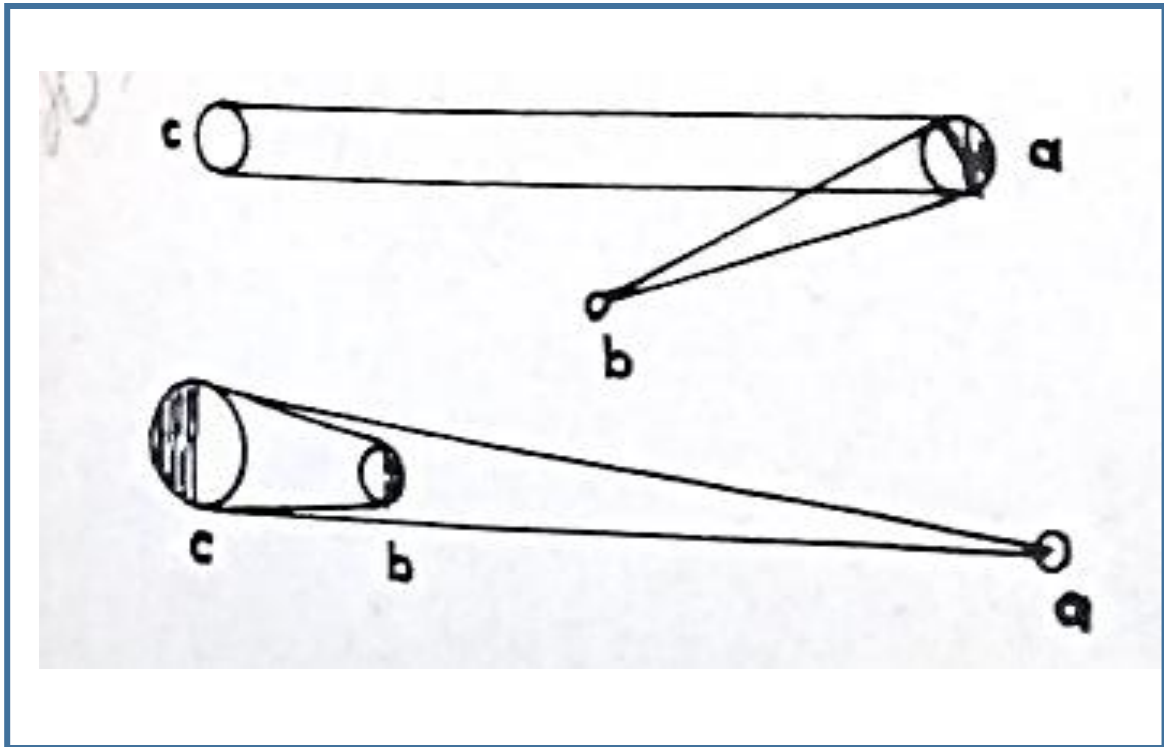


Ilustración 7: Sistema Referencial de la sombra

En el esquema superior las esferas significan: *b* quien observa, *a* es el cuerpo y *c* es la luz que ilumina

En el esquema inferior las esferas significan: *a* quien observa, *b* es la luz y *c* es el cuerpo. . Tomado de: El tratado de pintura (Da Vinci, 1651/1998, p.165)

Considera Da Vinci (1651/1980) que: “Por ello, en mi primera proposición sobre sombras digo que todo cuerpo opaco está circundado y superficialmente vestido de sombras y luces” (p. 164). Así queda estipulado como cualquier objeto o cuerpo sombrío está recubierto de una superficie la cual además representa su contorno. Igualmente, este autor me insta a considerar el espacio según las diferentes distancias a las que los cuerpos se hallan localizados. Y, la luz puede tener un modo puntual cuando presenta una dimensión geométrica tan pequeña que puede asemejarse al punto geométrico. Pero puedo también tener luces mayores que un punto, y esas son las que yo llamo las luces no puntuales.

Una condición que yo impongo en la observancia del fenómeno sombra a fines de tener mayor facilidad y garantizar un resultado óptimo en el manejo de las variables del sistema consiste en mantener el objeto en un sitio fijo y constante. Desde esta disposición,

es posible operar cambios o movimientos sobre la luz (ces) o sobre el espacio de recepción de la sombra sin que ocurra afectación en la generalidad del resultado. Es lo mismo que logro al privilegiar objetos y luces de forma esférica, esto es una manera idealizada o simplificada de estudiar la sombra (ver ilustración 7).

Caracterización del fenómeno de sombra: Sus propiedades y los factores que la modifican

El criterio del fenómeno de la sombra que Da Vinci mantiene corresponde a la mengua de luz, pero, aclara eso sí, que tinieblas es la carencia de luz: “Sombra es disminución de la luz por interferencia de un cuerpo opaco” (Ibid., p.167). Es lo mismo que noto de un fenómeno natural, tan recurrente que parece que hace parte de mi vida, de la de todos los demás también, que cada que ocurre es la causa de mi visión dificultosa o nula.

La caracterización de la sombra de Da Vinci comprende las propiedades de la sombra y los factores que la modifican. Las propiedades de la sombra para Da Vinci son: Intensidad, forma y dirección y tipos de sombra.

Propiedades del fenómeno de la sombra.

Da Vinci habla que la sombra, según su gradualidad, tiene apariencia oscura o clara. Esto es la intensidad de la sombra. Puede ocurrir una gradualidad de la sombra (grado de intensidad) según las distintas distancias. Él muestra que en los campos claros se albergan sombras más oscuras, y por el contrario en los campos oscuros aparecen sombras más claras. Es un juego de contrarios, entre campos y sombras.

Además, dice Da Vinci que la sombra es influenciada por los reflejos que se interpongan al paso de ella. Y menciona que suelen ser muy variados los rayos de la sombra: “...pruébese esto por... La sombra que más alejada esté de su cuerpo sombrío parecerá más oscura. La sombra *cd*, proyectada por el cuerpo sombrío *ab*, equidistante de aquella en todas sus partes, no parece idéntica en oscuridad por estar en un campo de varias claridades”: Da Vinci, (1651/1980, pág. 203), (ver ilustración 8).

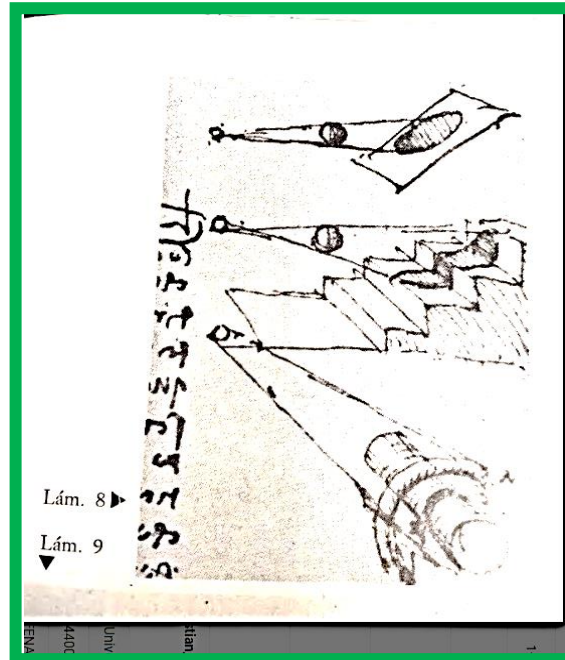


Ilustración 8: Sombra proyectada sobre una superficie para tres cuerpos diferentes. Tomado de: El tratado de pintura (Da Vinci, 1651/1998, p. 203)

Igualmente Da Vinci dice que la línea central de la sombra va dirigida hacia un solo punto y este punto es un cuerpo luminoso. Además, plantea que se puede seguir esta misma pauta cuando exista más de un cuerpo, entonces puedo localizar el punto de partida de la fuente luminosa al seguir las líneas de las sombras de dos o más cuerpos, y al identificar el punto de intercepción de tales líneas. Además, se puede hacer el proceso contrario, (ilustraciones 9 y 10). “La línea media de la longitud de una sombra se orienta siempre hacia la línea media del cuerpo luminoso. Es preciso que toda sombra contemple desde su línea media la línea media de su luz” (Da Vinci 1651/1980, p. 189). Estas características de la sombra son forma y posición de la sombra.

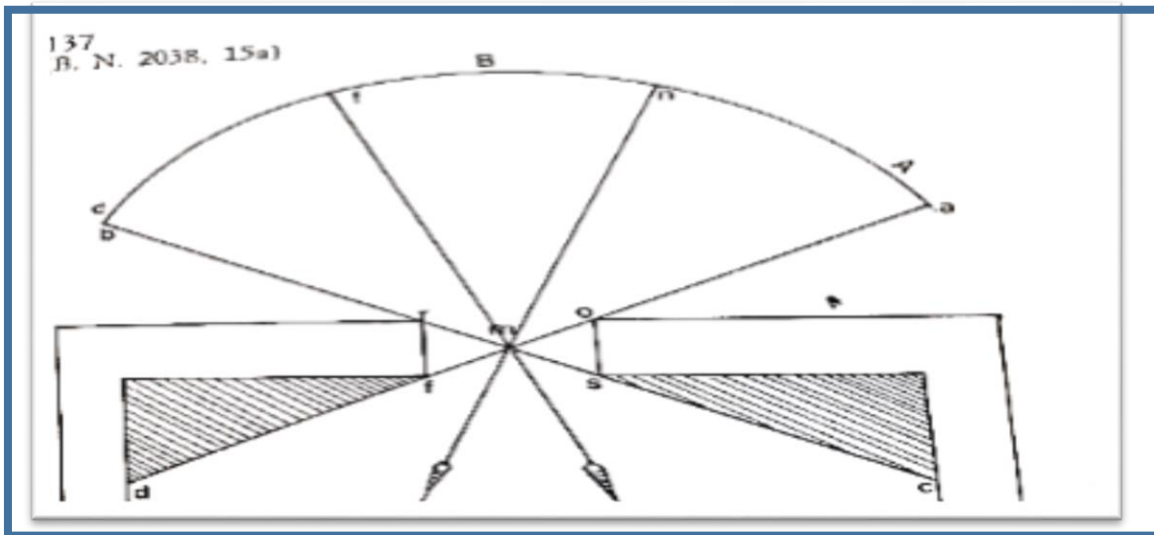


Ilustración 9: Línea media de longitud de una Sombra y el punto de luz
De los dos cuerpos sombríos que se encuentran haciendo centro en la base central de la imagen parte de cada centro una línea para unirse ambas en el punto central m. Igualmente en el punto m, es donde se reúnen rayos de luz que proceden de la esfera celeste b f n a, los cuales ingresan al interior del recinto. Tomada de Pintura (Da Vinci 1651/1998, p. 177)

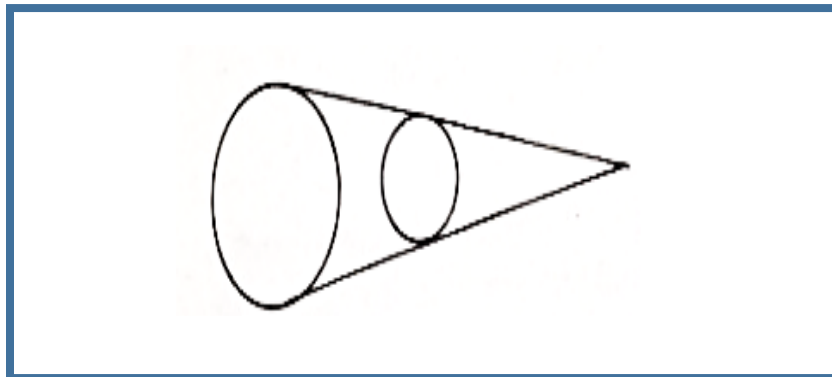


Ilustración 10: Dirección de la sombra que se dirige desde el cuerpo hacia un punto.
En la imagen la esfera mayor es la luz y la menor es el cuerpo sombrío de forma esférica también. Tomada de Pintura (Da Vinci 1651/1998, p. 189)

De la sombra Da Vinci (1651/1980) dice:

Ocurre una sombra en forma de pirámide si el cuerpo, que es redondo, es de un menor tamaño que la luz que recibe. Cuando cuerpo y la luz que a este

ilumina son de igual tamaño noto que la sombra asemeja una columna sin fin. Pero cuando el cuerpo o solido es mayor en tamaño que la luz observo una sombra con forma de pirámide, pero truncada. (p.186)

En efecto al existir diferencias de tamaño (por exceso o por defecto) entre el cuerpo esférico y la luz que le ilumina ocurren dos casos diferenciales de la sombra. En estos casos o la sombra que desprende el cuerpo esférico es cual una pirámide que mantiene su base en dicho cuerpo cuando la luz recibida es de menor tamaño, o por el contrario siendo el cuerpo esférico de mayor tamaño que la luz, la pirámide de sombra mantiene la cúspide adosada al cuerpo y la base piramidal queda ubicada por fuera de él. De otro lado la forma de la sombra que un cuerpo esférico desprende deja de ser piramidal para convertirse en una columna sin final cuando ambos, luz y cuerpo esférico, presentan un tamaño similar. Se trata de las formas de la sombra (Ver ilustración 11), como ya antes dije.

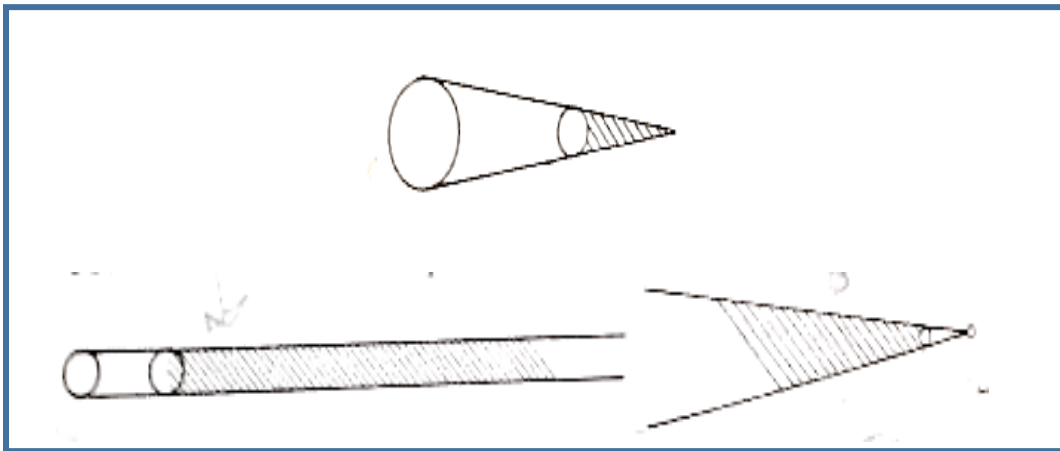


Ilustración 11: Tres formas de sombra.
Tomado de: El tratado de pintura (Da Vinci, 1651/1998, p. 186)

Da Vinci plantea que los cuerpos opacos están circundados por sombra y aparecen revestidos por ella. Esto es lo que designé como modalidades en el fenómeno de la sombra. Las sombras originales o primarias, como suele el autor referir, son aquellas que visten al cuerpo. Estas sombras al difundirse por el aire se denominan sombras derivadas y adquieren formas variadas con diversos matices. Para Da Vinci la denominación de

sombras derivadas obedece a que estas nacen de otras sombras (las sombras primarias), ellas se perfilan en función de los lugares donde se proyectan y de acuerdo a la reflexión que sufren a medida que avanzan en su desplazamiento a través del espacio.

Además, hay grados de oscuridad de tal manera que se presentan varios tipos de oscuridades en el fenómeno. Con esto aparece para el fenómeno de la sombra otra propiedad, es la intensidad o gradualidad. “Los términos de una sombra derivativa serán tanto más distintos cuanto más cerca esté su proyección de la sombra original.” Da Vinci, (1651/1980, p. 203).

Factores que modifican el fenómeno de la Sombra.

Los factores que modificadores son: la superficie de incidencia de la sombra y los reflejos existentes en el espacio.

Da Vinci dice que la sombra uniforme es la que equidista del cuerpo luminoso. En efecto, dada tal situación puedo observar sombras que presentan áreas uniformes que circundan un objeto y esas áreas de sombra a su vez, a medida que se alejan del cuerpo y aumenta la distancia, se tornan de mayor dimensión y sufren un cambio de tono que me permite percibir una especie de difuminado de sombra. Este es uno de los factores de la variabilidad en la sombra derivativa, depende de si la superficie presenta o no curvaturas. Por esto cuando hay oquedades o concavidades en una superficie se presentan sombras u oscuridades en dicha superficie o cuerpo que las contenga. Las superficies en las que recaen las sombras toman un carácter trascendente en el estudio de estas.

Para el autor, del cual me sirvo al momento, los reflejos que existen en un campo de propagación de la sombra tienen capacidad para modificarla y, estos hacen parte también de los factores de variabilidad de la sombra. Los Reflejos presentes en el espacio o lugar de tránsito y alojamiento de sombras son de obligada consideración en el estudio de la sombra. En tal sentido Da Vinci también anota: “... muchas y distintas diversificaciones de los

rayos reflejos, los cuales modifican la sombra original con tantos y varios colores cuanto varios son los lugares de donde esos reflejos derivan.” (Da Vinci, 1651/1980, p.164)

Del conocimiento común al conocimiento científico en el contexto educativo

Un contexto de bastante precariedad de recursos conceptuales de sombra, según lo planteado como problemática con la que abro este escrito, constituye para mí un reto a afrontar de envergadura considerable. Desde un panorama en tal condición, es pertinente para mí presupuestar algunos posibles riesgos al igual que las barreras u obstáculos que podrían sobrevenir durante este itinerario. De algo tengo certeza, es que, para satisfacer los procesos que exige esta empresa es obligado: el arriesgar, tantear, probar y agotar recursos hasta alcanzar objetivos propuestos.

El conocimiento común, un presupuesto básico para la conceptualización: Aporte teórico de Arcá, Guidoni & Mazzoli y Mach

En el ámbito de lo formal, el manejo y comportamiento de los conceptos científicos, traen consigo una cierta particularidad y por ello surgen lineamientos formulados por los teóricos de la materia. A instancias de la enseñanza-aprendizaje de cualquier fenómeno, pensar qué y cómo hacer para entenderlo constituye todo un reto.

Hacer tránsito de saber común hacia el conceptual científico, implica una estrategia de colonización cognitiva, según indican Arca, Guidoni y Mazzoli (1990):

Por estrategia de colonización se puede entender un modo de conquista progresiva y gradual, asociada a recorridos ‘exploratorios’ de todo tipo, pero también a un retroceso continuo; a un volver a poner en cuestión aquello que se ha hecho para organizarlo de nuevo; a un estar en condiciones de servirse también de aquello que ya se posee, adaptándolo para responder a nuevas exigencias; a un deseo continuo de mejorar la ordenación de todo el ‘territorio’, etc. (p. 24).

Cuando somos niños, por ejemplo, al oír la radio o ver la televisión, se tiende a considerar que instalados dentro del aparato hay personas que hablan y actúan. Con el tiempo, luego de someter a cuestionamiento aquello que pensamos, otro estado y forma de nuestro pensamiento surge y, logramos a instancias de un procesamiento mental recurrente y sucesivo un mejoramiento de nuestro pensar. Este procesar sucede ilimitadamente a través de nuestra existencia. Por esto establezco que es mi saber común un soporte necesario para afianzar los procesos con los que alcanzar desarrollos en el conocimiento científico.

Además, sobre la forma de guiar los procesos cognitivos los mismos Arcá, Guidoni y Mazzoli (1990) plantean que:

Análogamente, el problema educativo es mucho más amplio que el de señalar caminos seguros, o dar contenidos técnicos específicos y no obstante necesarios: es, sobre todo, el de ayudar a niños, jóvenes y adultos a encontrar unas estrategias de colonización cognitiva (p. 24).

En el reto de pensar qué y cómo hacer para organizar mejor nuestro pensamiento, acerca de cualquier fenómeno, bien vale la pena y resulta demasiado útil optar estrategias construidas por uno mismo, que nos direccionen por un camino más directo hacia un mejor nivel conceptual.

Arcá, Guidoni y Mazzoli (1990) también dicen:

Pero, desde nuestro punto de vista, el problema de una educación científica de base corresponde más a una imagen como la de plantar postes en el agua para construir un sistema de palafitos, que a la de ondas a lo largo de un camino siguiendo un recorrido definido (p. 23).

Entonces yo puedo asumir que la construcción de conceptos desde los ya constituidos ofrece una dinámica de procesos donde los conceptos adquiridos una vez

obtenidos garantizan el recurso del cual echar mano de ser requerido. Esto alude a una especie de existencia de conocimientos de elementos diferenciados que ocupan una posición específica y aparecen siempre disponibles en caso de que el individuo que los posee requiera adosarlos a sus nuevos procesos de construcción conceptual. Por ejemplo, el concepto de ajustada de motor para un mecánico tiene que ver con el desarme de un motor para limpiar y probar la entrada de corriente y en fin toda clase de maniobras que él en su práctica ordinaria conoce. Lo que conoce tal mecánico surge de asociaciones en las que hace conexión de cada situación o etapa del proceso de ajuste mecánico con la maniobra requerida. Sin embargo, alguien fuera de dicha profesión reconoce simplemente a la mecánica de motores como la profesión de los dedicados al ejercicio de tal oficio.

Otro aspecto influyente y que en esta investigación veo necesario tener en cuenta es el que plantea Mach (1905/1948), él dice:

“En el más alto grado del desarrollo, el concepto es el conocimiento de las reacciones que se debe aguardar de la clase designada de objetos (hechos), conocimiento asociado a la palabra o al término. Pero esas representaciones no pueden entrar en juego como representaciones intuitivas, sino una después de otra y poco a poco, así como las formas físicas y psíquicas frecuentemente complicadas de la actividad que las despiertan.” (p.116)

Por lo anterior considero que cualquier concepto científico corresponde a una construcción que ha de darse a través de pasos. Esto, según Mach, es un trabajo cognitivo que consiste en asociaciones sucesivas dadas poco a poco y que relacionan el término con la percepción o representaciones típicas de ella; de tal forma que, dentro de este procedimiento las representaciones resultan transformadas y evolucionadas a otros niveles.

Esto me dice que para construir conceptos científicos no requiero de una representación instantánea, sino que necesito hacerlo a través de asociaciones dentro de un trabajo lento y progresivo. Es decir que a través de mis observaciones hechas dentro de mi

labor experimental enriquezco mi saber en pro de la construcción conceptual. Esto lo expresa Mach (1905/1948) así:

He ahí donde me parece que reside la característica del concepto, en oposición con una representación instantánea individual. Esta representación se enriquece con las asociaciones y se desarrolla lenta y progresivamente para llegar a ser el concepto de manera de presentarnos un pasaje continuo de la representación más elemental al concepto. (p.111)

El aspecto fenomenológico radica en el ejercicio de construcción del “hecho u objeto” estudiado, a fin de pasar a estados más elaborados. Es decir, el proceso que adelanto consiste en evolucionar en una continua y compleja serie de asociaciones, para así poco a poco llegar a una representación o concepto científico.

Así las cosas, conceptos bien comunes en óptica (refracción, reflexión) presentan un grado de dificultad considerable cuando en el análisis de ellos se trata de llegar a una comprensión a niveles más elevados. Es decir, que la simple definición de ellos no basta.

Las percepciones sensoriales contrastantes notables que inicialmente alcance a apreciar, con las que accedo a una clasificación inicial del fenómeno científico, y el concepto o el conocimiento que elaboro a partir de los “hechos” científicos, derivado de los intentos por explicar lo que ocurre al interactuar con ellos; son los considerandos claves en la conceptualización. En ese sentido Mach (1905/1948) dice: “cuando clasificamos un hecho como un concepto, lo simplificamos, despreciando todos los caracteres que no son esenciales al fin que perseguimos.” (Pág.119). Es lo que pasa cuando en una descarga eléctrica (rayo) nos percatamos que nuestra visión y nuestro oído sufren una perturbación considerable con el estallido y el destello deslumbrante. Así hasta aquí, en esta medida se ha agotado la fase de contrastación notable. Luego, se consigue una avanzada si se insiste desde variados intentos de forma lenta pero decidida en explicar con más detalle en lo que consisten, relámpago y trueno, a través de asociaciones mentales sucesivas de las

representaciones del fenómeno en cuestión y donde los caracteres esenciales o el concepto son el final del proceso.

De la actividad experimental como mediadora de procesos intelectuales y en torno al debate-consenso para legitimización de conceptos: Aportes teóricos de Duhem, Shapin y Schaffer

Los teóricos que aquí voy a incluir presentan una manera de hacer posible la construcción de conceptos que consiste en poner en juego la disposición a explorar que en el individuo humano de forma natural se presenta. Por esto llamo a la actividad experimental la herramienta clave dentro de mi proceso de generación del conocimiento científico.

La ley física es una entre las más altas búsquedas perseguidas en la investigación científica. Al respecto Duhem (1914/2003) dice: “La ley física no es más que resumen de una infinidad de experimentos que han sido hechos o podrán ser hechos” (pag.189). Este autor me muestra que la interpretación de mis observaciones, hechas durante las actividades experimentales diseñadas adecuadamente por mí, permite entrar al ámbito donde las leyes físicas tienen su asiento. Igualmente, Duhem considera sobre el aspecto de interpretación de lo científico que:

Un experimento físico es la observación precisa de un grupo de fenómenos acompañada de la **interpretación** de esos fenómenos. Esta interpretación sustituye los datos concretos obtenidos realmente de la observación por representaciones abstractas y simbólicas que les corresponden en virtud de las teorías admitidas por el observador. (Ibídem, p.193)

En síntesis, para mí la actividad experimental es un elemento de peso representativo. Es la base de partida más apropiada y coherente, de cara a la consolidación de un cuerpo de ideas sólidas y asociadas con la transición de los datos concretos, derivados de la interpretación de observaciones que hago, hacia estados de representación abstracta y

simbólica del fenómeno científico. Más precisamente mis representaciones abstractas y simbólicas logradas me dan acceso al ámbito teórico del fenómeno.

En particular fenómenos como por ejemplo la lluvia o el tiempo seco son de obligada presencia y observación en la vida de todo humano. Desde esto, lo que observo en ellos, como por ejemplo su color o su forma y demás, al ser sometido a mi interpretación, las representaciones abstractas y simbólicas que resulten me sitúan en el ámbito de las teorías o leyes físicas sobre lo que estos o cualquier fenómeno natural son. Este tipo de procesos permite tener una caracterización que me muestre las propiedades y los factores que influyen en las modificaciones de cualquier fenómeno. El fenómeno de la lluvia, que consiste en desplazamiento de masas de agua, que sufren un ciclo de transformación, está ya bien determinado científicamente. Por esto, al partir de la contemplación de la lluvia, un hecho tan natural, dentro de un proceso de interpretación y de representación, es que se consigue una teoría o concepto de tal fenómeno.

Aparece un hito de considerable importancia, se trata de la “Bomba del vacío” (Para finales del siglo XVII, el vacío tomo relevancia como fenómeno físico y desde la premisa “el vacío nada es” muchos lo usaron para instalar cosas dentro de él. Para el siglo XVIII, la electricidad, la luz, el magnetismo, incluso el éter encontraron en el vacío su acomodo. Tomado de <https://culturacientifica.com/2014/01/14/del-vacio/>), ideada por Boyle. Para la época en la que acaeció este acontecimiento en Inglaterra el gobierno era monárquico y era el rey quien terciaba cuando de resolver pleitos con enconadas discusiones en el ámbito de lo académico aparecían. Para la discusión entre Boyle y Hobbes respecto a lineamientos a seguir que pretendieron ser establecidos por uno y otro contrincante, fue el rey de la época quien definió el criterio a optar y poner a regir.

Boyle dentro de tal controversia con Hobbes no solo la enfrenta con “... el experimento como un ayudante útil para el desarrollo de la filosofía natural, sino con un programa experimental plenamente desarrollado.” (Shapin y Schaffer, 2005, p. 163).

Boyle considera que la producción de su tan sonada Bomba de Vacío es nada menos que un modelo de generación de conocimiento. Shapin., y Schaffer (2005) dicen que Robert

Boyle afirmaba que “el conocimiento debía ser generado a través del experimento, y que el fundamento de ese conocimiento debía estar constituido por los hechos producidos experimentalmente.” (p. 53) Por el contrario, Hobbes dentro de su puja con Boyle defendió la generación de conocimiento, pero por vía de la razón o deductiva; apegado al criterio de la práctica filosófica que así lo establecía para la época. Para Hobbes la primacía de la argumentación y el proceso de razonar como vía de adquisición de conocimiento era suficiente y legítima. Es importante conocer que en la época Boyle-Hobbes alegatos de esta índole fácilmente podían desatar una guerra civil.

Los autores Shapin y Schaffer otorgan un valor muy grande a la discusión sobre la Bomba de vacío entre Boyle y Hobbes. Boyle definió qué procedimientos como el que siguió para construir la bomba de vacío debían ser hechos públicos e institucionalizarse y ser una constante en el trabajo investigativo donde lo que básicamente se pretende es la generación de conocimientos científicos. Con esto, lo que llamó el agente de legitimización, viene a estar representado por la persona del común o el público que se da por enterado de cualquier resultado conceptual.

La otra cara de la moneda es el consenso. La necesidad de llegar a un acuerdo es inmediata cuando se trata del establecimiento e institucionalización de un criterio científico. Es, lo que yo he llamado amigable técnica de formalización de conocimiento. Digo que el consenso es la otra cara de la moneda, dado que una discusión sin consenso resulta estéril y superflua. Además, otro agente requerido para sellar y garantizar un concepto como tal, lo representa el público que como fiel testigo es quien legitima los conceptos de los cuales se ha dado por enterado.

Mi narración autobiográfica: la metodología investigativa

La narrativa autobiográfica es el método que usé. Me apoyé para escribir y narrar Hechos que se constituyen en pilares que soportan lo conceptual sobre sombra que logré. El método por su filosofía y en esencia licencia mi forma de mostrar la ciencia y la educación.

En cuanto al método de investigación autobiográfico: “Las historias de vida no son simplemente descripciones de vida de las personas y de lo que han aprendido en ella, sino que los relatos en sí mismos y las formas en que narran las vidas juegan un relevante papel en la forma en que las personas aprenden de su vida.” (Bolívar, 2014, pág. 721). Esto me licencia categóricamente a conectar mi modo de relatar con lo que aprendo, la manera en que yo lo hago según mis particularidades de vida.

Desde mi punto de vista es factible que mis recuerdos de vida me permitan reconocer y asumir una forma específica de proceder ante determinada situación. La investigación autobiográfica narrativa, implica que cada relato de la experiencia personal hecha por el docente proporciona un insumo de aprendizaje, y en esa medida, este es capaz de construir o afianzar su saber. Sostengo esto de acuerdo con Rivas (2017) quien desde su estudio con algunos estudiantes de Valladolid afirma que:

En las observaciones que vamos realizando de sus relatos se percibe la cultura formativa de las estudiantes, las situaciones vividas, las relaciones y actuaciones en los centros educativos en algunos casos dejando entrever la socialización y la vuelta a tópicos educativos que permanecen sedimentados a lo largo de su etapa formativa. (pág. 2)

Con lo que es claro, que existe una esencia de tipo formativa en el maestro en formación, que, a pesar de ser permeada por todo el saber adquirido en la educación superior prevalece en las actuaciones escolares. Igualmente todo comportamiento social señala la existencia de cierto arraigo de conocimientos a los cuales recurrir al enfrentar situaciones problema.

Esto es de un lado que cada detalle que relate constituye una pieza fundamental susceptible de investigar, por lo cual toman gran relevancia las narraciones que haga sobre mis propias experiencias. Además, esto mismo me impone la exigencia que el significado en separado de un elemento cualquiera considerado por mí ha de tener coherencia respecto al grueso total de todo lo que alcance a investigar, e igual exigencia ha de cumplirse para el

sentido contrario. Según Bolívar (2014), “Construir un informe de investigación, como texto narrativo, es realizar una interpretación hermenéutica, donde cada parte adquiere su significado en función del todo, y el informe como totalidad depende a su vez del significado de cada parte.” (p. 719)

Son mis experiencias en el ámbito académico y el cotidiano, en general, lo que constituye el insumo para mi relato documental e igualmente actúan a modo de pautas que en continuo se articulan a las iniciativas de carácter hermenéutico surgidas en mí. Esto es lo que muestra Bolívar (2018), él dice: “Así las cosas, el enfoque biográfico-narrativo se conforma como un modo propio de investigar” (p. 801). Es decir que el contexto de práctica es el medio de articular lo que se vive con lo que se sabe. En todo caso, las teorías que aquí cito me muestran que el método de investigación narrativo autobiográfico, aplicado en la educación, es una alternativa útil y coherente.

Congruencias con mi mirada crítica sobre la educación, el conocimiento y de mi imagen de ser del maestro encuentro en criterios de mis pares de IES. Ellos afirman que:

(...) dicha metodología no solo nos permite reflexionar en relación con nuestros propios estudios, capacidades y saberes desarrollados como maestros, sino que también podremos darle nuevos significados e intercambiar saberes entre pares.

(...) Así mismo, al promover la validez de nuestras concepciones y procesos educativos tanto dentro como fuera del aula, nos brinda la posibilidad de defender nuestro discurso desde las prácticas que hemos vivido. En este sentido, reflexionamos y articulamos nuestros conocimientos actuales, para adquirir nuevos, modificar o reestructurar los existentes. (Justacaro, Vásquez, 2019, pp. 29-30)

Con esto quiero enfatizar que entiendo y justifico la educación gestionada desde la base de la libertad en el aprendizaje.

CAPÍTULO III: Propuesta alternativa para el estudio del fenómeno de la sombra

En esta propuesta de construcción conceptual de sombra me acojo al uso de materiales de uso común y de bajo costo. Esta propuesta de abordaje del estudio de la sombra la hago a través de la perspectiva de Da Vinci con un muy notorio enfoque experimental.

Hacia la construcción del concepto de sombra

Esta construcción conceptual la abordo desde el planteamiento de preguntas que apuntan al encuentro de soluciones sobre aspectos específicos y puntuales de la sombra.

En lo que propongo en mis dos actividades experimentales busco que el experimentador visualice en la sombra referentes como: campo oscuro y campo iluminado como los espacios donde la sombra se despliega, las proyecciones de la sombra sobre un plano o superficie determinada, el efecto que los reflejos presentes en el espacio producen al cruzarse con la sombra. Igualmente persigo permitir visualizar los tipos, dirección y forma y la gradualidad en la intensidad que en el mismo fenómeno de la sombra ocurren.

Ambas actividades experimentales consisten en una selección de preguntas, desde las cuales pongo a prueba la capacidad de iniciativa del experimentador. Propongo al experimentador realizar una búsqueda y seguimiento a la sombra como a la luz en sus propiedades o caracterización.

Los interrogantes que incluyo, en general para ambas actividades experimentales, refieren a preguntas muy fundamentales de sombra y luz y de bastante conexión con situaciones de la vida diaria. Las preguntas que aquí refiero corresponden a la tipificación siguiente:

- Qué es sombra, qué es luz
- Cómo conseguir que sombras y luces aparezcan conjuntamente en un lugar
- Relaciones entre sombra y luz

- Qué le indica que la sombra o la luz estén en un lugar en cierto momento dado y que después ya no aparezcan en ese sitio
- Qué relación tienen la noche o el día con fenómenos de sombra o de luz

Las dos Actividades Experimentales que componen esta propuesta constan de varias fases como a continuación aparecen:

Las fases del Taller Experimental I corresponden a tres momentos para finalmente hacer conclusión y cierre:

- Momento I – Trabajo en equipo exploratorio
- Momento II – Plenaria de socialización de resultados de Momento I
- Momento III- Resolución de preguntas luego de socialización,
- Conclusiones y Finalización

Y las fases del Taller Experimental II son los siguientes momentos:

- Momento I – Reflexión para direccionar la construcción de explicaciones de luz y sombra
- Momento II- Planificación de Estrategias y Elaboración de pintura
- Momento III- Socialización de resultados y Finalización

Mi propuesta para estudio del fenómeno sombra: Talleres experimentales I y II



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
 FACULTAD DE EDUCACION
 LICENCIATURA EN MATEMATICAS Y FISICA
 I.E PRESBITERO ANTONIO JOSE BERNAL LONDONO, Grado 11-D



Taller Experimental I sobre Luz y Sombra

Nombre: _____

Practicante: Yomaira Gutiérrez Zapata

Fecha: _____

Nota: Los elementos que se listan enseguida téngalos en cuenta para diligenciar este taller I y úselos para interactuar con ellos como considere necesario.

Elementos:

- ✓ Dos compartimentos aledaños: uno oscuro y otro iluminado
- ✓ Diversidad de objetos de colores y fondos oscuros y claros, planos y con relieve, de geometrías diferentes, rugosos y lisos
- ✓ Juego de luces varias puntuales y no puntuales como: luz natural, luces artificiales, velas, bombillos - pequeños medianos y grandes -
- ✓ Pantallas – espejos, vidrios, velos, lienzos para pintar

Previamente el grupo se divide en tres (3) equipos

Momento I - Trabajo en equipo exploratorio

Equipo 1

Idea la manera de interactuar con los elementos que se le suministra para solucionar y explicar lo que se le pide enseguida.

Aquí usted dispone de dos compartimentos aledaños, un compartimento contiene dos focos de luz y el otro un solo foco de luz, además todas las tres luces son iguales. Ahora es necesario que interactúe con los juegos de compartimentos y luces, puede sumar restar luces o mover luces y otras formas que a usted le parezca la vía de llegada a las soluciones de las preguntas que se le presentan a continuación.

Espacio para hacer su dibujo o diagrama

¿Cómo hacer para contener en un espacio o bien luz o bien sombra?

Espacio para hacer su dibujo o diagrama

¿Cómo hacer para obtener dentro de una zona demarcada una escala gradual de luminosidad u oscuridad?

Equipo 2

Interactúe con los materiales puestos a su disposición a fin de solucionar y explicar las respuestas que a continuación se plantean. Justifique y grafique.

¿Cómo conseguir que luces y sombras aparezcan en un mismo conjunto de forma diferenciada?

Nota: Se recomienda previamente considerar por separado qué ocurre en un recinto iluminado totalmente y qué ocurre en un recinto totalmente a oscuras.

Espacio para hacer su dibujo o diagrama

¿Qué relaciones pueden establecer entre luz y sombra?

Espacio para hacer su dibujo o diagrama

Equipo 3

Interactúe con los materiales puestos a su disposición para solucionar y explicar las respuestas que se le piden enseguida.

Situación: Este país en el día está iluminado para luego dejar de serlo al pasar de un estado de iluminación a uno de no iluminación, puede darse también el caso contrario al día siguiente. Reflexione sobre esta situación y luego responda, justifique y grafique.

1 ¿Qué le indica a usted el cambio que comprende el paso de estar a oscuras para pasar a estar iluminado y viceversa?

Nota: Se recomienda hacer el análisis de lo que entraña que un evento pase del modo presente al modo ausente.

Espacio para hacer su dibujo o diagrama

2 ¿Cómo saber cuán veloz es la luz?

Espacio para hacer su dibujo o diagrama

Momento II - Plenaria de socialización de resultados del momento I

Este espacio es para que todo el equipo exponga sus resultados, para determinar y solucionar discrepancias, en caso que las haya y para dar conclusiones concertadas.

Momento III – Resolución de preguntas luego de la socialización

Los equipos vuelven a reagruparse luego de participar de opiniones y posiciones de los demás equipos para responder y dar la respectiva justificación. Además vuelve a graficar.

¿Qué es para usted Luz?

Espacio para hacer su dibujo o diagrama

¿Qué es para usted la sombra?

Espacio para hacer su dibujo o diagrama

¿Qué características atribuye usted a la luz?

Espacio para hacer su dibujo o diagrama

¿Qué características atribuye usted a la sombra?

Espacio para hacer su dibujo o diagrama

Conclusiones, sugerencias o propuestas:

FINALIZACION - FAVOR GRABAR UNA MEMORIA DIGITAL CON SU CELULAR Y ENVIARLA



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN



LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
I.E. PRESBITERO ANTONIO JOSÉ BERNAL LONDOÑO, Grado 11-D

Taller Experimental II: Acceso a explicaciones de luz y de sombra a través de métodos no tradicionales

Nombre: _____

Practicante: Yomaira Gutiérrez Zapata

Fecha: _____

Dividir el grupo se divide en 3 equipos

Elementos

- ✓ Objetos con diferentes formas, texturas, tamaños y grados de opacidad y transparencia, planos y con relieve.
- ✓ Implementos para hacer dibujos, pinturas o esquemas geométricos
- ✓ Juego de luces varias puntuales y no puntuales como: luz natural, luces artificiales, velas, bombillos- pequeños medianos y grandes-, etc.
- ✓ Pantallas – papel cartulina o paja negro, papel cartulina o paja blanco, espejos, vidrios, velos, lienzos para pintar

MOMENTO I – De reflexión para direccionar la construcción de explicaciones de luz y de sombra

Equipo 1 - Equipo 2 – Equipo 3

Lea la lista de materiales, y sin accionar con ningún elemento de allí, proponga el posible uso que a usted le prestaría cada uno de los elementos enumerados cuando se trata de estudiar sombra en un contexto dual luz-sombra o por separado de la luz. Luego vaya a la tabla que aparece en el ítem 3 y, según las categorías 1, 2, 3 y 4 indicadas en los renglones registre sus explicaciones para la columna “Uso que establecería para el elemento antes de interactuar con él” y también para la columna última “Argumentos que explican y justifican los usos establecidos al elemento”.

| Nombre del Elemento Dispensado | Posible uso que daría antes de interactuar con el elemento | Uso que establecería para el elemento después de interactuar con él | Argumentos que explican y justifican los usos establecidos al elemento |
|---|--|---|--|
| 1 Objetos materiales y naturales con diferentes formas, texturas, tamaños y grados de opacidad y transparencia, planos y con relieve. | | | |
| 2 Implementos para hacer dibujos, pinturas o esquemas geométricos | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| 3 Juego de luces varias puntuales y no puntuales como: luz natural, luces artificiales, velas, bombillos- pequeños medianos y grandes-, etc. | | | |
| 4 Pantallas – espejos, vidrios, velos, lienzos para pintar | | | |

MOMENTO II – Aplicación de referentes no tradicionales para la construcción de explicaciones de luz y de sombra

Equipo 1 - Equipo 2 – Equipo 3

Situación: Suponga que asume la tarea de elaborar una pintura “en forma realista” de uno o dos de los elementos que le proporcionan y que solo dispone del color blanco y del color negro para ejecutar su labor.

A. Planeación de estrategias posibles a optar

Reflexione sobre manera(s) clave(s) como cada uno de los colores, el negro y el blanco; pueden intervenir para lograr una representación asertiva. Aquí plantee las ideas que usted conciba como “estrategias” a usar.

“Planeación de estrategias posibles a optar”

| Descripción exacta de la estrategia | Qué se pretende conseguir con la estrategia | Diga que explicaciones sobre luz se proyecta conseguir de la estrategia | Diga que explicaciones sobre sombra se proyecta conseguir de la estrategia |
|-------------------------------------|---|---|--|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |

B. Elaboración de la pintura pedida en función del uso de estrategia(s) planificada(s) (ítem A)

Decida sobre qué hacer para elaborar una pintura “en forma realista”.

Ejecutar sus maniobras de pintura para lo cual ha de recurrir a las estrategias que usted planteó en el ítem A.

Aquí realizar la pintura que usted ha decidido hacer. Presente la pintura de dos formas: una en cartulina de fondo negro y otra en cartulina de fondo blanco.

Pegue las pinturas que realizó aquí

Ahora de acuerdo a su forma particular de vivir esta experiencia registre la información correspondiente según lo pedido en la Tabla que viene.

“Explicaciones sobre luz y sobre sombra en función de la(s) estrategia(s) ejecutada(s)”

| Número de estrategia Según el dado en la Tabla de estrategias posibles diligenciada antes | Diga que explicaciones sobre luz logró conseguir al ejecutar la estrategia | Diga que explicaciones sobre sombra logró conseguir al ejecutar la estrategia |
|--|--|---|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |

C. Con base en las reflexiones que adelantó establezca:

- ¿Es el rol exclusivo de los colores blanco y negro determinante para dar forma e identidad a cualquier objeto que hace parte de nuestra obra pictórica? ¿Por qué?

Explique y justifique sus respuestas.

| |
|--|
| |
| |
| |

- ¿Qué relación tienen según usted los colores blanco y negro con lo que es la luz y lo que es la sombra para usted?

Explique y justifique sus respuestas.

| |
|--|
| |
| |
| |

MOMENTO III – Socialización de resultados

Espacio para que todos los equipos expongan, debatan y busquen consensos en sus respectivos resultados

FINALIZACION: HAGA UN RESUMEN DE SUS CONCLUSIONES. GRABE CON SU CELULAR O EN UNA “MEMORIA”

Justificación de las actividades experimentales, Taller I y Taller II

Presento un instrumento capaz de potenciar y jalonar los procesos mentales requeridos para la generación del conocimiento. En este proceso es necesario el uso de nuestro saber común correlacionado con la observación de experimentos para identificar propiedades y factores que modifican implicados en el fenómeno de la sombra. En la sección anterior, en el título *Del conocimiento común al conocimiento conceptual...* , mostré que mi saber experiencial en articulación con la práctica experimental, me permite comprender y explicar lo que al fenómeno sombra concierne e, igualmente, señalé la importancia que esto tiene para el proceso de abstracción que persigo.

La construcción del concepto de sombra la promuevo a través de varios frentes, en los que hago uso de preguntas para que el estudiante focalice sus esfuerzos en averiguar por sí mismo en qué consiste y cuál es la caracterización de la sombra. Una de las rutinas que propongo la centro en introducir al estudiante dentro de un escenario en el cual él va a manipular el material que recibe, a fin de hacer los arreglos más apropiados para ver y mostrar a otros las soluciones que les pido. Puntualmente con esto trato que el estudiante a través de respuestas a las dos actividades pueda dar cuenta de qué es y las características de la sombra.

Con las preguntas de las actividades experimentales que tratan sobre: *Qué es sombra, qué es luz, Cómo conseguir que sombras y luces aparezcan conjuntamente en un lugar* y las *Relaciones entre sombra y luz*, busco provocar la inquietud en el experimentador para que se interrogue a sí mismo cómo y porque sombras y luces parecen como si se escoltasen la una a la otra, al operar dentro de un mismo escenario; es decir, cómo durante su interacción estos dos fenómenos se afectan uno al otro.

De las preguntas en las actividades que tratan sobre: *Qué le indica que la sombra o la luz estén en un lugar en cierto momento dado y que después ya no aparezcan en ese sitio* y *Qué relación tienen la noche o el día con fenómenos de sombra o de luz*, busco inducir al experimentador a que note las dos clases de campo existentes: campo oscuro y campo iluminado.

Con las preguntas en torno a situaciones de la vida diaria, tengo la intención de llevar al estudiante a usar el saber experiencial que ya tiene. El saber común es un elemento clave sobre el cual es preciso cimentar toda construcción conceptual, como bien lo planteé en la sesión anterior dentro de lo subtitulado como *El conocimiento común, un presupuesto básico para la conceptualización...* Con la manipulación de los elementos materiales, sumada a la interpretación de las observaciones busco que el explorador ponga en sintonía el fenómeno sombra, que está expuesto a la vista, y sus propios procesos mentales en torno a la construcción del concepto sombra.

Acorde al esquema interno inserto en ambas actividades experimentales a continuación traigo razones y justificaciones para las actividades experimentales que hice:

De lo que categorizo como *especificación taller experimental* y que comprende *Momento I – trabajo en equipo exploratorio*, mi pretensión es orientar e incentivar el uso del experimento para conceptualizar fenómenos, al considerar que es ventajoso para construir conceptos aprovechar la tendencia de explorar objetos y situaciones, que es innata en los humanos como dije en la sección que titula *de la actividad experimental como mediadora de procesos intelectuales*.

En el *Momento II – Plenaria de socialización de resultados de Momento I*, busco involucrar al estudiante en actividades de debate y discusión en la búsqueda de consensos, como el medio para llegar a la formalización científica. En este sentido, aclaro que la formalización que refiero no incluye fórmulas o expresiones matemáticas, mi enfoque es de carácter cualitativo. Considero que la práctica de *debate-consenso* es una especie de piloto en la movilización y dinamización de procesos de aprendizaje, como ya lo dije en el subtítulo anterior: *De la actividad experimental...* y *Del ejercicio debate-consenso para establecer y legitimar el conocimiento*. En el *Momento III- Resolución de preguntas luego de socialización, conclusiones y Finalización*, uso las preguntas como termómetro para evaluar el efecto de esta Actividad Exploratoria.

En particular, en la categoría que indico como: *Especificación de Taller Experimental II* en lo que denominé *Momento I – Reflexión para direccionar la construcción de explicaciones de luz y sombra* me centro en activar procesos para la colonización de territorios de abstracción en torno a un arreglo específico de los materiales, este comprende el explorar y el adaptar el territorio tanto como los materiales para acometer una transformación en los saberes que ya poseo. Con el *Momento II- Planificación de Estrategias y Elaboración de pintura*, intento, (de acuerdo con lo que ya dije acerca de la construcción de estrategias propias como un factor que jalona la conceptualización), orientar al experimentador hacia la comprensión del criterio de campo oscuro o del iluminado según sea el caso.

Ya en el *Momento III- Socialización de resultados y Finalización*, pretendo movilizar acciones de debate, discusión y consenso en aras de la formalización de lo científico.

Además puntualizo que desde el Taller Experimental I trato de incentivar al experimentador, para que desde su propia inspiración, juegue a hacer arreglos con los materiales que le proporciono; igualmente, que desde su olfato de investigador utilice su saber común, de acuerdo a lo que traté en capítulo anterior subtítulo *Del conocimiento común al conocimiento científico*. Con base en el conocimiento común, forjado de la sombra durante nuestra experiencia diaria, podemos introducirnos en el universo de las abstracciones. Desde estos Talleres oriento al experimentador a enfrentar el trabajo investigativo con su propia iniciativa.

CAPÍTULO IV: Mis reflexiones sobre el saber común articulado a la actividad experimental en espacios de enseñanza aprendizaje. De imprevistos y discensos

En este apartado presento mi autoevaluación de la propuesta pedagógica didáctica que construí y que en secciones anteriores traté. Señalaré tal propuesta qué resuelve o en qué medida lo hace. Aspectos incluidos aquí tienen que ver con la consolidación y el afianzamiento de estrategias didáctico pedagógicas en torno al concepto de la sombra. Específicamente hago el análisis de: Mi construcción del concepto de sombra centrada en el saber común y los experimental en función de sus particularidades y del ambiente de trabajo que lo permea, además tengo en cuenta los roles del *artefacto saber común-actividad experimental* y del *dúo dinamizador estrategias-debate & consenso*.

Los registros de los que me sirvo para el análisis que acabo de presentar corresponden a mi observación directa del contexto y en la práctica de implementación de las actividades experimentales en las que participaron mis pares de IES como también estudiantes del centro de práctica al que asistí. Otros registros corresponden a fotos, algunos videos y registros escritos. Señalo también que tengo en cuenta en cierta medida y como fuente de información registros de mi diario de campo. Sobre la implementación aclaro que solo alcancé a tener unos pocos minutos de socialización de los equipos, dado que fui recortada en el tiempo previsto por parte del profesor que antes había cedido su espacio.

Desde mi práctica pedagógica tuve oportunidad de identificar y consolidar criterios fundamentales de la enseñanza-aprendizaje del fenómeno sombra que incluyen la conceptualización y lo pedagógico. Considero, sobre mi proceso, que desde el empoderamiento de mi rol forjé un carácter científico auténtico y particular, situación de la cual me siento satisfecha y agradecida.

Antes de mi análisis de los registros escritos de los estudiantes y mis pares considero necesario hacer ciertas claridades respecto a los alcances que pretendí con la propuesta que ya presenté dentro del capítulo tres. Con este primer acercamiento al estudio

de la sombra principalmente busqué consolidar y afianzar estrategias para la conceptualización de la sombra. Específicamente, en la medida que las condiciones lo permitan, ya que el rango para mis maniobras es estrecho en tiempos, entre otras limitaciones que afronto como ya lo conté, voy a ocuparme de propiedades y factores que modifican la sombra.

Mi práctica pedagógica (Práctica I) inició el segundo semestre del año 2018 en la I.E. Javiera Londoño Sevilla de Medellín, ubicada a unas pocas cuadras de la Universidad de Antioquia. Luego proseguí en la IE. Presbítero Antonio José Bernal Londoño de Medellín (primer semestre del año 2019).

Acerca de I.E. Javiera Londoño Sevilla



Ilustración 12: Foto planta física de I.E Javiera Londoño Sevilla

La I.E. Javiera Londoño Sevilla, funciona en el barrio Sevilla de Medellín. Ella queda aledaña a sitios como edificio Ruta N, Universidad de Antioquia, Estación Universidad del Metro, entre otros. Atiende población de estratos 1, 2 y 3. Tiene Jornada diurna y nocturna.

La población que asiste a esta institución viaja desde diferentes barrios y lo hace a través del uso del transporte Metro o de buses urbanos. La población adulta asiste a la jornada nocturna y está clasificada en lo que se conoce como CLEI (funcionan 4 CLEI).

La continuación y finalización de mi práctica pedagógica tuvo lugar en la IE Presbítero Antonio José Bernal Londoño.

Acerca de I.E. Presbítero Antonio José Bernal Londoño

La I.E está ubicada en la comuna No. 5 de Medellín y es cercana a La Plaza de Ferias, el río Medellín, Autopista Medellín-Bogotá entre otros. Atiende a habitantes de barrio Toscana, La Paralela, Plaza Colón, Playitas, y demás del sector. “La institución cuenta con varias Medias Técnicas y funciona de lunes a sábado. Un día domingo del mes también tiene programación de actividades. Atiende personas de estratos 1,2 y 3.





Ilustración 13: Foto Planta física de I.E Presbítero Antonio José Bernal Londoño Tomado de: <https://www.iebroantoniojosebernal.edu.co/> Tomada 22 febrero de 2021

Mi práctica pedagógica inicial la hice en la I.E Javiera Londoño Sevilla. Allí tuve contacto con los estudiantes de jornada nocturna que se clasifican en grupos denominados CLEI, de estos hay un número de 4. En el lapso de tiempo que estuve en la institución roté por los CLEI 4, 5 y 6. El contenido disciplinar de la física que abordé por orden de la maestra cooperadora tuvo que ver con temas de ondas, e infortunadamente no tuve lugar de hacer prácticas experimentales sobre conceptualización de la sombra con tales alumnos.

Mi experiencia, recalco, fue de corta duración y la relación con la cooperadora debido a incompatibilidades talvez con criterios pedagógicos que estuvieron de manifiesto, aunque cordial terminó en un distanciamiento entre ambas. Y a expensas de finalización del calendario de esta institución, el que comúnmente no es simultáneo con nuestra IES, ya

para continuar mi segunda práctica por órdenes de mi profesora en la IES estuve en otra institución.

La implementación de mis Talleres Experimentales, la efectué al final de mi ciclo de práctica pedagógica en el IE. Presbítero Antonio José Bernal Londoño. A lo largo de mis intervenciones en clases de física y matemática en los grupos de nivel 11, en la jornada de la mañana, solicité permiso a los padres de los estudiantes para realizar mis registros fotográficos, los cuales hacen parte de las evidencias que sustentan esta investigación. (Vea ilustración 14)

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO JOSÉ BERNAL

PROTOCOLO DE COMPROMISO ÉTICO Y ACEPTACIÓN DE LOS PARTICIPANTES EN LA INVESTIGACIÓN

Nombre de la investigación: *Experimentación y construcción de conocimiento científico: el caso de la óptica. Licenciatura en Matemáticas y Física. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia.*

Investigadores: *Yomaira Gutiérrez Zapata, Andrés Felipe Justacaro Flores, Sebastián Vásquez Barrientos, Bladimir Agudelo Castrillón, Kevin Yadhilton Caro Betancur, Sergio Arturo Orozco Mejía y Olga Luz Dary Rodríguez Rodríguez.*

Esta investigación tiene como propósito elaborar y argumentar algunas propuestas pedagógico-didácticas en física, en particular en el campo de la óptica, para los grados once, apoyadas en la experimentación como eje de la construcción de conocimiento científico.

Esta investigación propone como protagonistas a los maestros en formación de la Licenciatura en Matemáticas y Física Yomaira Gutiérrez Zapata, Andrés Felipe Justacaro Flores, Sebastián Vásquez Barrientos, Bladimir Agudelo Castrillón, Kevin Yadhilton Caro Betancur y Sergio Arturo Orozco Mejía, quienes adelantan su práctica pedagógica en los grados décimo y once de la Institución Educativa Presbítero Antonio José Bernal Londoño, bajo la asesoría de la Docente de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia Olga Luz Dary Rodríguez. Para ello se considera como espacio de reflexión el aula de clase y las experiencias que de ella se desprenden, las cuales involucran tanto a los docentes en formación como a los estudiantes. Los docentes que nos apoyan por parte de la Institución Educativa son Angélica Lilibiana Molano Zárate y Diana Lucta Londoño Londoño, en tanto docentes de las áreas de física y matemáticas en los grados décimo y undécimo.

En virtud de lo anterior, les comunicamos que los estudiantes de los grados décimo y once del primer semestre del año 2019 de la I. E. Presbítero Antonio José Bernal son partícipes de esta investigación y les solicitamos su aceptación como representantes legales de los jóvenes para socializar públicamente los resultados de este proceso.

Presentamos para ello nuestro compromiso ético, concerniente al uso adecuado, respetuoso y discrecional de la información por ellos suministrada. Esta información sólo será utilizada para los propósitos enunciados en el marco de esta investigación y presenta total independencia de la evaluación del año escolar en curso. Garantizamos además el proceso de retroalimentación con base en lo analizado y los créditos de carácter investigativo que como protagonistas de la investigación se merecen.

Así pues, las personas que firman este documento autorizan a los investigadores para que las fuentes de información como escritos, fotografías, entrevistas, grupos de discusión, y demás sean la base de análisis de esta investigación. Toda esta información se protege en atención a la Ley 1581 de 2012 cuyo objeto es el de proteger la información personal que se recoge en bases de datos, archivos o similares. Les solicitamos comunicarnos las recomendaciones o sugerencias que consideren pertinentes.

| | |
|--|--|
| <p><i>Yomaira Gutiérrez Zapata</i></p> <p>Yomaira Gutiérrez Zapata</p> | <p><i>Andrés Felipe Justacaro Flores</i></p> <p>Andrés Felipe Justacaro Flores</p> |
| <p><i>Sebastián Vásquez Barrientos</i></p> <p>Sebastián Vásquez Barrientos</p> | <p><i>Bladimir Agudelo Castrillón</i></p> <p>Bladimir Agudelo Castrillón</p> |
| <p><i>Kevin Caro Betancur</i></p> <p>Kevin Yadhilton Caro Betancur</p> | <p><i>SERGIO OROZCO MEJIA</i></p> <p>Sergio Arturo Orozco Mejía</p> |
| <p><i>Olga Luz Dary Rodríguez Rodríguez</i></p> <p>Olga Luz Dary Rodríguez Rodríguez</p> | |

Nombre del participante (estudiante): _____

Firma del acudiente: _____ Identificación: _____

Observaciones: _____

Ilustración 14: Protocolo de compromiso ético

Durante el tiempo que invertí en esta investigación me toco afrontar eventos que en el plan de práctica pedagógica y en general normalmente en los protocolos no se contemplan. Se trata de situaciones no previstas que de manera significativa marcaron mi proceso de formación que tienen que ver con la incursión a escenarios oficiales de educación (I.E donde concluí mi etapa de práctica). Situaciones sobrevinientes que dejaron huella al trastornar el curso y por ende la estabilidad y la permanencia en mi proceso formativo en mayor medida en la etapa de finalización.

Dificultades de comunicación entre mi maestra cooperadora y yo fueron causas de situaciones no deseadas para mí, es decir el contacto entre ambas se tornó tenso en todo momento. La causa de esta situación la atribuyo a diferencias y celos en la gestión que desempeñé en un terreno ocupado con actores de ideas conservadoras y no dispuestas a subir al tren de lo alterno y lo nuevo. La forma de trabajar, concebir o entender la enseñanza de la física en particular no fueron afines y ningún recuerdo poseo de apoyo y acompañamiento significativo dado por mi maestra cooperadora.

Otro acontecimiento que viví de relevancia, que obligó a mis compañeros y a mí a suspender la asistencia al I.E de práctica pedagógica por cierto tiempo, fue la exigencia del cumplimiento de nuevas regulaciones sobre prácticas pedagógicas establecidas. Esto como es de esperarse me afectó grandemente dado que la discontinuidad en el proceso se reflejó en los tiempos asignados establecidos en la agenda para surtir cada una de las etapas de investigación previstas. Luego de un cierto tiempo de cese pude retomar mis intervenciones pedagógicas en el I.E al cual estuve adscrita.

Por otro lado, ocurrieron movimientos sociales de protesta por los cuales los ciudadanos reclaman atención a sus necesidades prioritarias de índole social y económica y que es en general política universitaria seguir y apoyar cuando por votación asamblearia así se decide, y que además ocasionaron en su momento ceses de mi actividad académica. Este fue un motivo más de discontinuidad que también incidió grandemente en los tiempos agendados estipulados para mis respectivas etapas investigativas.

Todos los aspectos planteados hasta aquí en este apartado son los que de no haberse presentado me hubiesen brindado una vía afortunada razonable y segura para culminar con éxito este proyecto. En lo que sigue dirigiré mis esfuerzos a la interposición del recurso del que dispongo y al que puedo acceder al momento en función del avance de mi investigación.

Una construcción del concepto sombra centrada en el saber común y lo experimental

Este es el momento de hacer de la sombra un conocimiento mas fino y formal, es decir, hacer la construcción conceptual de dicho fenómeno. Ahora bien, para poder dar cuenta de elementos que intervienen tanto el trabajo investigativo como sus resultados veo necesario mostrar ciertas particularidades por mi notadas.

Además aclaro que de los elementos notables de la sombra que presenté en capítulo II, solo logré construir parte. Sin embargo, esto es suficiente para mostrar el efecto de construcción del concepto de sombra que propuse en la sesión anterior, capítulo tres.

Particularidades de mi modelo de construcción conceptual

De cómo el ambiente de trabajo permea el resultado de esta investigación

Mi implementación de los talleres experimentales adquirió tinte de criticidad. No pocas situaciones, en mi concepto desafortunados, surgieron durante el tiempo que duró mi labor investigativa como lo refiero antes en el este mismo capítulo cuatro. Específicamente ya en la recta final de implementación de mi propuesta de actividades experimentales en la I.E de práctica afronté la incompatibilidad de la agenda de la institución respecto a la agenda del semestre universitario, a mi juicio esto me impidió contar con tiempo para garantizar-éxito en mi propuesta. Esta puesta en marcha de la implementación se hizo en un tiempo relámpago. En ese sentido, con muchos obstáculos para la asignación de un grupo de clase en la I.E logré poner en marcha mi propuesta. A propósito, a cuenta de la implementación de aula de mi trabajo sobre sombra decidí proponer a los alumnos que entraran en un lugar oscuro para hacer la observación del fenómeno que investigo desde un formato dispensado por mí y por supuesto bajo mi orientación. Creo que el hecho que los

docentes tuvieran poca confiabilidad en propuestas nuevas y de su aversión a lugares oscuros generó indisposición en los docentes que en aquella ocasión vigilaban mi desempeño, esto fue lo que terminó en el cierre abrupto de mi intervención con los alumnos y la consiguiente afectación en la calidad y cantidad de pruebas que planeé recolectar.

Un tanto para sortear la situación adversa que acabo de describir, de acuerdo con mi maestra asesora, incluyo para mi análisis además de los estudiantes del grado 11 ya mencionados, otros sujetos. Se trata de mis pares de los tres cursos de práctica pedagógica para maestros en formación.

Ante el desafío que envuelve hacer la implementación de los Talleres Experimentales de mi propuesta organicé el grupo 11 E, con un número de treinta y dos asistentes asignados por las directivas de la I.E para el efecto, en cuatro equipos con 8 estudiantes cada uno. Vista la premura y lo limitado del tiempo disponible decidí sobre la marcha entregar de una vez a cada uno de los equipos el cuestionario de los dos talleres. Y para mi sorpresa presencié que los estudiantes al recibir ambos cuestionarios, después de pasar una revista rápida por cada uno de los cuestionarios y con la rapidez que reclamaba para ellos la situación, tomaron la decisión de dividir cada equipo de ocho integrantes en dos subgrupos para que cada subgrupo se ocupara de uno de los dos talleres recibidos. Al respecto, a mí esta pauta de comportamiento en estos estudiantes me mostró que en sí la persona al asumir un reto es capaz de desplegar en la misma medida su capacidad de autonomía. Esto mismo como maestro en formación me indujo a reflexionar sobre el alcance y la importancia de generar situaciones donde a los estudiantes se les demande y permita un margen de autonomía importante para la toma de decisiones y para creación de estrategias de solución a problemas.

Después del reparto de los formatos, al encarar los cuestionarios, los estudiantes muestran alguna forma de desconcierto y parecen sentirse desarmados al no hallar qué y cómo proceder. Unos cuantos toman la iniciativa de preguntar cómo proceder o en qué afianzar el proceso de pensamiento, se me ocurre entonces usar un cubículo de los que tenía el aula empotrados en la pared, donde se almacenan algunos elementos para hacer rutina de

gimnasia. Entonces invito a uno de los estudiantes a entrar dentro del cubículo y tapo la puerta por donde ha entrado. Luego le pregunto que si dentro encuentra oscuridad o luz. No fue mucho más lo que expliqué a los estudiantes y ellos luego desde esto procedieron a diligenciar cada taller asignado. Además, le ofrecí a cada equipo unos cuantos objetos, entre estos elementos está un cono de señalamiento de vías de color naranja fosforescente. La idea era que cada equipo escogiera y dispusiera de los elementos como bien quisiera para solucionar las preguntas a cargo y hacer los dibujos e ilustraciones que juzgara necesarias; (ver ilustración 15).



Ilustración 15: Materiales para interactuar

Los datos experimentales de la implementación de mis *Talleres Experimentales* corresponden a lo que observé en el comportamiento de los estudiantes en mi única sesión de implementación. Además, los estudiantes hicieron el lleno de los formatos de cada formato de Actividad Experimental que yo les proveí. Dichos datos son exactamente los que incluyo para el análisis y las conclusiones para esta investigación.

Roles del artefacto saber común-actividad experimental y del dúo dinamizador estrategias-debate & consenso

He mostrado en la sesión anterior lo necesario del uso del artefacto conocimiento común-actividad experimental, que unido al uso de materiales cotidianos económicos

conforman el sustrato de base para el trabajo de conceptualización. Además, introduje *La creación de estrategias propia* y *La práctica de debate-consenso* como el piloto que dirige y dinamiza el aprendizaje.

A propósito, para las preguntas orientadoras de los cuestionarios los estudiantes luego de dejar atrás la actitud de desconcierto e impotencia asumieron un rol más activo y participativo. En esa medida al recurrir a su experiencia de vida los estudiantes del grado 11E, apropiados de su rol como corresponde, hicieron conciencia desde sus propias reflexiones que el sistema para estudio de la sombra desde la visión de Da Vinci corresponde a: El objeto o cuerpo (opaco), la luz que ilumina el cuerpo y además el espacio que tal luz al propagarse alcanza a iluminar; también, las distancias del cuerpo respecto al sitio de donde la luz parte. Esto que digo aquí se me hace evidente en la forma en que un equipo de estudiantes abordó la pregunta sobre ¿qué hacer para contener en un espacio o bien luz o bien sombra? y ante lo cual respondieron así:

“Lo podemos hacer entrando en un espacio y tapándolo, ahí se estará reflejando la oscuridad; y si destapas ese espacio entrará un reflejo de luz iluminando aquel espacio”

Para dar esta respuesta acudieron al conocimiento común, pues por no pocos eventos de diario vivir saben que tapar o destapar huecos causa oscuridad o luz respectivamente. Eso sí aclaro, producir este resultado a dichos estudiantes les costó mucho y para arreglárselas con la solución recurrieron a mí. Ellos inicialmente expresaron no entender como contestar las preguntas pedidas, en este caso apoyé y orienté su trabajo investigativo y les indiqué que experimentaran con un hueco o cubículo con un lado destapado, que antes de comenzar mi implementación planeé usar. En esto los estudiantes demostraron su capacidad de crear estrategias de exploración para el estudio de los fenómenos. Este resultado me indujo a reflexionar sobre la importancia de crear y ofrecer espacios de aprendizaje que permitan que el estudiante ponga a prueba sus capacidades para experimentar, pensar y sugerir estrategias.

Pero a su vez este grupo de estudiantes para hacer la descripción y explicación del fenómeno sombra se vale de la figura según se aprecia en la ilustración 16, donde noto que

son capaces de mostrar los diferentes elementos del sistema de estudio de sombra de Da Vinci. Estos dibujan un objeto y la sombra que este desprende al ser incidido por la luz que sobre él dé, pero también demarcan el espacio o distancia que separa el objeto y dicha luz. En la implementación de mis Talleres desde mi seguimiento ocular pude darme cuenta, que los estudiantes arreglaron los materiales que suministré, como muestro en la figura 17 y en este caso dispusieron el cono anaranjado de señalización sobre una superficie plana. Dado que el recinto contaba con iluminación lograron hacer observación de la posición de la sombra que el cono desprendía. También se percataron de la forma e intensidad de la sombra y de la distancia de separación entre la luz y el cuerpo sombrío.

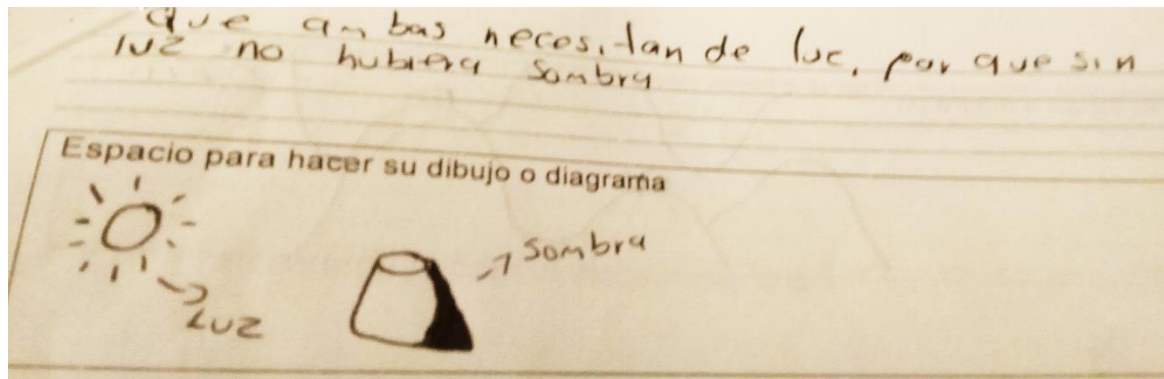


Ilustración 16: Sistema: luz, sombra, espacio y objeto presentada por uno de los equipos

Al momento ya los estudiantes asumieron lo establecido sobre el rol del objeto opaco, la luz y la distancia entre el cuerpo y la luz. Los equipos de trabajo ensayaron y propusieron formas de mirar sombras, específicamente en el Taller Experimental II optaron por hacer cada uno su propio arreglo de cosas. Esto lo evidencio en la ilustración 17 que uno de los equipos presentó, con la cual atendieron mi pedido de realizar la pintura artística a su modo. Manipular y ensayar formas y ubicación de materiales disponibles en su trabajo experimental, a los estudiantes les permitió visualizar y concretar algunos elementos notables en el estudio de la sombra. Desde esta rutina en los estudiantes yo visibilizo que comprenden que existen dos campos, uno iluminado y otro oscuro, y además que la superficie en un cuerpo es un atributo notable ya que según Da Vinci actúan en este como

frontera y como su vestido; y eso mismo es lo que expresa abiertamente el equipo que hizo el diagrama de la figura, que ya cité en este mismo párrafo.

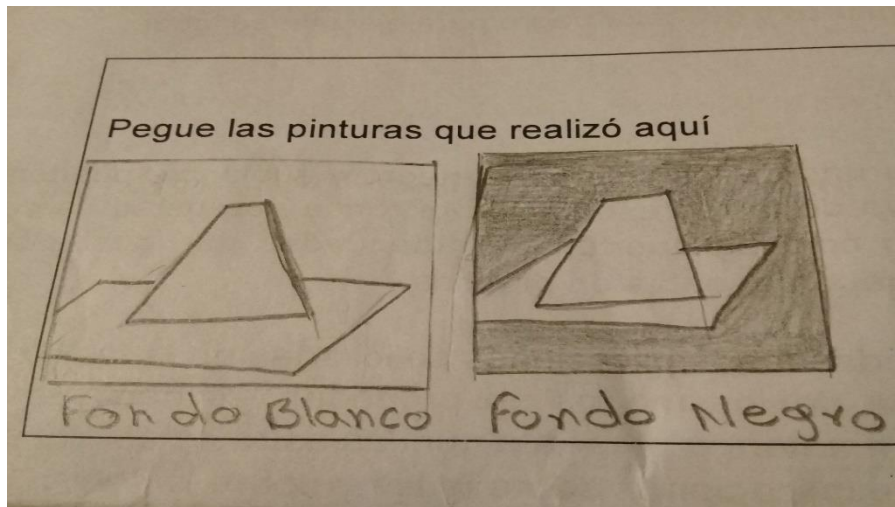


Ilustración 17: Un modelo de arreglo del material propuesto por un equipo

La actitud asumida por este equipo me lleva a reflexionar en la gran potencialidad del trabajo experimental articulado al saber común, que uno ya posee ligado a procesos de transformaciones mentales, en pos de la conceptualización del fenómeno de la sombra que es el caso que aquí trato.

A propósito del uso del debate y del consenso, doy fe que en todos los equipos de trabajo los integrantes, para diligenciar las preguntas de los formatos, recurrieron a la consulta y la discusión de propuestas, y por consenso o de común acuerdo construyeron las respuestas requeridas. Esto me genera reflexiones en torno a la bondad del debate-consenso para el aprendizaje y enseñanza de la ciencia.

Un comentario de final de cierre de relevancia alta para mí es lo comentado, por uno de los Equipos de Trabajo, sobre la pertinencia de disponer de tiempos mayores en este espacio de conceptualización para estudiar mejor y más detalladamente el fenómeno de la sombra. Textualmente en un audio la vocera del equipo dijo:

“... ese estudio tiene muchas fases (aristas) y es difícil identificar cada una en especial lo de sombra, pero al final pudimos hacer un Taller.”

Además, dijo que *“. El tema la luz y la sombra – De cuando la luz va, o sea dependiendo de la posición de la luz la sombra se viene o se pone hacia el otro lado.”*

Esto me da pie para reflexionar lo importante que es ponerse en posición y el punto de vista del alumno y cuán difícil esta labor es para el maestro. Además, me permite conjeturar que el estudio de la sombra requiere ser considerado más decididamente para su estudio como también para ser tratado en las aulas de clase.

Desde otro ángulo de mi mirada destaco la buena disposición de mi grupo de práctica inicialmente asignado, el 11 D, e igualmente el grupo 11 E, en el cual logré implementar mis talleres precisamente por el espíritu de colaboración de los estudiantes expresado hacia mí. Muy especialmente, para el mejoramiento de los entornos de aprendizaje durante la implementación de mis dos talleres propuestos presentados antes y que incluyen actividades sobre el Arte de la pintura logré que los estudiantes se mostraron halagados, complacidos y hasta un poco sorprendidos al tener oportunidad de expresar sus conocimientos a través de dibujos elaborados por sí mismos. Esto mismo me hace reflexionar sobre el efecto que produce una organización de entornos enseñanza-aprendizaje desde la libre iniciativa y encuadrados en propuestas nuevas y novedosas. (ver ilustración 18)



Ilustración 18: Estudiantes IE pintando dibujos de objetos sobre campo oscuro y campo iluminado

Otros actores que participaron en mi implementación corresponden a mis pares durante mi ciclo de formación dentro de la IES como antes ya lo había anotado. Mis compañeros de curso también diligenciaron mis talleres experimentales, y dado que el curso poseía 5 o 6 miembros sólo se constituyeron dos equipos cada uno con dos personas. Por tiempos y agendas no fue posible que ambos equipos realizaran el diligenciamiento de todos los talleres, pero sí de uno.

Acerca de una definición y de las propiedades de sombra uno de mis pares de IES describe:

“Como la forma de ese obstáculo, para que una parte de determinada superficie pueda ser iluminada por una luz puntual (sol, lámpara, vela etc.) Por otra parte, la sombra se comporta según la posición de los objetos respecto a la luz.”

Una de las gráficas que en los formatos de taller diligenciados por mis pares aparece es la de la ilustración 19.



Ilustración 19: La sombra - dibujo de un par de mi IES

Esta imagen de Sombra lograda por mis pares de IES señala que interiorizan la caracterización de la sombra, como aparece en capítulo dos, hacen parte propiedades (de: Forma y posición, intensidad o gradualidad) y se percatan del sistema (luz, sombra, espacio y objeto), elementos todos en los que asentar lo teórico de la sombra.

Desde este desempeño noto que mis pares al igual que los estudiantes de grado 11 guiados por su saber común articulado con lo experimental, comprenden propiedades y el sistema para estudiar la sombra. A diferencia de los estudiantes de I.E, mis pares sí alcanzan a dar a su manera una definición de la sombra. Noto que mis pares en su definición de sombra involucran el término *superficie*, lo cual me señala que intuyen desde su conocimiento común que la superficie juega un papel importante para el estudio de la sombra. Además, es necesario señalar que el término *superficie*, uno de mis referentes enunciados en el capítulo dos, carece de mayor tratamiento y amerita que lo tenga. El resultado que señalo en este inciso permite que insista en la reflexión sobre el alcance que tiene el introducir dinámicas de enseñanza-aprendizaje que den suficiente relevancia al saber común que cada individuo construye y tiene disponible de forma natural.

Un aspecto de incidencia notable en esta investigación tiene que ver con la pregunta propuesta por un equipo de mi IES. Este equipo contestó a mi pedido para que hicieran

“comentarios que consideraran relevantes y/o esenciales sobre lo que lograron interpretar de la sombra” con la formulación de lo siguiente:

¿Qué sucede con la luz cuando un objeto genera sombra?

El cuestionamiento formulado por mis pares me permite entender lo importante que es la estimulación a los estudiantes, involucrándoles en dinámicas de creación de estrategias para explorar el comportamiento de los fenómenos. En esa misma medida presto confianza a lo que ya fundamenté desde Arcá, Guidoni y Mazzoli cuando abogan y recalcan en la importancia de ayudar a generar procesos de pensar en los estudiantes para que ellos mismos generen estrategias investigativas. En ese sentido la formulación de la pregunta que mis pares presentan es un signo evidente del ánimo de investigar sobre el fenómeno de la sombra que los talleres despertaron en ellos.

Al respecto y en consonancia con el mismo lineamiento de mis pares, a mí se me ocurrió cuestionarme sobre:

¿Por qué la sombra desprendida de un cuerpo opaco tridimensional solo presenta dos dimensiones, puesto que una sombra se presenta como una superficie y no como un volumen? Esto es de lo que me percaté cuando veo la sombra de mi cuerpo físico (de tres dimensiones) sobre el piso y noto que esta sólo presenta dos dimensiones, eso me inquieta y me impulsa a buscar la solución a mi problema.

En todos los hallazgos, en mi análisis de implementación de mis talleres, en las respuestas de los estudiantes de grado 11 así como de mis pares de IES noto un alto nivel de afinidad. Esto me insta a reflexionar en la consistencia del efecto que mis talleres tienen y en la manera de adelantar y mejorar lo conseguido hasta ahora. También soy reiterativa en aclarar que esta investigación alcanzó solo parte de los logros presupuestados, en esa medida declaro ser consciente que el estudio de la sombra en lo fenomenológico tanto como en la conceptualización requiere de investigaciones nuevas que asuman este encargo. Además, espero y confío que este piloto de investigación que concluyo sirve de

abrebocas que incentive a nuevos investigadores a explorar sobre este y otros temas de física.

Conclusiones generales

En primera instancia, en torno a mi labor investigativa quiero poner por delante mi apasionada lucha por allanar rutas desde las cuales posicionar el estudio de la sombra en un lugar relevante y con suficiente valor de uso en el ámbito educativo. En este sentido, reitero que el saber común articulado a lo experimental en torno a la construcción conceptual es un generador de gran capacidad y potencia para impulsar procesos para la descripción y explicación de fenómenos, como el de la sombra en este caso. Un resultado en particular a destacar es que las actividades experimentales propuestas me permitieron hacer del experimento articulado, al saber común para todos disponible siempre, un poderoso artefacto para dinamizar procesos cognitivos sobre el fenómeno de la sombra. El experimento, considerado desde su dimensión didáctica, entusiasma a otros y a mi a emprender y proseguir el camino de la investigación. Esto en función de explicaciones nuevas (alternas) sobre fenómenos que pretendemos conocer.

En particular, esta investigación me señala que es necesario y conveniente insistir en exploraciones de esta índole sobre el fenómeno de la sombra, que den continuidad a lo hecho hasta aquí. En este sentido desde este trabajo investigativo se evidencia, como en su momento ya manifesté y traté, el escaso tratamiento del fenómeno de la sombra notado por mí en consulta textos, DBA, y los Estándares. Al igual esto me ratifica que la sombra no está oficializada dentro de los contenidos regulares. Concluí que para el abordaje del fenómeno en el contexto educativo es requerido aprovisionar espacios de conceptualización en las instituciones dentro de los planes de estudio.

Del resultado de la puesta en práctica de mi propuesta pedagógico didáctica el trabajo con actividades experimentales es necesario e irremplazable, pues constituye el instrumento dinamizador por excelencia para dar el arranque, desarrollar y potenciar la construcción de explicaciones de todo fenómeno a investigar.

Desde otro ángulo de mi mirada destaco la buena disposición de mi grupo de práctica inicialmente asignado, el 11 D, e igualmente el grupo 11 E, en el cual logré

implementar mis talleres precisamente por el espíritu de colaboración de los estudiantes expresado hacia mí. Muy especialmente, para el mejoramiento de los entornos de aprendizaje durante la implementación de mis dos talleres propuestos presentados antes y que incluyen actividades sobre el Arte de la pintura logré que los estudiantes se mostraran alagados, complacidos y hasta un poco sorprendidos al tener oportunidad de expresar sus conocimientos a través de dibujos elaborados por sí mismos. Además, se hizo explícito que los estudiantes asumen su saber experiencial como la base de lo experimental en un ambiente debate- consenso; de igual forma, en la creación de situaciones propias. Así, promueven un conocimiento sobre el fenómeno de la sombra cada vez más elaborado. En esa medida, por ejemplo, los estudiantes del grado 11E de enseñanza básica se apropiaron e hicieron conciencia que el sistema para estudio de la sombra desde la visión de Da Vinci corresponde a: El objeto o cuerpo (opaco), la luz que ilumina el cuerpo, el espacio que tal luz al propagarse alcanza a iluminar y además las distancias o posiciones del cuerpo respecto al sitio de donde la luz parte.

La puesta en práctica de los talleres que propuse me permitió entender que existe un universo por explorar en torno a las diversas posibilidades de comprender cada fenómeno investigado, lo cual amplía mi horizonte de acción para desarrollos y proyecciones a futuro en investigaciones nuevas. Es necesaria la continua búsqueda de estrategias, que suponen una reorganización continua del espacio de conocimiento ganado para adaptarlo y servirse de él. Además me sostengo en que el uso del saber común articulado a lo experimental en torno a la conceptualización del fenómeno sombra es una alternativa no despreciable como recurso de legítimo uso toda vez que ello se requiera.

Insisto en que eventos excepcionales que narro, que refieren causas de afectación de mi proceso como brotes de protestas públicas, incompatibilidades entre quien hizo esta investigación y la maestra cooperadora debido a carencias de aceptación y disponibilidad a lo nuevo y a lo alterno, cambios de rutinas de desempeño desde órganos oficiales o del ministerio de educación y otras eventualidades no previstas, creo que merecen ser consideradas y me hacen pensar en la viabilidad de la atención de estos aspectos desde otra mirada.

Con esta experiencia entendí que los procesos de cada investigación son particulares, inherentes a la misma. De esto asumo que, la subjetividad es un componente inseparable en toda labor investigativa de esta índole; en tanto lleva una carga bastante representativa a lo largo de esta construcción conceptual. En todo desarrollo investigativo la planificación es un aspecto que se hace altamente permeable por el azar y los imprevistos.

Finalmente, para dar continuidad a mi investigación del fenómeno de la sombra, resulta de utilidad el abordaje de dos preguntas que me surgieron en esta investigación: *¿Qué sucede con la luz cuando un objeto genera sombra? y ¿por qué la sombra desprendida de un cuerpo opaco tridimensional sólo presenta dos dimensiones, puesto que una sombra se presenta como una superficie y no como un volumen?* Empezar la búsqueda de la solución a interrogantes como estos constituye un motor para dinamizar tanto la educación como la ciencia misma. En particular el estudio de la física está en mora de recibir el impulso de desarrollos tramitados en el aula.

Bibliografía

- Arcà, M., Guidoni p. y Mazzoli, P. (1990). El desarrollo del proceso cognitivo como tarea de la educación. En “Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base”. Barcelona: Paidós.
- Bolívar, A. & Domingo, J. (2018, diciembre). La investigación (auto)biográfica y narrativa en España: principales ámbitos de desarrollo en educación. *Revista Brasileira de Pesquisa (Auto)Biográfica*, Salvador, v. 03, n. 09, p. 796-813, set./dez. 2018
 Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/329811335_La_investigacion_autobiografica_y_narrativa_en_Espana_principales_ambitos_de_desarrollo_en_educacion
- Bolívar, A. Las historias de vida del profesorado. Voces y contextos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa* [en línea]. 2014, 19(62), 711-734[fecha de Consulta 18 de Julio de 2021]. ISSN: 1405-6666. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14031461004>
- Da Vinci, L. (h. 1490). *Tratado de pintura*. González, A. (1998). (Editor). Madrid: Ediciones Akal, S.A.
- Duhem, P. (1914, 2003). El experimento de física. En: “La teoría física, su objeto y su estructura”. Ed. Herder, Barcelona. Título original: “La Théoriephysique, son object, astructure”.
- Justacaro, A. F. & Vásquez, S. (2019). La experimentación sobre reflexión y refracción de la luz: una propuesta pedagógico-didáctica desde nuestro análisis epistemológico de la perspectiva ondulatoria” (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Mach, E. (1948). El Concepto. En E. Mach. *Conocimiento y error*. Buenos Aires: Espasa Calpe Argentina S.A.
- Rivas Flores, J. I., Márquez García, M. J. y Del Río Fernández, J. L. (2017, julio). Contextos de aprendizaje en la Universidad: ¿qué dicen los y las estudiantes del practicum? RIUMA / Repositorio Institucional Universidad de Málaga (4814).
 Disponible en:

<https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/14189/Comunicacion%20Poio%28revisado%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y> Recuperado 20/07/2021

Shapin, S. y Schaffer, S. (1985). Entendiendo el experimento. En “El Leviathan y la bomba de vacío: Hobbes, Boyle y la vida experimental”, Ed. Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires.

Shapin, Steven; Schaffer, Simón. El *Leviathan* y la bomba de vacío. Hobbes, Boyle y la vida experimental - 1 a ed. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 2005

Sosa Rivera, C. A. (2016). La experimentación en la clase de ciencias naturales en primaria como eje de procesos de conocimiento científico (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Stoichita, V., Breve historia de la sombra, ed., Siruela, 1997.

Cibergrafía

- <http://aprende.colombiaaprende.edu.co/es/node/94184> Tomado en mayo 11 de 2020
- <http://www.magisterio.com.co/sites/default/files/document/naturales-grado-3.pdf> Tomado en mayo 11 de 2020
- https://es.wikipedia.org/wiki/Pierre_Duhem Tomado en junio 10 de 2020
- <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/m/mach.htm> Tomado en junio 10 de 2020
- <https://www.google.com/search?q=que+es+sombra&oq=que+es+sombra&aqs=chrome..69i57j017.6926j1j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8> Tomado en julio 11 de 2020
- https://www.google.com/search?q=%E2%80%9CEn+las+observaciones+que+vamos+realizando+de+sus+relatos+se+percibe+la+cultura+formativa+de+las+estudiantes,+las+situaciones+vividas,+las+relaciones+y+actuaciones+en+los+centros+educativos+en+algunos+casos+dejando+entrever+la+socializaci%C3%B3n+y+la+vuelta+a+t%C3%B3picos+educativos+que+permanecen+sedimentados+a+lo+largo+de+sua+etapa+formativa%E2%80%9D&rlz=1C1RLNS_esCO917CO917&filter=0&biw=1366&bih=600

- <https://www.iejavialondonobarriosevilla.edu.co/index2.php?id=27904&idmenutipo=2517&tag=#:~:text=La%20Instituci%C3%B3n%20Educativa%20Javiera%20Loa> Tomado en febrero 20 de 2021