



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

Facultad de Educación

**LA EXPERIMENTACIÓN EN LA CLASE DE CIENCIAS NATURALES
EN PRIMARIA COMO EJE DE PROCESOS DE CONOCIMIENTO
CIENTÍFICO**

Cruz Andrea Sosa Rivera

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín

2016

**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

**LA EXPERIMENTACIÓN EN LA CLASE DE CIENCIAS NATURALES
EN PRIMARIA COMO EJE DE PROCESOS DE CONOCIMIENTO
CIENTÍFICO**

**Trabajo presentado para optar al título de Magíster en Educación en
Ciencias Naturales**

CRUZ ANDREA SOSA RIVERA

Asesor(a)

OLGA LUZ DARY RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN AVANZADA

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES

MEDELLÍN

2016

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE MAESTRÍA

**La experimentación en la clase de ciencias naturales en primaria como eje de procesos de
conocimiento científico**

Cruz Andrea Sosa Rivera

Asesora: Olga Luz Dary Rodríguez Rodríguez

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín

2016

*A los niños y niñas del grupo 1°A-2015, de la Escuela
Normal Superior María Auxiliadora de Copacabana, quienes
desde su pensamiento curioso y decidido me siguen formando
en esta aventura de ser docente.*

AGRADECIMIENTOS

A **mi familia** porque con su apoyo y confianza me inspiran a conquistar metas.

A la comunidad educativa de la **Escuela Normal Superior María Auxiliadora**, y con ella a **Sor Sara** por apostarle a la formación constante de docentes, y sobre todo, por inspirar con su discurso y laboriosidad, el sueño de hacer desde la educación un mundo mejor para nuestros niños y jóvenes.

A la profesora **Olga Luz Dary Rodríguez** por formarme como investigadora y por haberme enseñado con su ejemplo, la pasión por la labor pedagógica y el compromiso ético, serio y disciplinado por los retos que se presentan en los procesos formativos e investigativos.

A **Erika y Jaime** por sus enseñanzas, por su amistad, por los momentos en que compartiendo un café resolvimos inquietudes de nuestras investigaciones, porque con sus aportes este trabajo fue creciendo.

A la **Gobernación de Antioquia** por su apoyo económico para que los docentes nos cualificáramos desde la formación posgradual; y así, desde las aulas contribuir a la formación de ciudadanos que asuman con responsabilidad su papel constructivo en la sociedad que habitamos.

A **Dios**, porque de su mano los sueños son posibles.

RESUMEN

La imagen tradicional de ciencia nos lleva a ver una ciencia que pertenece solo a unos cuantos: los *científicos*, cuyo saber está recopilado en los libros. Esta imagen de ciencia acabada es la que replicamos usualmente en las escuelas; especialmente, desde la enseñanza de las ciencias naturales.

Se presenta en esta investigación una propuesta que da cuenta que asumiendo una imagen de ciencia diferente a la usual; en nuestro caso, cultural y mutable, se puede desde el aula lograr verdaderos desarrollos en los procesos de conocimiento científico. Desde esta perspectiva docentes y estudiantes son parte activa de la construcción de conocimiento a partir de la elaboración colectiva de objetos de estudio.

Palabras clave: pensamiento científico, sujetos de conocimiento, objetos de estudio, imagen de ciencia.

ABSTRACT

The traditional image of science leads us to see a science that belongs only to a few people: scientists, whose knowledge is compiled in books. This image of science is completed usually replicated in schools; especially from the teaching of natural sciences.

A proposal to realize that taking an image different from the usual science is presented in this research ; in our case , cultural and mutable, from the classroom you can achieve real

development in the processes of scientific knowledge. From this perspective teachers and students are active part of the construction of knowledge from the collective elaboration of objects of study.

Keywords: scientific thinking, subject knowledge, study objects, image science.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo recoge el proceso de desarrollo y sistematización de la investigación titulada *La experimentación en la clase de ciencias naturales en primaria como eje de procesos de conocimiento científico*, realizada durante los dos años de la Maestría en Educación en Ciencias Naturales de la Universidad de Antioquia.

Ésta, constituida como proceso constructivo, pretende, a través de cuatro capítulos, dar cuenta del nivel de un proceso de construcción de conocimiento científico a partir de un objeto de estudio relacionado con la óptica, visto desde el punto de vista de una docente en ejercicio de educación básica primaria.

El primer capítulo plantea un análisis crítico sobre la imagen de ciencia tradicional y por lo tanto su enseñanza desde esta perspectiva. La mirada es fundamentada no sólo con el análisis de libros de texto escolar, sino también, en el de las propias prácticas educativas como docente de ciencias naturales.

Se logra entonces reconocer que una imagen tradicional de ciencia, resta posibilidades en la formación de un docente, y por consiguiente, de estudiantes, como sujetos críticos frente al conocimiento científico. Planteando con ello, la urgente necesidad de transformar la mirada hacia la ciencia, que desde la tradición se asumía como acabada y estática, a una mirada activa, dinámica que aporte a su construcción y a la transformación social y cultural.

El segundo capítulo por su parte, recoge el componente conceptual que fundamenta la investigación, basado en la Historia y Epistemología de la Ciencia y enfocada hacia el campo de la óptica.

Dentro del tercer capítulo, se establece el componente didáctico de la enseñanza y la propuesta metodológica con la cual se desarrolló la investigación. El proceso global de este trabajo investigativo se encuentra expresado bajo una metodología narrativa que pretende dar cuenta, del proceso de comprensión y por consiguiente, de construcción de la ciencia vivida desde el aula y con el que se pretende repensar el accionar del maestro.

Esta investigación se sintetiza en una propuesta didáctico-pedagógica presentada a lo largo del cuarto capítulo, donde las voces de los estudiantes permiten al docente investigador establecer parámetros didácticos para la elaboración y fundamentación de talleres que promueven la construcción de conocimiento científico desde el espacio abierto para la clase de ciencias naturales, en el que la experimentación, vista desde la mirada de ciencia en construcción, posibilita espacios para la identificación de objetos de estudio que promuevan la construcción de conocimiento científico.

Tabla de contenido

AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN	VI
INTRODUCCIÓN	VIII
TABLA DE CONTENIDO	X
LISTA DE FIGURAS	XIV
CAPÍTULO 1. INFLUENCIA DE MI CONCEPCIÓN DE CIENCIA EN MIS PRÁCTICAS COMO DOCENTE DE CIENCIAS NATURALES	17
Mi práctica pedagógica asumida desde una imagen de ciencia absoluta. Relación enseñanza de las ciencias y concepción de ciencia	17
Relación entre las dudas con mi saber y mi concepción de ciencia.....	18
¿Los docentes somos dueños del saber?	20
Forma en la que asumí la enseñanza de las ciencias: una mirada tradicionalista	21
Noción de experimentación y concepción absoluta de la ciencia.....	31
A modo de antecedentes.....	31
Entonces, ¿cómo enseñar en la clase de ciencias?	32
Noción de Experimento como generador de asombro.	34
Concepción de experimento como reflejo de la naturaleza.....	38
CAPÍTULO 2. REPRESENTACIÓN DE LA ÓPTICA: UNA MIRADA DESDE MI INTERPRETACIÓN HISTÓRICO-EPISTEMOLÓGICA DE LAS CIENCIAS	42
De cómo mi interpretación histórico-epistemológica de las ciencias permite la diversidad en las representaciones	42
Asumirme como sujeto de saber.	44
<i>La ciencia como construcción humana: una mirada desde la cultura.</i>	44
<i>La ciencia vista desde la historia.</i>	46
Diálogo con obras científicas.	47
<i>Los mitos: aportes en la evolución de mi concepto de sombra.</i>	47
<i>El conocimiento científico es un proceso.</i>	52
<i>Al estilo de Leonardo Da Vinci: la ciencia y el arte como unidad.</i>	56
<i>Sistemas y variables: Una perspectiva para la constitución del objeto de conocimiento.</i>	62

Mi construcción de un hecho científico: Las representaciones-modelos- como síntesis...	63
La cámara oscura en contextos de interlocución y experimentación científica.	69
<i>La experimentación como posibilidad de construcción.</i>	69
<i>El experimento es una elaboración.</i>	71
CAPÍTULO 3. ¿POR QUÉ LA NECESIDAD DE OTRA MIRADA SOBRE LA CIENCIA Y SU ENSEÑANZA?	73
Contextos de experiencia que posibilitan conocimiento.....	74
Función de los sujetos.	76
Los conceptos como elaboraciones: las socializaciones como materia prima.	77
Construcción de objetos de estudio.....	80
Uso convencional de la Historia y Epistemología de la Ciencia	81
La experimentación como construcción	85
Enfoque de la Historia y Epistemología de las Ciencias en el aula de clase	93
Enseñanza de las ciencias desde una imagen cultural de la ciencia	95
Metodología de investigación	102
CAPÍTULO 4. UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA ENFOCADA EN EL DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE PENSAMIENTO DESDE LA ÓPTICA COMO CAMPO DE EXPLORACIÓN	106
Desarrollo de la propuesta	110
Un Contexto alternativo para la enseñanza de las ciencias naturales. Reconocer las representaciones de los niños: Taller 1	112
Justificación del taller 1.....	113
Elaboración de categorías para identificar representaciones según cada fenómeno/palabra: la luz, la oscuridad, el ver, el color, la iluminación, el sol (Sistematización).	114
<i>La Luz.</i>	115
<i>La Oscuridad.</i>	119
<i>El Ver.</i>	121
<i>El Color.</i>	124
<i>La Iluminación.....</i>	125
<i>El Sol.....</i>	128
La socialización como medio para movilizar procesos de pensamiento.....	131

Las explicaciones de los niños y sus representaciones gráficas sobre fenómenos en relación con la luz: conclusión.....	138
Constitución de la sombra como objeto de estudio: taller 2	140
Surgimiento de mi problemática de conocimiento.....	141
<i>Interpretación.</i>	142
<i>Socialización.</i>	150
<i>Sistematización.</i>	151
Interpretación del fenómeno.....	152
Conclusión.....	153
A observar sombras: Taller 3.....	155
Sistematización del taller 3.	157
Identificación de variables en las representaciones gráficas y verbales.....	157
<i>Relaciones entre variables para que se forme la sombra.</i>	158
<i>Relación fuentes de luz y nuestro cuerpo.</i>	159
<i>Tamaño de la sombra.</i>	160
<i>Relación hora del día, nitidez y tamaño de la sombra.</i>	160
<i>Intensidad.</i>	161
<i>Incursión de un nuevo concepto: el reflejo.</i>	163
Conclusión del taller.....	163
<i>Noción de sistema en la formación de sombras.</i>	167
Consideraciones finales.....	169
Sombras en la luna: Taller 4	171
Justificación.....	172
Sistematización.....	173
Conclusiones.	178
La cámara oscura: Taller 5.....	181
Justificación.	182
Sistematización.....	183
<i>Uso de explicaciones científicas.</i>	184
<i>Construcción conceptual.</i>	185



CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	187
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	190

Lista de figuras

Figura 1. Actividad evaluativa tomada de un libro texto para el grado primero. Ed. Santillana	20
Figura 2. Índice de contenido de la unidad ciencias físicas y químicas. Grado tercero	22
Figura 3. Texto sobre fuentes de luz. Para el grado tercero	23
Figura 4. Texto sobre la propagación de la luz. Para el grado tercero	23
Figura 5. Texto sobre la refracción de la luz. Para el grado tercero	24
Figura 6. Texto sobre propiedades de la luz, entre ellas, la intensidad. Para el grado tercero	24
Figura 7. Instrucciones para realizar el experimento la cámara oscura.	26
Figura 8. Definición de la luz, tomado de Los caminos del saber Ciencias 1	28
Figura 9. Taller sobre cuerpos luminosos, opacos y transparentes del libro Los caminos del saber Ciencias 1	29
Figura 10. Índice del libro Los caminos del saber Ciencias 1	33
Figura 11. Experimento la pega eléctrica: actividad Frotando un globo	35
Figura 12. Experimento la pega eléctrica: actividad Conquistando el agua.	36
Figura 13. Experimento sobre el cambio de estado en los objetos.....	39
Figura 14. Joseph-Benoît Suvée (1743-1807). Butades o el origen de la pintura, 1791. Groeninge Museum, Brujas. Pintura que representa el mito de Plinio el Viejo.....	48
Figura 15. El mito de Platón. Imagen de internet	50
Figura 16. Filippo Lippi, Anunciación, hacia 1440, témpera sobre tabla, dos paneles, 64x 23 cm cada uno, colección Frick, Nueva York. (Detalle de esta obra)	53
Figura 17. Pier Maria Pennacchi, El Redentor bendiciendo, hacia 1500, óleo sobre tabla, dos paneles, 141x 68 cm, Galleria Nazionale, Parma	53
Figura 18. Maerten van Heemskerck, San Lucas pintando a la Virgen, hacia 1553, témpera sobre tabla, 205,5 x 143,5 cm, Musée des Beaux-Arts et d'Archéologie, Rennes. (Detalle de esta obra).....	54
Figura 19. Samuel van Hoogstraten, La danza de la sombra, (1678) grabado para Inleyding tot de Hooge Schoole der Schilderkonst, Rotterdam.....	54
Figura 20. Morris & Gosciny, cómic Lucky Luke, 1996.....	55
Figura 21. Da Vinci, L. (1490). Sombra como subrogación del rayo luminoso cortado por un cuerpo opaco	58
Figura 22. Da Vinci, L. (1490). Posición de la sombra.....	59
Figura 23. Da Vinci, L. (1490). Tamaño de la sombra.....	60
Figura 24. Da Vinci, L. (1490). Nitidez de la sombra.....	61
Figura 25. Dibujo de Galileo en el que se identifican algunos accidentes lunares	63
Figura 26. Fotografía de la luna iluminada de manera parecida a la del dibujo de Galileo. Las dos grandes manchas oscuras son el Mare Crisium y el Mare Fecunditatis.	64
Figura 27. Propuesta esquemática de la visión según el modelo de Alhazen (un rayo único salido de un punto del objeto entra en el ojo) y de Kepler (un haz desde un punto del objeto entra en el ojo a través de la pupila). (Tomado de de Hosson, 2004)	66

Figura 28. La visión desde Kepler. A un punto A corresponde un punto sobre la retina a través de haces divergentes después convergentes. (Tomado de de Hosson, 2004)	66
Figura 29 La visión según Descartes. A los puntos-objetos VXY corresponden tres puntos-imágenes RST sobre la retina. (Tomado de de Hosson, 2004)	67
Figura 30. De cómo ve el ojo los cuerpos situados frente a sí. (Tomado de Da Vinci, 1490).....	67
Figura 31. La cámara oscura y el ojo humano (Da Vinci)	69
Figura 32. Cámara Daguerrotipo.....	70
Figura 33. Representación de la situación observada por Eratóstenes.....	93
Figura 34. Ana Sofía V., dibujo de la sombra, junio 3.....	106
Figura 35. Salomé, taller 1, desarrollado el 26 de febrero.....	113
Figura 36 Representación de la luz con fuentes artificiales. Marzo 3.....	115
Figura 37. La luz como un bombillo que emite rayos, marzo 3.....	116
Figura 38. La luz como un bombillo rodeado de una zona iluminada. Marzo 3.....	116
Figura 39. Representación de la luz reconociendo una condición térmica. Marzo 3.	117
Figura 40. La luz representada como el día. Marzo 3.....	117
Figura 41. La luz representada como la noche. Marzo 3.	117
Figura 42. La luz como entidad en el espacio. Marzo 3.	118
Figura 43. La luz como efecto. Marzo 3.....	118
Figura 44. La luz como espacio delimitado. Marzo 3.....	118
Figura 45. La luz posibilita el ver.....	119
Figura 46. Representaciones de oscuridad.	119
Figura 47. Representación más común de oscuridad. Marzo 3.	120
Figura 48. La oscuridad como un bombillo apagado. Marzo 3.....	121
Figura 49. Representaciones del ver.....	122
Figura 50. Representación más común del ver. Marzo 3.....	122
Figura 51. Representación del ver como la capacidad de reconocer objetos. Marzo 3.....	123
Figura 52. Representaciones para color.....	124
Figura 53. Representación más común del color. Marzo 3.....	125
Figura 54. La iluminación representada a partir de fuentes artificiales de luz. Marzo 3.....	126
Figura 55. La iluminación representada con fenómenos naturales. Marzo 3.....	126
Figura 56. La iluminación como un espectro que viene desde arriba. Marzo 3.....	127
Figura 57. Representación más común de la iluminación. Marzo 3.	127
Figura 58. El sol como un círculo y líneas alrededor. Marzo 3.....	128
Figura 59. El sol como imagen de luz y calor. Marzo 3.	129
Figura 60. El sol como objeto en el espacio. Marzo.....	129
Figura 61. Representación más común del sol. Marzo 3.	130
Figura 62. Representación del color. Autora: Susana.....	135

Figura 63. Representación del ver. Autor: Camilo A.	135
Figura 64. Representación del sol. Autora: Hillary.	135
Figura 65. Representación de oscuridad. Autora: Marialejandra	136
Figura 66. Representación de oscuridad. Autora: Valentina D.	137
Figura 67. Actividad: El museo de las sombras (Una parte de la exposición). Abril 30. Fotografía: Andrea Sosa.	142
Figura 68. El gigante. Fotografía: Samuel L. Abril 4.	142
Figura 69. La niña rezando. Fotografía: Tania. Abril 4.	143
Figura 70. Mi balón. Fotografía: Samuel A. Abril 4.	143
Figura 71. My Little Pony. Fotografía: Salomé M. Abril 4.	144
Figura 72. (Sin título). Fotografía: Isabela C. Abril 4.	144
Figura 73. Sombra en paralelo y de color. Ana Sofía Z. Mayo 14.	145
Figura 74. Sombra de objeto en paralelo. Alejandro B.	146
Figura 75. Sombra en paralelo y negra. Salomé M.	146
Figura 76. Sombra en el suelo. Camilo A.	146
Figura 77. La sombra como una mancha en el suelo. Autora: Ana Sofía D.	147
Figura 78. La sombra como una mancha en el suelo. Autora: Valentina D.	147
Figura 79. Alfred Stieglitz, Sombras sobre el lago, 1916, fotografía en gelatina de plata, 11,3 x 8,9 cxm, National Gallery of Art, Washington.	148
Figura 80. Lorena Meneses, divirtiéndome entre sombras.	148
Figura 81. Anuncio publicitario de Chanel para el perfume Égoïste Platinum, 1994.	149
Figura 82. Ana Sofía Zapata, dibujo de la sombra.	149
Figura 83. Francis Bacon, Estudio para retrato de Van Gogh II, 1957, óleo sobre lienzo, 198 x 142 cm.	149
Figura 84. Camilo Andrés Berrio, detalle del dibujo de la sombra	149
Figura 85. Friedrich Murnau, fotograma de Nosferatu, 1921-1922.	150
Figura 86. Tomás Zapata. Fotografía de la propia sombra	150
Figura 87. Sin título. Autor: Santiago H.	152
Figura 89. Representación de la sombra a las 8:00 a.m. Autor: Ana Sofía V.	168
Figura 88. Representación de la sombra a las 8:00 a.m. Autor: Samuel A.	168
Figura 90. Grupo 1. Dibujo de un mismo objeto en una zona iluminada y otra sin iluminación. Agosto.	174
Figura 91. Grupo 2. Dibujo de un mismo objeto en una zona iluminada y otra sin iluminación. Agosto.	175
Figura 92. Grupo 3. Dibujo de un mismo objeto en una zona iluminada y otra sin iluminación. Agosto.	176
Figura 93. Observaciones con la cámara oscura. Septiembre 3. (Fotografía de Andrea Sosa).	186

Capítulo 1. Influencia de mi concepción de ciencia en mis prácticas como docente de ciencias naturales

Mi práctica pedagógica asumida desde una imagen de ciencia absoluta. Relación enseñanza de las ciencias y concepción de ciencia

Los seres humanos manifestamos nuestras maneras de entender el mundo mediante nuestras acciones y a través del lenguaje; el docente como ser humano exhibe en sus diferentes espacios de interacción sus particulares concepciones de mundo. De tal modo que, en el espacio escolar, en la interrelación que establece el docente con los estudiantes y con sus colegas exhibe la concepción que tiene de un campo específico del saber. Me interesa referirme, específicamente, a la concepción de ciencia que como docente promuevo a través de mis prácticas educativas.

Partimos del presupuesto que las particulares maneras de enseñar ciencias reflejan modos específicos de concebir la ciencia. De tal forma que si como docente asumo que la ciencia es absoluta, acabada e irrefutable; esa es la imagen que difundiré a través de mi ejercicio docente. Esta postura se verá reflejada en cada una de mis actividades cotidianas dentro del aula.

Sin embargo, generalmente no somos conscientes de este nexo entre las prácticas de enseñanza de las ciencias y la concepción de ciencia, pues esto no es objeto de nuestra reflexión. De tal manera que asumimos que solo existe una concepción, la verdadera. La existencia de una diversidad de significados de la ciencia no tiene lugar. De aquí consideramos y en efecto ocurre que la mayoría de las personas tienen esa imagen de ciencia.

¿Cuál es el fundamento de quienes optamos por una imagen de ciencia en la que el conocimiento científico no se reflexiona? ¿Qué sentido construye una clase en la que trazamos una ruta para garantizar que todos los estudiantes lleguen a las mismas conclusiones preestablecidas desde los libros texto? ¿Qué implicaciones tiene centrarnos en memorizar y reproducir teorías producidas por otros?¹

Relación entre las dudas con mi saber y mi concepción de ciencia

Desde mi realidad como docente de básica primaria en instituciones públicas colombianas he asumido la responsabilidad de ser profesora de matemáticas, lengua castellana, ciencias naturales, educación física, religión, entre otras áreas. En mi afán por desempeñar mi labor y desarrollar los contenidos dispuestos en el currículo, me di cuenta que recurría exclusivamente al libro texto, en tanto me ofrecía una forma rápida de cumplir con estos requisitos. Utilizaba el texto como una guía a reproducir, de forma que reflexionaba poco sobre los contenidos a enseñar. Así, me asumía como mera repetidora de la información que traen los libros. Mi realidad era que bajo la imagen de ciencia que tenía me limitaba a reproducir contenidos de los libros.

Parfraseando a Sor Sara Sierra Jaramillo, rectora de la institución, dice que durante el proceso de transformación de las prácticas educativas, surge la necesidad de pensar acerca de cómo un saber puede ser enseñado. Este camino urgió a asumir procesos de investigación, a nivel institucional, orientados hacia una formación disciplinar, tanto para profesores como

¹ Apartes de este capítulo estructuran el artículo escrito en coautoría con la profesora Olga Luz Dary Rodríguez, aceptado para la III Conferencia Latinoamericana de Historia, Filosofía y Didáctica de las Ciencias. La referencia del artículo es: Sosa, A. & Rodríguez, L. D. (2014). La experimentación en la clase de ciencias naturales en primaria: Aportes de la historia y la epistemología de las ciencias [en línea] http://laboratoriogrecia.cl/?page_id=2157

estudiantes, con cierto grado de rigurosidad. Pues se comprendió que se trata de incidir y afectar el futuro de los seres humanos, desde una formación en la autonomía intelectual y moral, se entiende que esta formación es diferente a informar, de tal manera que el conocimiento cruce y constituya al sujeto. Así se llevaría a cabo un cambio auténtico en las prácticas, pues ocurren desde el sujeto mismo.

Este proceso reflexivo ha urgido en mí cuestionamientos relacionados con el saber a enseñar en mi práctica como docente de primaria en el saber específico de las ciencias naturales, el cual por lo general, era dado directamente desde el libro texto y me pregunto si esta práctica estaba fundamentada por mi inseguridad en el saber. El texto como garante de la verdad me permitió asegurar que no estaba enseñando errores y salvar mi responsabilidad sobre lo que enseñaba, refugiándome en él.

He encontrado que esta concepción ha atravesado la práctica de otros docentes de ciencias naturales, como el caso de Torres (1996) cuando reflexiona sobre sus prácticas y dice que “toda esta dinámica [de reflexión sobre su práctica docente usual] que empezó a surgir con ellos [los alumnos] me empezó a cuestionar sobre la ‘enseñanza’ meramente expositiva” (p. 27). Sin embargo, comparto con Álvarez, y otros (2002) que, hay que tener cuidado en no ir al extremo del activismo por querer alejarse de una enseñanza basada en fórmulas y definiciones: si bien, el trabajo no está centrado en la memorización, tampoco en la realización de actividades todo el tiempo, en las que los estudiantes no sean llevados a reflexionar sobre el saber.

Un ejemplo de este activismo puede verse en la figura 1², donde le pedimos al estudiante la realización de una guía, en la que si bien hay variedad y se promueve el trabajo autónomo, se enfatiza en el carácter procedimental, es decir, *en el hacer*. Aunque hay asomos de socialización, se enfatiza poco en ello, corriendo el riesgo de no ser realizada y por lo tanto que lo que prime sea la estética de la presentación de la tarea, más que la reflexión sobre el contenido.

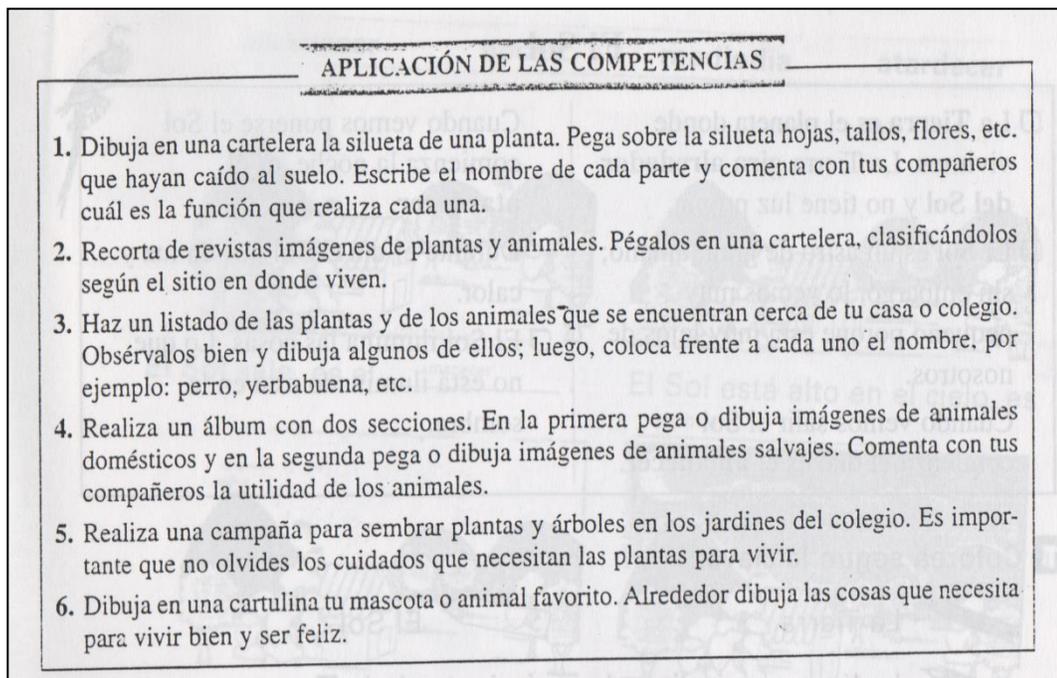


Figura 1. Actividad evaluativa tomada de un libro texto para el grado primero. Ed. Santillana

¿Los docentes somos dueños del saber?

Desde la sociedad, en la que incluyo medios de comunicación, padres de familia y a mí misma como profesora, se transmite una noción tácita de docente en la cual asumimos, que debemos tener la última respuesta en cuanto a los asuntos de contenidos escolares. Los temas

² Tomado de Muñoz, C. (2000). Ciencias Naturales Activas. En *Integrado activo 1*. Santafé de Bogotá: Ed. Santillana. p. 287.

que abordamos deben ser de nuestro total dominio, pero ¿es esto absolutamente cierto? Esto ha hecho que este estatus, se vuelva intrínseco en el imaginario tanto del docente como del estudiante.

Así que, cuando repetimos la verdad depositada en los textos, asumimos que tenemos la última palabra en materia de definiciones y conceptos. Nos sentimos “dueños del saber” (Llinás, citado por Mendoza, 2014), pero ¿realmente lo soy? ¿Por leer y difundir entre los estudiantes lo que está en los textos escolares, basta para decir que poseo un saber? y ¿es esa la única manera en que dicho contenido (información) se puede asumir? Considero que por esta vía, como docente estoy condenando a mis estudiantes a ser únicamente receptores de contenidos.

Es como si se delimitara un *ritual de verdad* sobre la que no se duda: para nosotros como profesores, la verdad viene del libro texto y para el estudiante esta verdad está personificada en lo que dice el maestro. Como dice Foucault “el poder produce realidad, produce ámbitos de objetos y rituales de verdad” (2002, p. 198).

De esta manera, nuestras ideas permean implícitamente las de los estudiantes; pues, asumen una mirada sobre nosotros como poseedores de la verdad. Pocas veces se duda sobre estas ideas o se ponen en contradicción. Por lo tanto, nuestras concepciones y nuestra imagen de ciencia, pasan a influenciar automáticamente las del estudiante.

Forma en la que asumí la enseñanza de las ciencias: una mirada tradicionalista

Con respecto a la forma tradicional de asumir la enseñanza de la ciencia, me referiré de manera crítica concretamente al tema de “La Luz”, el cual hace parte del currículo, de acuerdo a los estándares de ciencias naturales para el bloque de primero a tercero (MEN, 2004). Este

tema lo asumí en el 2014 al interior de mi clase, como parte de un proceso de reflexión sobre la enseñanza, sobre él realicé varios montajes, en calidad de experimentos.

	<p>Tercero Básico</p> <p>Contenidos y objetivos de aprendizaje por Unidad</p>
<p>Unidad 1</p> <p>Ciencias físicas y químicas</p>	<p>La luz</p> <ul style="list-style-type: none"> › Fuentes de luz natural y artificial, como el Sol las ampolletas y el fuego. › Propiedades de la luz, como viajar en línea recta, que se refleja, se separe en colores, etc. <p>El sonido</p> <ul style="list-style-type: none"> › El sonido como una vibración. › Las propiedades del sonido, como viajar en todas las direcciones, que se absorbe, se refleja, se transmite por medio de distintos materiales, tiene tono e intensidad, etc. <p>Objetivos de aprendizaje para la Unidad 1</p> <p>Distinguir fuentes naturales y artificiales de luz, como el Sol, las ampolletas y el fuego, entre otras.</p> <p>Investigar experimentalmente y explicar algunas características de la luz; por ejemplo: viaja en línea recta, se refleja, puede ser separada en colores.</p> <p>Investigar experimentalmente y explicar las características del sonido; por ejemplo: viaja en todas las direcciones, se absorbe o se refleja, se transmite por medio de distintos materiales, tiene tono e intensidad.</p>

Figura 2. Índice de contenido de la unidad ciencias físicas y químicas. Grado tercero

Analicemos un ejemplo al respecto. En el siguiente índice de contenido (figura 2)³ sobre la enseñanza del tema la luz, se menciona la idea de hablar de luz natural y artificial, de la propagación de la luz en línea recta y se propone “investigar experimentalmente” algunas de sus “características”. Sin embargo, todo se reduce a un asunto textual, informativo. Se resuelve diciendo que la luz viaja en línea recta, se refleja, se separa en colores. Se da por terminado el asunto y se pasa a un nuevo tema, en este caso, el sonido. Esto da cuenta, de

³ Tomado de Profesor en línea: http://www.profesorenlinea.cl/cursos/3b_Cs_Naturales.html. el 18 de enero de 2015.

una preocupación por la cantidad de contenidos y no por la profundización en los mismos.

El carácter *experimental* se reduce a narrar el resultado de una situación, meramente informativa pues no se ha materializado.

Luz

La luz es una **forma de energía** capaz de provocar cambios en los cuerpos. Así, por ejemplo, nuestra piel y la de muchos animales cambia de color cuando se expone a la luz solar. También es una importante fuente de energía para las plantas, que la utilizan para fabricarse el alimento.

Gracias a ella podemos ver todo aquello que hay a nuestro alrededor. Hay cuerpos que producen y emiten su propia luz. Estos cuerpos reciben el nombre de **fuentes luminosas**. Hay fuentes luminosas **naturales**, que producen luz propia y se encuentran en la naturaleza, como el Sol, el fuego y algunos insectos como las luciérnagas, y fuentes luminosas **artificiales**, fabricadas por las personas, como la bombilla (ampolleta), las velas, las cerillas (fósforos) y los tubos fluorescentes.

Durante el día la luz del Sol nos ilumina, los rayos de luz que nos llegan del Sol son una forma más en que se manifiesta la energía, la cual puede ser utilizada por el hombre para su provecho. De noche, sin embargo, necesitamos otras fuentes de luz, por eso conectamos bombillas (ampolletas), usamos una linterna o encendemos una luz para poder ver.



Luz: una forma de energía.

Figura 3. Texto sobre fuentes de luz. Para el grado tercero

Propagación de la luz

La luz emitida por una fuente luminosa es capaz de llegar a otros objetos e iluminarlos. Este recorrido de la luz, desde la fuente luminosa hasta los objetos, se denomina **rayo luminoso**.



Las características de la propagación de la luz son:

- La luz se propaga en **línea recta**. Por eso la luz deja de verse cuando se interpone un cuerpo entre el recorrido de la luz y la fuente luminosa.
- La luz se propaga en **todas las direcciones**. Esa es la razón por la cual el Sol ilumina todos los planetas del sistema solar.
- La luz se propaga a **gran velocidad**.

Si encendemos una bombilla (ampolleta) en una habitación, inmediatamente llega la luz a cualquier rincón de la misma. Es decir, la luz se propaga en todas direcciones. A no ser que encuentren obstáculos en su camino, los rayos de luz van a todas partes y siempre en línea recta.

Además, en el mismo momento de encender la ampolleta vemos la luz. Esto ocurre porque la luz viaja desde la ampolleta hasta nosotros muy rápido. La luz se propaga en el aire a una gran velocidad. **En un segundo recorre trescientos mil (300.000) kilómetros**. Sin embargo, la velocidad de la luz no es la misma en todos los medios. Si viaja a través del agua, o de un cristal, lo hace más lentamente que por el aire.

El sol: fuente de luz y energía.

Figura 4. Texto sobre la propagación de la luz. Para el grado tercero



La refracción: la luz cambia de velocidad

La luz no se propaga del mismo modo en el aire que en otro medio. Al cambiar de medio, la luz cambia de dirección y de velocidad. Este fenómeno se llama **refracción**. Por eso decimos que la luz se ha refractado.

La refracción de la luz es el cambio de dirección que sufre la luz cuando pasa de un medio a otro diferente, por ejemplo cuando pasa del aire al agua.

La refracción de la luz sirve para ver los objetos con una dimensión diferente de la real. Ello se consigue con el uso de las **lentes**.

Las lentes son cuerpos transparentes que refractan la luz, y pueden ser:

Convergentes o Divergentes

Estos efectos de la refracción de la luz se utilizan en algunos aparatos, como la lupa y el microscopio, que nos permiten ver los objetos aumentados. Los rayos luminosos se refractan en unos cristales especiales, de que están provistos estos aparatos, y de este modo podemos ver los objetos a un tamaño mucho mayor del que tiene en realidad.

Refracción de la luz.

Figura 5. Texto sobre la refracción de la luz. Para el grado tercero

Propiedades de la luz

Algunas propiedades de la luz, como el **color**, la **intensidad**, dependen del tipo de fuente luminosa que las emita. No obstante, existen otras propiedades, como la **reflexión** y la **refracción**, que son comunes a todos los tipos de luz.

La reflexión: la luz cambia de dirección

Al situarnos ante un **espejo**, en una habitación iluminada, vemos nuestra imagen en él; es decir, nos vemos reflejados en el espejo. ¿A qué se debe esto? Los rayos de luz que entran por la ventana nos iluminan y llegan hasta el espejo. Al chocar con él cambian de dirección y vuelven hacia nosotros. Esto nos permite ver lo que iluminaban a su paso, es decir, nos vemos a nosotros mismos.

De la misma manera que una pelota choca contra una pared, rebota y cambia de dirección, los rayos luminosos, al chocar con una superficie como la del espejo, vuelven en una dirección distinta de la que llevaban. Este fenómeno se llama **reflexión**.

La reflexión de la luz es un cambio de dirección que experimenta la luz cuando choca contra un cuerpo.

La reflexión de la luz hace posible que veamos los objetos que no tienen luz propia.

Los **espejos** son cuerpos opacos, con una superficie lisa y pulida, capaces de reflejar la luz que reciben.



Se propaga a gran velocidad y en todas direcciones.

Figura 6. Texto sobre propiedades de la luz, entre ellas, la intensidad. Para el grado tercero

Cuando vamos al contenido de un libro texto (figuras 3, 4, 5 y 6)⁴, lo que nos ofrece es una cantidad de definiciones, las cuales tomamos, desde nuestro papel de profesores, para dictarlas a los estudiantes y sentir que el tema ha sido aprendido.

Ahora pienso, si mis estudiantes por el solo hecho de haber estado en la clase y haber escrito lo que les transmití del libro, ¿ya tienen resuelto el asunto de la comprensión de este tema desde sus diferentes contenidos como fuentes, tipos, propagación, intensidad,...?

Para ampliar esta idea, quiero referirme al caso concreto de cuando quise “demostrarles” a mis estudiantes la refracción de la luz. Hicimos el típico experimento del vaso con agua y el lápiz, en el que al observar lo que pasa después de introducir el lápiz al vaso con agua pareciera que el lápiz se encontrara quebrado. Para “justificar” esta situación hablé de la teoría de la refracción: al decir que esta ilusión óptica se debía a que la dirección de propagación de la luz cambiaba al pasar de un medio a otro de distinta naturaleza, como era el caso del aire y el agua; me dejaba todo resuelto. Pero, ¿esto le dice algo a los estudiantes?, ¿en este grupo de 47 niños habían preguntas, dudas o acaso otras ideas? Es algo que en ese momento, no me molesté en averiguar, pues asumía que eso era lo que había para decir.

Desde la realidad de mi práctica, en lo que se refiere a los procesos de enseñanza y aprendizaje dentro de la clase de ciencias naturales, podría afirmar que, no solo yo concebía la ciencia como una verdad absoluta, sino que la mayoría de compañeros de mi institución aún la asumen de esta manera. Se trata de una concepción desde la cual no se puede opinar sobre lo científico, pues sus contenidos ya han sido establecidos, y como no pueden ser refutados,

⁴ Tomadas de <http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Luz.htm>

tampoco cabe la posibilidad de imaginarse que existe otro camino u otra forma de ver los postulados instaurados por los científicos.

Explicación
Los rayos de luz que produce la llama ingresan por el orificio y al chocar con el papel de calcar, que actúa como una pantalla, forman una imagen. Como el orificio es muy pequeño y los rayos viajan en línea recta, se cruzan; por eso ves la imagen invertida (de cabeza). Lo mismo ocurre con nuestros ojos: la pupila (el orificio) deja pasar los rayos de luz, y estos, al chocar con la retina (la pantalla), forman la imagen invertida. Luego nuestro cerebro se encarga de "darles vuelta".



Materiales alternativos
Puedes reemplazar la caja por un vaso de tectopor, y la tachuela por una aguja.

4 Con la tachuela, haz un orificio en el centro del lado opuesto al papel de calcar. Si deseas, puedes pintar tu cámara con témperas de colores y darle tu sello personal. Coloca la vela sobre una mesa, enciéndela y apaga la luz. Luego ubícate con la cámara a unos 50 centímetros de distancia de ella.

5 Apunta la cámara hacia la vela de manera que el papel de calcar quede frente a tu rostro. ¿Qué ves? ¿Por qué crees que se forma la imagen? Abre tu cuaderno de bitácora y resuelve los retos y preguntas que allí aparecen.

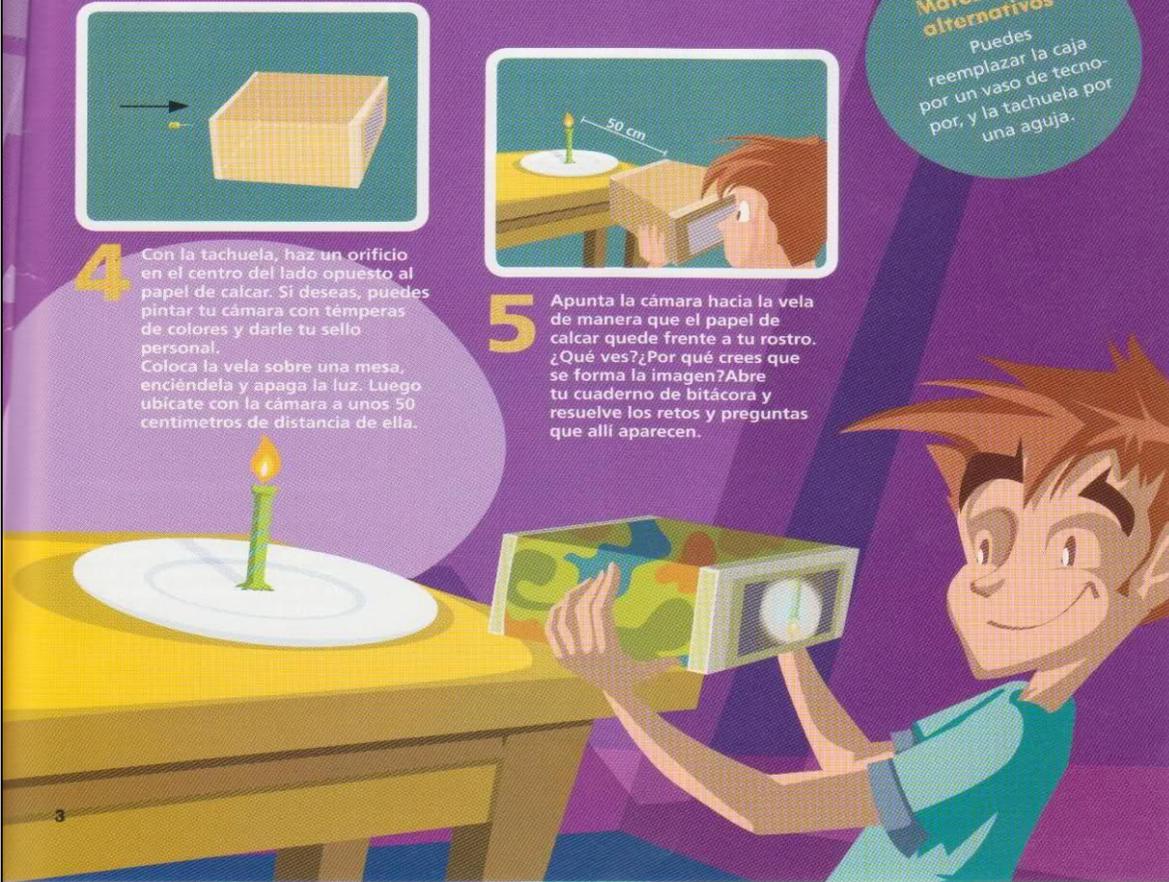


Figura 7. Instrucciones para realizar el experimento la cámara oscura.

Pasando a otro ejemplo, en una de mis clases utilicé un montaje sobre la *cámara oscura* realizado con una caja de zapatos con agujeros a lado y lado, por los cuales se debía observar una vela que se hallaba encendida, de tal manera que uno de los agujeros se ubicaba al frente de la vela y el otro agujero servía como visor para el observador (figura 7. Didactalia, 2011). Al principio fue difícil observar lo que el libro decía que se debía ver, lo cual era la vela invertida, el asunto es que el objetivo de la clase se basó en *lograr* ver la vela invertida. Quien la viera de esta forma: la imagen de la vela invertida, había logrado el objetivo. No obstante no se discutió al respecto, ni se buscaron explicaciones, pues el experimento estaba planteado para finalizar la clase cuando se coincidiera con lo que según el texto debía pasar al realizarse la observación.

En esta misma línea de reflexión, si vemos la imagen de un libro texto de Ciencias Naturales del grado primero (ver figura 8)⁵, se puede notar que para la pregunta “¿Qué es la luz?”, se establece de inmediato una definición: “la luz nos permite ver los objetos para identificar su forma, su color y su tamaño” (Alarcón, 2014, p. 96). Esta definición relaciona el ver en cuanto a su uso con cuerpos y sus características de luminosidad, transparencia, etc. Desde aquí, *la verdad está dada*: ¿podría un estudiante establecer una definición de la luz, en la que pudiera pensar sobre lo que ésta significa y el uso que hace de esta dentro de su cotidianidad, sin necesidad de informarse antes de lo que dice el libro? ¿Relacionar de inmediato la luz con aspectos específicos, como: la luminosidad y la transparencia, no estará restando posibilidades de explorar el concepto por otros caminos?

⁵ Alarcón, N. (2014). *Los caminos del saber Ciencias 1*. Bogotá: Ed. Santillana. p. 96.

10
La luz

Aprendo



El gato es un cuerpo opaco, la pecera es un cuerpo transparente.

Qué es la luz

Amplia
Imprime

La luz nos permite ver los objetos para identificar su forma, su color y su tamaño.

Los cuerpos pueden ser *luminosos* o *no luminosos*.

- ▶ **Los cuerpos luminosos** son los que producen luz como el Sol, las velas y los bombillos.
- ▶ **Los cuerpos no luminosos** no producen luz, como por ejemplo una mesa o una fruta.

Los cuerpos no luminosos pueden ser *opacos* o *transparentes*.

- ▶ **Los cuerpos opacos** no dejan pasar la luz, como es el caso de la madera o el metal.
- ▶ **Los cuerpos transparentes** dejan pasar la luz, como es el caso de los vidrios.



El Sol es el principal cuerpo luminoso y fuente de energía. Brinda luz y calor.

96

Acción de pensamiento: Diferencia cuerpos luminosos y cuerpos no luminosos.

Figura 8. Definición de la luz, tomado de *Los caminos del saber Ciencias 1*

Componente

Afianzo mis competencias científicas

Identificar: 1, 2 Indagar: 3

Práctico

1. Colorea de las estrellas donde se muestran objetos luminosos y, de , donde se muestran objetos no luminosos.

amarillo

verde

amarillo

verde

amarillo

amarillo

2. Colorea los círculos según la clave.

Clave

Transparente

Opaco

azul

rojo

3. Busca en la imagen dos cuerpos luminosos, dos transparentes y dos opacos. Escribe sus nombres en la tabla.

Cuerpos luminosos	Cuerpos opacos	Cuerpos transparentes
Lámparas, sol.	Paredes, techo, sillas, mesas, rueda, piso, alfombra, materas, chimenea.	vidrios, cristal de la mesa de centro.

Nivel bajo
Nivel medio
Nivel alto

Interpreto: 1, 2, 3

97

Figura 9. Taller sobre cuerpos luminosos, opacos y transparentes del libro *Los caminos del saber Ciencias 1*

A mi parecer este estilo de actividades muestra una imagen reduccionista de la ciencia, puesto que limita las ideas de quien lo lee, ya que uno termina, inconscientemente, dejándose someter a lo que presenta el libro, porque piensa que esa es la única manera de definir la palabra.

Este texto dedica dos de sus páginas al tema *La Luz* (figuras 8 y 9), el problema más que estar ubicado en la cantidad de contenido, está en la profundidad del mismo y la manera en que se enfoca el tema, en donde repito, los sujetos están ausentes, pues no ofrece actividades de pensamiento y reflexión propias, sino que ofrece instrucciones para responder a las definiciones dadas en el mismo, sin oportunidad de presentar nuevas ideas u otras realidades. Me pregunto ¿Acaso en la ciencia no hay sujetos?

Desde esta postura no hay autores de las definiciones, pues el texto en sí mismo presenta las ideas a modo de información.

En la primera de las actividades de la figura 9⁶ se pide marcar con amarillo los objetos luminosos y con verde los objetos no luminosos, en la siguiente actividad se propone una estrategia similar, esta vez para los cuerpos transparentes y opacos; en la última actividad, se muestra una imagen de la que se deben extraer los datos para llenar la tabla, en cuanto a cuerpos luminosos, opacos y transparentes. En este contexto se mira la ciencia como externa, pues los elementos sobre los que se reflexiona están fuera de la realidad: no hacen parte de su experiencia, propuestos desde el libro. ¿Por qué no buscar objetos luminosos, no luminosos, opacos y transparentes en el espacio que es habitado por los niños y su profesor, en su realidad cercana?

⁶ *Ibíd.* p. 97

Noción de experimentación y concepción absoluta de la ciencia

A modo de antecedentes.

En el año 2002, un grupo de estudiantes de Licenciatura en Educación Preescolar de la Universidad de Antioquia (Álvarez, et al.) eligieron como centro de práctica la ENSMA, específicamente el grado preescolar. Las autoras identificaron el interés de la institución por apostarle al cambio en la forma de asumir la enseñanza de las ciencias, que se daba hasta ese momento en la institución, en la que según ellas, se pretendía modificar una imagen tradicionalista que se había adoptado de la ciencia y pasar a un tipo de actividad práctica en la que el niño fuera más partícipe de los momentos de la clase.

Después, y a raíz de los nexos académicos entre la ENSMA y la Universidad Pedagógica (PH) de Heidelberg-Alemania, participé en dos seminarios sobre enseñanza de la física para niños (2010 y 2012), en los cuales algunos docentes de primaria recibimos capacitación sobre cómo realizar experimentos en las clases de ciencias naturales, dentro del proceso enseñanza-aprendizaje de la física. Producto de esta formación quedaron en la institución unas cajas con materiales para realizar experimentos, como recurso didáctico para la enseñanza de la física en la básica primaria. Al interior de éstas se encuentra, además de los implementos para la experimentación, unas *guías* que direccionan la actividad a realizar. En ellas se abordan temas como: magnetismo, sonido, óptica, circuitos eléctricos, entre otros.

A partir de aquí me interesé en profundizar sobre la enseñanza de la física para niños, ingresé como estudiante a la Maestría en Educación en Ciencias Naturales, de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, en la cual tuve la posibilidad de asumir como eje de reflexión la experimentación dentro de la clase de ciencias naturales.

La conjugación de estas experiencias, me ha servido como base, para iniciar un camino de reflexión sobre mi práctica y mi propia transformación en la forma de asumir la clase de ciencias naturales. En el marco de la concepción de ciencia que traía, la experimentación es un eje que voy a profundizar a lo largo de este trabajo de investigación, basada en el camino que venía recorriendo y a las posibilidades que se me han ido presentando sobre repensar mis prácticas en la enseñanza de las ciencias naturales.

Entonces, ¿cómo enseñar en la clase de ciencias?

Desde mi papel como docente, cuestionarme sobre la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria me lleva a pensar, en primer lugar, en los contenidos propuestos en los estándares. En dicho contexto se habla de los procesos biológicos, los procesos químicos y los procesos físicos; los que son reunidos en ejes básicos como: entorno vivo, entorno físico y ciencia tecnología y sociedad (MEN, 2004, p.13). Desde aquí: “[se] busca que estudiantes, maestros y maestras se acerquen al estudio de las ciencias como científicos y como investigadores” (ibíd., p. 8). Sin embargo, por lo que he vivido en mi entorno laboral, casi siempre el énfasis se mantiene en lo biológico y de una manera más descriptiva que crítica.

Considero, de una parte, que esto se debe a que los docentes creemos sentir más seguridad conceptual en los procesos de tipo biológico; y de otra, que los contenidos curriculares que se asocian a dichos procesos (biológicos) en los libros texto ocupan un lugar privilegiado respecto a los otros: los químicos y los físicos. Generalmente, se profundiza más en los primeros procesos mencionados, y en ocasiones si el tiempo del año escolar se agota y no se ven todos los contenidos propuestos, entonces los temas de los procesos físicos y

químicos no se abordan en el currículo desarrollado o se ven muy someramente. Ilustro lo anterior mediante la figura 10⁷ en la que puede verse la lista de contenidos que se ofrece en un libro texto para el área de ciencias naturales en el grado primero. Los tres primeros *módulos* se refieren a aspectos de tipo biológico especialmente (75%), confirmando esta preferencia de lo biológico sobre lo físico, en cuanto a contenidos de la ciencia se refiere.

Organización de los módulos	
<p>Módulo 1 Los seres de la naturaleza</p> <ul style="list-style-type: none"> ◊ Características que identifican a los seres no vivos ◊ Características que identifican a los seres vivos ◊ Así son las plantas ◊ Necesidades de las plantas ◊ Así son los animales ◊ Necesidades de los animales ◊ Beneficios que obtenemos de las plantas y de los animales <p>Soy científico natural</p> <ul style="list-style-type: none"> ◊ Observo seres de la naturaleza ◊ Investigo lo que necesitan las plantas para vivir <p>Módulo 2 Mi cuerpo</p> <ul style="list-style-type: none"> ◊ Las partes que forman mi cuerpo ◊ Así percibo las cosas ◊ Con la vista observo ◊ Con el tacto toco y siento ◊ Con el oído escucho ◊ Con el olfato y el gusto capto olores y sabores <p>Soy científico natural</p> <ul style="list-style-type: none"> ◊ Verifico qué sentidos utilizo para explorar mi entorno 	<p>Módulo 3 El medio, la Tierra y el universo</p> <ul style="list-style-type: none"> ◊ El medio ◊ La vivienda de los seres vivos ◊ El hábitat de las plantas ◊ El medio de los animales acuáticos ◊ El medio de los animales terrestres ◊ La Tierra y el universo ◊ Así es nuestro planeta ◊ El Sol es nuestra estrella ◊ La Luna ◊ El día y la noche <p>Soy científico natural</p> <ul style="list-style-type: none"> ◊ Comprobamos que los cambios de medio afectan a los seres vivos ◊ Elaboremos un modelo de cómo se forma el día y la noche <p>Módulo 4 La materia, la energía y el movimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> ◊ Los objetos que me rodean ◊ Los cambios de estado ◊ La energía ◊ El movimiento ◊ La luz ◊ El sonido <p>Soy científico natural</p> <ul style="list-style-type: none"> ◊ Identifico características de sólidos y líquidos que consumo

Figura 10. Índice del libro *Los caminos del saber Ciencias 1*

⁷ *Ibíd.* p.7.

¿Por qué esta reducción conceptual en ciencias naturales a lo biológico? ¿Acaso se piensa que la física y la química son para niños más grandes? Se piensa que con niños tan pequeños no es posible llevar a cabo un trabajo sobre los procesos físicos y químicos, ya que la tendencia es hacia una concepción reduccionista de la física, vista más como planteamiento y resolución de ecuaciones. La enseñanza de la física es reservada para los grados escolares superiores, pues se cree que solo allí es posible realizar estos planteamientos formales con rigor.

Algunas instituciones educativas incluyen la física solo en la educación media (grados 10 y 11), otras se aventuran a incluirla en el currículo desde el grado sexto; sin embargo, se trata de algo ocasional; casos en los que se usa el experimento para causar asombro.

Noción de Experimento como generador de asombro.

Asumir este contexto de enseñanza-aprendizaje, reducido a la transmisión de unos contenidos y ver a los estudiantes únicamente como receptores de contenido, implica tener un criterio de validez preestablecido e incuestionable sobre el conocimiento.

De igual manera, se ve como imposible o innecesario pensar en los contextos en los cuales dichos postulados fueron desarrollados por sus creadores; bajo esta mirada carece de utilidad pensar en la Historia y Epistemología de la Ciencia (HEdeC), en tanto no hay reflexión sobre los contenidos de la ciencia. Tal postura lleva a que se asuma también una experimentación que apunta únicamente a la ejecución de actividades: que lleven a un resultado que ya se sabe cuál es; o que sean de una incertidumbre tal que se espera sorprender al público con su realización.

134

e x p e r

Pega eléctrica

Frotando un globo

Necesitas:

- Un globo
- Una botella plástica
- Agua
- Un paño o trapo
- Una lata de gaseosa vacía

¿Has visto cómo al frotar una peinilla con un trapo y acercarla a tu pelo o a papelitos cortados éstos se levantan? Ocurre lo mismo con una bomba o globo de cumpleaños.

Paso a paso:

Actividad 1: lata rodante

- 1 Acuesta la lata de gaseosa (vacía) sobre el piso o la mesa.
- 2 Infla bien el globo o bomba de cumpleaños y ciérralo.
- 3 Frota repetidamente con un paño la bomba o globo.
- 4 Acerca el globo a la lata vacía y observa cómo la lata se mueve.

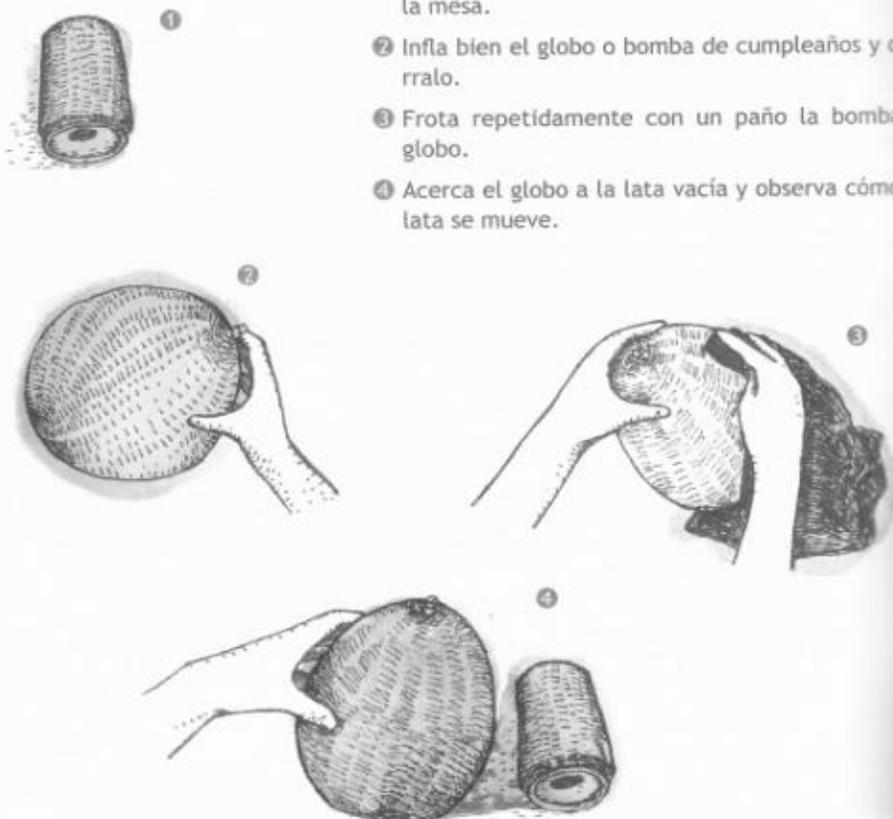


Figura 11. Experimento la pega eléctrica: actividad Frotando un globo

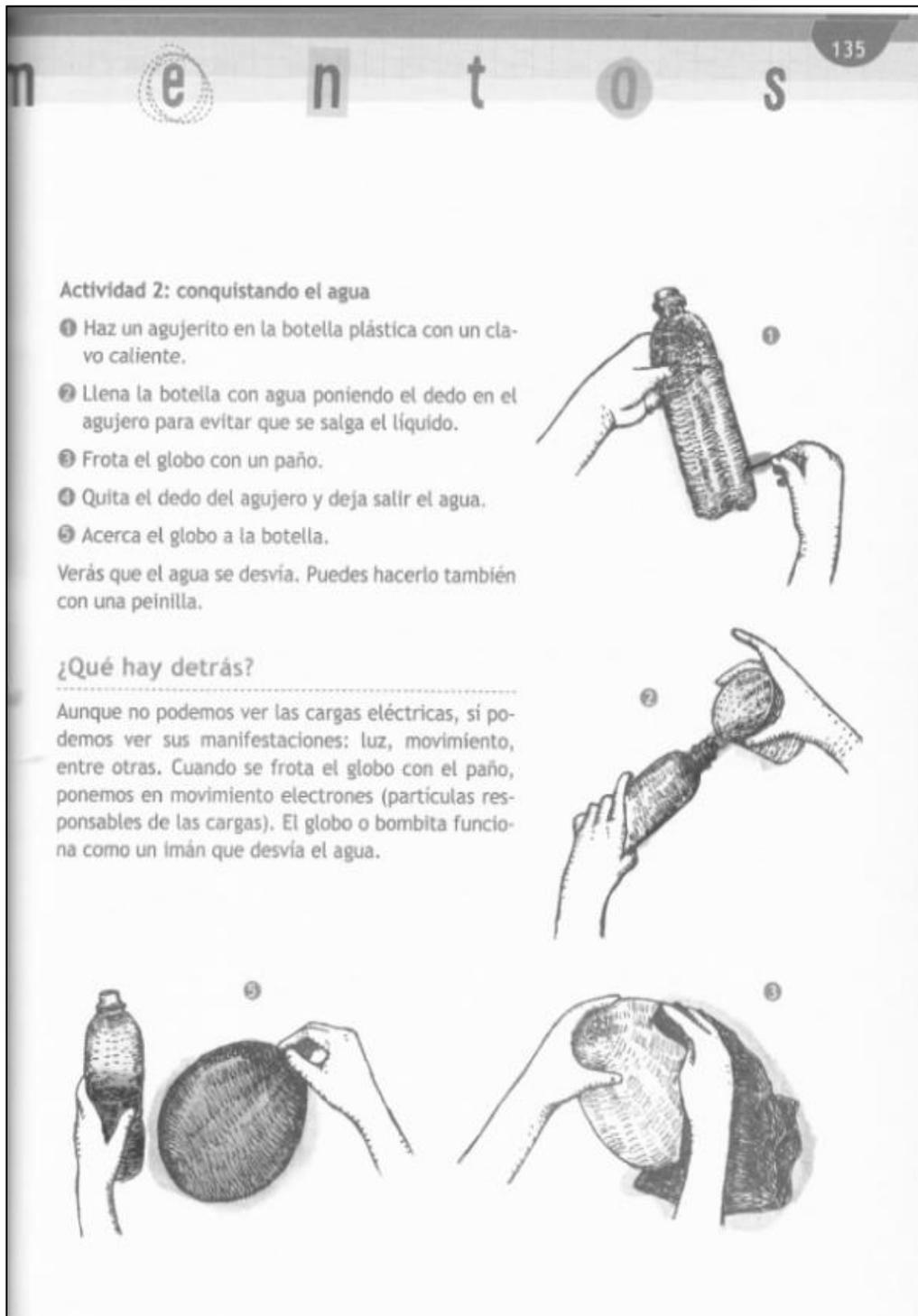


Figura 12. Experimento la pega eléctrica: actividad Conquistando el agua.

A continuación presento un ejemplo de experimento para la clase de ciencias naturales (figuras 11 y 12). En el que podemos ver que el objetivo es despertar el asombro, causar sorpresa y admiración.

En este ejemplo, podemos observar en la figura 12, un apartado que se titula “¿Qué hay detrás?”, en éste se presenta una información científica, que narra de manera objetiva los efectos obtenidos en las actividades uno y dos, llamadas *frotando un globo* (figura 11) y *conquistando el agua* (figura 12), respectivamente. Vale la pena decir, que el planteamiento informativo que se hace no resulta claro, por no conservar alguna relación con situaciones experienciales de los docentes ni de los niños; de tal manera que resulta difícil su comprensión.

En este contexto el experimento no pasa del hacer mismo, en ambas actividades (1 y 2) el objetivo es frotar un globo o bomba de cumpleaños con un paño, para luego acercarlo en el primer caso a una lata y ver cómo ante esta acción la lata se mueve; en el segundo caso acercarlo a una botella que contiene agua y se le ha hecho un agujero por el que cae el agua, pero esta se desvía ante la cercanía del globo “cargado”. En este *hacer* no hay lugar para la reflexión de quien ejecuta la actividad, pues no pasa de nombrar una serie de términos científicos, como *cargas eléctricas* o *movimiento de electrones*. Nos encontramos frente a la corroboración de una verdad científica relacionada con las cargas eléctricas y el movimiento de electrones, de la cual no se admiten dudas, ni replanteamientos.

De esta manera, la clase de ciencias se centra principalmente en ilustrarse de la *información científica*, depositada en los libros textos, en las enciclopedias, etc.; lugar en el que en mi caso como docente, me encontraba cómoda. El *experimento*: montaje, es una caja

negra externa, ajena a mí como docente y ajena al estudiante, ambos, desde esta postura, somos pasivos, contemplamos, prima el efecto de asombro, ya que la clase se queda en observar que un globo puede hacer mover una lata o que también puede desviar el agua que cae de una botella a través de un agujero.

En este contexto, no hay lugar para la reflexión. La explicación de lo ocurrido, de los efectos, se reduce a las causas, sobre las cuales no se permite lugar a la duda. Al respecto, Segura (1993), citado en Romero (2013, p.77), se refiere a una de estas formas, aquella en la que el experimento se utiliza como estrategia didáctica, para captar la atención de los estudiantes sobre lo que creen que puede ocurrir y lo que realmente ocurre, para provocar sorpresa en sus reacciones y que ésta sirva de motivación para la clase.

Frente a un *montaje* como estos, como maestra emito un planteamiento que en últimas se reduce a la causa de lo sucedido: mover la lata o desviar el agua; es decir, que frotando un globo se pueda obtener “aunque no los vemos” una carga eléctrica y que al frotarlo ponemos en movimiento electrones. Dicho esto no hay lugar a la duda, aunque tanto para docentes como para estudiantes tal cosa no pueda ser comprendida tan fácilmente.

Concepción de experimento como reflejo de la naturaleza.

Otra de las maneras de concebir el experimento en la clase de ciencias, es una en la que se va más allá del asombro. Pues como docente, bajo esta perspectiva, pretendo guiar al estudiante en un proceso en el que paso a paso se llegue a unas conclusiones, las cuales son orientadas por un tipo de preguntas de corte cerrado, como por ejemplo: “¿Qué cambios de

estado observas en la vela [...]?" (Figura 13)⁸, estas tienen una única respuesta desde este formato de pregunta, que permite delimitar el camino y las conclusiones a las que debe llegar.

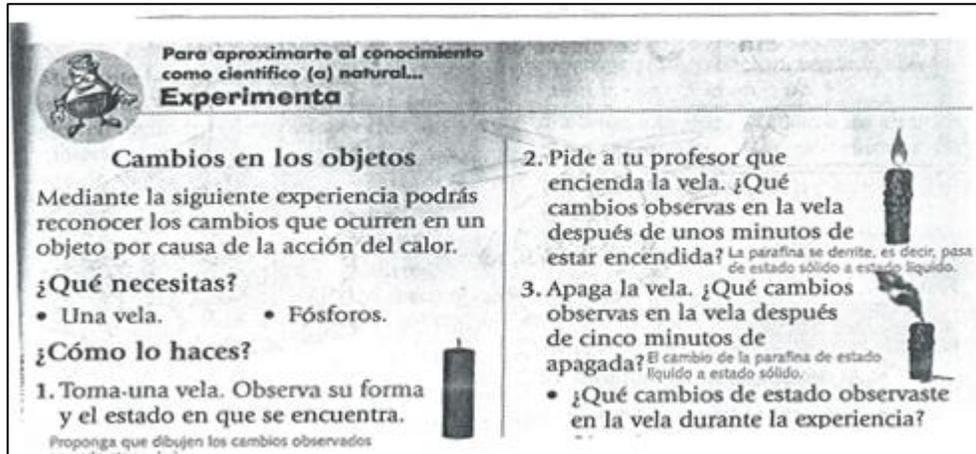


Figura 13. Experimento sobre el cambio de estado en los objetos

Esta ruta casi siempre está diseñada como una guía, tipo receta, en la que si se siguen los pasos de la manera indicada, se puede llegar al resultado; de lo contrario, el procedimiento tendrá que ser repetido hasta obtener los resultados que previamente se han delimitado: El centro es la didáctica. Los términos empleados reflejan un comportamiento natural. No tenemos consciencia de esta concepción de ciencia absoluta.

Pareciera aquí que solo hubiera una forma de ver: la de los físicos. Y los términos que se usan reflejan un comportamiento natural. Conocerlos y aceptarlos es el objetivo de la clase. Nos encontramos aún en la concepción de ciencia absoluta. En esta línea, Segura (1993), citado en Romero (2013, p.77), se refiere a la concepción de experimento como una actividad que permite la corroboración de enunciados teóricos.

⁸ Tomado de Álvarez, 2000, p.54.

La figura 13 ilustra esta manera de significar el experimento, allí se enuncian paso a paso las actividades que se deben seguir, para evidenciar los *cambios de estado* de la parafina (de sólido a líquido y viceversa). Es una guía para realizar después de haber explicado el tema de “los cambios en los objetos”.

Consiste en un texto para docentes en el que aparecen en letra más pequeña las respuestas que son consideradas válidas, se trata de un único camino, la verdad: *cuando expongo al calor la parafina en estado sólido, ésta pasa al estado líquido*. De tal forma que si el estudiante no llega a la conclusión que la vela pasa de estado sólido a estado líquido, el docente considera que éste no ha logrado el objetivo de la guía.

Se trata de hacer una clase didáctica, en la que el estudiante interactúe con unos materiales y siga unas instrucciones para llegar a un resultado; incluso, las respuestas aparecen dadas para que como profesora haga el control, que el alumno responda esto que se espera. Es decir, el experimento se usa como estrategia para comprobar teorías dadas con anterioridad: *hay objetos que cambian de estado mediante acción del calor*. De tal manera, que los niños terminan pensando que esas son las únicas conclusiones a las que se puede llegar.

En este sentido, Malagón (2012) plantea que para este contexto el experimento y la teoría se relacionan en la medida, en que el primero se utiliza como juez del segundo, es decir, se lleva la actividad al aula con el fin de comprobar una teoría preestablecida y, la ejecución de ésta, tiene la única intención de demostrar la validez de la teoría.

Analizando esto, puedo decir que así como la imagen de ciencia que tenga, incide en mis prácticas escolares, afectando tanto mis ideas, como las de los estudiantes y por lo tanto, la comunidad en general; así mismo, esta imagen influye en mi forma de asumir la

experimentación en la clase de Ciencias Naturales. Es decir, una ciencia que se establece como absoluta, arroja una concepción de experimentación que apunta a los resultados, desconociendo el proceso y las posibles variables. Si se ve la ciencia como acabada, el experimento lo que hace es comprobar lo que ya está dicho.

Ubicada en el anterior contexto, me planteo entonces la siguiente pregunta de investigación ¿Qué estrategias elaborar para las clases de ciencias naturales en primaria, que vayan en consonancia con una noción de experimentación, en relación con la luz, que promueva la construcción de conocimiento científico?

Capítulo 2. Representación de la óptica: una mirada desde mi interpretación histórico-epistemológica de las ciencias

Desde mi punto de vista, representar es la forma mediante la cual los seres humanos hacemos presente en nuestra mente imágenes, signos y palabras a partir de nuestras percepciones. Con ellas damos cuenta del modo como comprendemos el mundo, en tanto establecemos relaciones entre nuestras experiencias. Podríamos decir, que todo el tiempo representamos a partir de nuestras sensaciones: aromas, colores, etc., este constante proceso de aprendizaje, lo vivimos a veces hasta sin darnos cuenta como un *proceso natural*.

De cómo mi interpretación histórico-epistemológica de las ciencias permite la diversidad en las representaciones

La historia y la epistemología de las ciencias junto con mi reflexión sobre ellas son las fuentes a partir de las cuales adelanté mi proceso de construcción propia de conceptos. Esto con la intención de resolver mi pregunta de investigación centrada en privilegiar la elaboración de conocimientos científicos por encima de la transmisión.

En el camino de lograr dicho propósito y en medio de mis primeras indagaciones, me encontré con diversas fuentes de la física, tanto primarias –aquellas que hacen referencia a las obras de los científicos-, como secundarias –las de tipo histórico, epistemológico y filosófico-. Con base en ellas, presento a continuación mi interpretación sobre los contextos de producción particulares del campo conceptual de la óptica.

Como se verá, han sido diversos los autores que han sido mi soporte teórico. A partir de la lectura que he hecho de sus obras me he enriquecido conceptualmente, han profundizado mi campo de interpretación sobre la óptica, desde fenómenos como la luz y la sombra. Me han

posibilitado una reflexión profunda en cuanto a lo conceptual se refiere, permitiéndome, de esta manera, entrar en *diálogo con la ciencia* y vislumbrar de allí elementos didácticos y teóricos acerca de la construcción de la sombra como objeto de estudio y su constitución como hecho científico.

Estos autores son: el físico y filósofo austriaco Ernst Mach (1838 -1916) y su reflexión sobre la construcción de los conceptos, en su obra *Conocimiento y error*. El historiador de la ciencia francés René Tatón (1915 – 2004), desde la descripción detallada que hace sobre los estudios de diferentes autores que hablaron de óptica, ubicando el contexto social y cultural de cada uno de ellos, en la *Historia general de las ciencias*. La lectura sobre el origen de la sombra dadas a partir del mito del escritor, científico, naturalista y militar latino Plinio (23 d. C. – 79 d. C.). El pintor, anatomista, arquitecto, artista, botánico, científico, escritor, escultor, filósofo, ingeniero, inventor, músico, poeta y urbanista del renacimiento italiano Leonardo Da Vinci (1452 – 1519) y la conceptualización que hace de la sombra para mostrar la perspectiva en el dibujo, desde su obra *Tratado de pintura*. El astrónomo, filósofo, ingeniero, matemático y físico italiano Galileo Galilei (1564 – 1642) y su cosmovisión presentada en su obra *El mensaje y el mensajero sideral*.

También los aportes de investigadoras como la profesora francesa de física y didáctica de la física Cécile de Hosson (1971-), quien en su tesis doctoral *Contribution a l'analyse des interactions entre histoire et didactique des sciences. Elaboration d'un support d'enseignement du mecanisme optique de la vision pour l'ecole primaire et le college et premiers elements d'evaluation*, recurre a la HEdeC. Especialmente retomé de su trabajo lo relacionado con el mecanismo de la visión y una experiencia del matemático, astrónomo y geógrafo griego Eratóstenes sobre las sombras; ella también cita al matemático, físico y

astrónomo musulmán Alhacén (n. 965 d.C.–1040) por sus primeras contribuciones en el diseño y la conceptualización de la cámara oscura, como también de sus aportes sobre el mecanismo de la visión. Los cuales me sirvieron igualmente de insumo durante mi proceso de investigación.

Cabe aclarar que la elección de estos autores no se hizo de manera cronológica, en cuanto a épocas se refiere, sino que este orden obedece más a la pertinencia de la dinámica de mi proceso conceptual en consonancia con los intereses de la investigación en general y sustentados, a su vez, en las problemáticas sobre la construcción de conocimiento científico en torno a la luz, la sombra y la construcción de la cámara oscura, todas ellas ubicadas en un campo de reflexión experimental.

En mi interpretación me referiré a la relación existente entre los fenómenos de la luz (específicamente la sombra) y la visión, desde estas últimas se despliegan un abanico de aspectos directamente relacionados con el campo conceptual de la óptica, tales como: las fuentes de luz, su ubicación y sus medios de propagación, el claroscuro y la perspectiva -como términos opuestos a la iluminación-. En este contexto la física y el arte tienen una estrecha relación, pues los aspectos arriba mencionados son susceptibles de ser estudiados desde ambas disciplinas.

Asumirme como sujeto de saber.

La ciencia como construcción humana: una mirada desde la cultura.

La cultura es un “fenómeno colectivo, se transforma” (tomado de la conferencia *El hecho religioso en cultura*), es decir, es mutable, pues a través de los tiempos factores como las relaciones y las reflexiones que se establecen con los otros y entre colectivos, transforman

los aspectos culturales que identifican a una comunidad. De ahí que no pueda juzgarse una sociedad o criticar sus costumbres desconociendo el contexto histórico en el cual éstas se han producido, pues para poder comprenderlas hay que conocer su historia (ibíd.). En otras palabras, como lo plantea Elkana (1977), sería reconocer que el medio cultural determina, en gran medida, el modo de vivir de todos los hombres y forma sus opiniones sobre la sociedad y sobre su cultura (p. 7).

Sin embargo, esta misma postura no se asume para las transformaciones que se dan en la ciencia, ya que ha existido la tendencia a considerarla como algo establecido y acabado desde los pensadores y científicos reconocidos a través de la historia, razón por la cual, el resultado de sus investigaciones y reflexiones es lo que se replica generación tras generación, ya que sobre estos contenidos no se duda ni se hacen cuestionamientos.

Es por ello que la imagen usual muestra una ciencia que ha estado ausente del entramado que conforma la cultura, no en vano "...casi siempre está sobre o subvalorada y llega a ser un campo aparte, diferente. La ciencia raramente es considerada como una totalidad de la cultura humana" (Ibíd., p. 2). En consecuencia, al no ser valorada como parte de ella, no se le trata como tal, es decir, no se reconoce su historicidad, su mutabilidad.

Es desde esta perspectiva que se hace evidente la importancia de ampliar su campo de comprensión. Lo que nos permite mostrar y dotar de significado otra imagen de ciencia que se reconozca por la variedad de representaciones de cada uno de los científicos. Pero que no se agote allí, sino que trascienda hacia un encuentro dialógico en el que las voces de otros sujetos como los docentes, desde la contemporaneidad, tengan lugar.

La ciencia vista desde la historia.

Considerar la ciencia solo desde el punto de vista de los científicos, desconoce no solo la influencia de la cultura, como hemos visto, sino que además demerita que “la ciencia se debe conocer por su historia” (Fleck, 1986, p. 3) y, al no admitir el nexo existente entre la ciencia y su historia, es decir, entre el hecho científico y su historia, seguiremos replicando de manera ciega ideas y concepciones que tuvieron un contexto histórico muy diferente al actual, lo que no nos permitiría cambiar nuestra imagen de ciencia. En otras palabras, sería legitimar el presente identificándolo como el momento de la verdad, lo que perpetúa la postura ahistórica.

En este sentido, resulta pertinente reconocer que “[la perspectiva histórica]... permite presentar el conocimiento científico como una construcción humana progresiva y no como un conjunto de verdades reveladas” (MEN Francia, 2008, p.1. citado por de Hosson y Schneeberger, 2011, p.17). Lo que significa, que los hechos hay que construirlos (Fleck, 1986): no están dados porque obedecen a la interpretación del investigador en su afán por comprender.

Es entonces en el reconocernos como sujetos de conocimiento, como individuos que hacen parte de una cultura, de su historia, lo que nos permite dejar a un lado el temor a plantear un punto de vista respecto a los fenómenos físicos o químicos que, si bien es cierto y, de modo lamentable, nos han presentado éstos como hechos científicos alejados de nuestro campo de experimentación y comprensión, no es menos cierto que son estos fenómenos los mismos con los que convivimos y experimentamos de manera cotidiana.

Solo una apertura de este tipo me permitirá como maestro abrir las puertas del aula a asuntos relacionados con la ciencia, que involucren en mi cotidianidad escolar el lenguaje, la influencia de la cultura y la sociedad. De lo contrario perpetuaría una ciencia absoluta, acabada, casi que inerte, en la que, el contenido disciplinar no obedece a la interpretación que hacemos los sujetos. Lo que nos llevaría a sentirnos *imposibilitados* para construir saber científico. Este imaginario colectivo es el que a través de esta disertación conceptual, pedagógica y didáctica pretendo deslegitimar.

Diálogo con obras científicas.

Los mitos: aportes en la evolución de mi concepto de sombra.

En mi necesidad de trascender la mirada, de profundizar, sobre la sombra como objeto de estudio a objeto de conocimiento: ir del campo experiencial al campo conceptual, me di a la tarea de realizar un rastreo epistemológico: mi construcción conceptual a partir del planteamiento de otros autores sobre la sombra. En medio de tal recorrido me encontré con que la historia presenta mitos que se han tejido, por ejemplo, sobre los comienzos de la denominación de la sombra en las obras de arte. Planteemos un caso, *el mito pliniano* (ver figura 14)⁹. Stoichita sitúa la sombra como origen de la pintura y de la escultura:

Hemos hablado bastante, demasiado quizás, sobre la pintura: pasemos a la plástica. La primera obra de este tipo la hizo en arcilla el alfarero Butades de Sición, en Corinto, sobre una idea de su hija, enamorada de un joven que iba a dejar la ciudad: la muchacha fijó con líneas los contornos del perfil de su amante sobre la pared a la luz de una vela. Su padre aplicó después arcilla sobre el dibujo, al que dotó de relieve, e hizo endurecer al fuego esta arcilla con otras piezas de alfarería. Se dice que este primer relieve se conservó en Corinto, en el templo de las Ninfas... (Historia Natural, XXXV, 43, citado en Stoichita, 1997, p.15).

⁹ Imagen tomada de <http://remi.uninet.edu/arte/suvee.jpg>, el 25 de abril de 2015

Si bien el mito no menciona el término sombra como expresión del acto que realizó la joven al “fijar con líneas los contornos del perfil de su amante sobre la pared a la luz de una vela” (Ibíd.), si da cuenta de este hecho, al que sin nombrar, ilustra con palabras. De igual forma, aunque el autor ubica este relato, especialmente, para materializar el origen de la escultura, él mismo cita este acontecimiento para referirse a los orígenes de la sombra dentro de las primeras producciones artísticas, en este caso, recogidas por el lenguaje, con las narraciones a través del mito y por el arte por medio de la pintura. Ambos dan cuenta de algunos elementos que resultan fundamentales al momento de estudiar las condiciones necesarias para que se produzca la sombra.



Figura 14. Joseph-Benoît Suvée (1743-1807). Butades o el origen de la pintura, 1791. Groeninge Museum, Brujas. Pintura que representa el mito de Plinio el Viejo.

Dichos elementos son: un cuerpo (el del amado, que por sus condiciones de opacidad no permite el paso de la luz a través de sí -por ello en la pared se ven ambas zonas: la que no fue atravesada por la luz y la que está siendo iluminada-), el otro elemento es la fuente de luz que ilumina el cuerpo (en el caso del mito de Plinio, dicha fuente es la luz producida por una

vela que se encuentra iluminando el cuerpo del joven) y, finalmente, el último componente es la superficie en la que se proyecta la sombra (la cual es una especie de pantalla para proyectar este efecto entre la luz y el cuerpo, en la cual se ve que ante la interposición de un cuerpo - opaco- entre la fuente de luz y dicha superficie, se observa allí ese cuerpo que no deja pasar la luz, la misma que el hombre ha llamado sombra).

Cada uno de estos elementos es necesario, pues ante la ausencia de alguno de ellos el fenómeno sombra no se produciría. Sin fuente de luz no es posible identificar en la zona iluminada una zona oscura formada, la cual es posible por la interferencia de ese cuerpo que no es atravesado por la luz. Así mismo, con la existencia de la fuente, pero no del cuerpo opaco, aquella distinción en la zona iluminada no sería posible, pues toda la zona estaría iluminada. Sin la existencia de la superficie sobre la cual observar aquella diferencia -entre zona que recibe la luz y zona que no la recibe-, no podría hacerse notoria dicha relación. De ahí la necesidad de los tres elementos.

Otro mito que se relaciona con estos elementos es el de la *caverna* de Platón. Mientras en el mito de Plinio la sombra es un elemento que permite que el que se fue se quede en un lugar, es decir, que habite en dos lugares simultáneamente: en uno a través del cuerpo y en otro gracias al dibujo de su sombra; en el mito de Platón, la sombra responde a la existencia de un ser con vida propia. Veamos:

Imagina una especie de cavernosa vivienda subterránea provista de una larga entrada, abierta a la luz, que se extiende a lo ancho de toda la caverna, y unos hombres que están en ella desde niños, atados por las piernas y el cuello, de modo que tengan que estarse quietos y mirar únicamente hacia adelante, pues las ligaduras les impiden volver la cabeza; detrás de ellos, la luz de un fuego que arde algo lejos y en plano superior, y entre el fuego y los encadenados, un camino situado en alto, a lo largo del cual suponte que ha sido construido un tabiquillo parecido a las mamparas que se alzan entre los titiriteros y el público, por encima de las cuales exhiben aquellos sus maravillas.

- Ya lo veo-dijo.
- Pues bien, ve ahora, a lo largo de esa paredilla, unos hombres que transportan toda clase de objetos, cuya altura sobrepasa la de la pared, y estatuas de hombres o animales hechas de piedra y de madera y de toda clase de materias; entre estos portadores habrá, como es natural, unos que vayan hablando y otros que estén callados.
- ¡Qué extraña escena describes -dijo- y qué extraños prisioneros!
- Iguales que nosotros-dije-, porque en primer lugar, ¿crees que los que están así han visto otra cosa de sí mismos o de sus compañeros sino las sombras proyectadas por el fuego sobre la parte de la caverna que está frente a ellos?
- ¿Cómo--dijo-, si durante toda su vida han sido obligados a mantener inmóviles las cabezas?
- ¿Y de los objetos transportados? ¿No habrán visto lo mismo?
- ¿Qué otra cosa van a ver?
- Y si pudieran hablar los unos con los otros, ¿no piensas que creerían estar refiriéndose a aquellas sombras que veían pasar ante ellos?
- Forzosamente.
- ¿Y si la prisión tuviese un eco que viniera de la parte de enfrente? ¿Piensas que, cada vez que hablara alguno de los que pasaban, creerían ellos que lo que hablaba era otra cosa sino la sombra que veían pasar?
- No, ¡por Zeus!- dijo.
- Entonces no hay duda-dije yo-de que los tales no tendrán por real ninguna otra cosa más que las sombras de los objetos fabricados.
- Es enteramente forzoso-dijo. (Platón, La República, cap. VII. Citado en Sotoichita (1997).

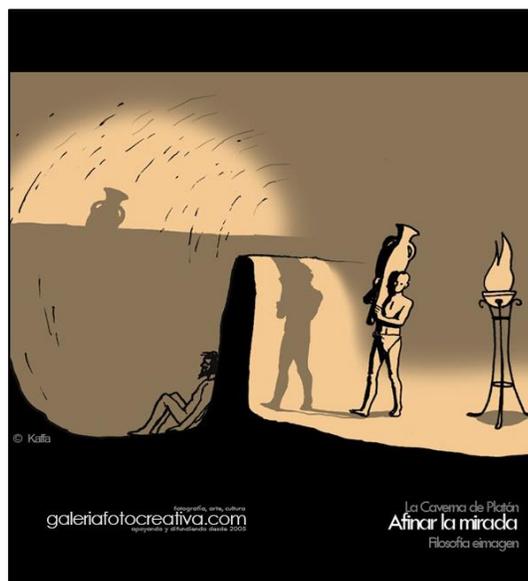


Figura 15. El mito de Platón. Imagen de internet

El mito de Platón muestra la realidad que vivían los hombres de la caverna (figura 15)¹⁰ en relación con las sombras que observaban en la pared que tenían frente a sí. Las cuales veían como entes independientes, es decir, eran vistas por ellos, como seres con vida en sí mismos y no como el efecto de la luz en los cuerpos que pasaban frente a la caverna, pues los hombres estaban encadenados al interior y lo que observaban en la pared, era para ellos su realidad.

Este último mito me hace un considerable aporte, en el sentido que muestra cómo el concepto de sombra tiene un proceso de evolución que, además, responde a un proceso de interpretación y apropiación del sujeto que sufre la experiencia en sus elementos constitutivos. Si bien el mito de Plinio es anterior al de Platón, encuentro en el primero los tres elementos constitutivos de la sombra: cuerpo, fuente de luz y pantalla, mientras que en el segundo, los hombres de las cavernas observaban en la pared (la cual hacía las veces de pantalla), la sombra interpretada por ellos, como su realidad: un objeto o cuerpo con vida en sí mismo.

Podría decir que con los anteriores ejemplos se puede ver una relación entre la ciencia y el arte, ya que el estudio de la sombra me brindó elementos: en el mito de Plinio para reconocer los elementos de cuerpo, fuente de luz y pantalla para que se dé la sombra y en el mito de Platón de algún modo para analizar que en éste no se reconocía la necesidad de un cuerpo para producir sombras, lo que explica por qué la realidad de los hombres de la cavernas estaba afectada por el desconocimiento del efecto de la luz en los cuerpos opacos; de ahí su reconocimiento de la sombra como un ser en sí mismo.

¹⁰ Imagen tomada de http://galeriafotocreativa.com/wp-content/uploads/2013/11/caverna_kaffa.jpg, el 28 de abril de 2015

En ambos casos se hizo necesario para mí, el estudio de la sombra, tanto desde sus componentes artísticos como filosóficos. De tal modo que se tejió un entramado de posibles interpretaciones que, difícilmente, podrían desligarse las unas de las otras.

En este caso, se mostrará a partir del estudio de la historia del arte, cómo pude ampliar mi horizonte conceptual sobre la ciencia, claro está cuando, por medio de la lectura, se vislumbran otras posibilidades de interpretar la realidad, y ello solo es posible cuando el maestro se ha dado a la tarea de construir estos conceptos para sí, pues nadie puede dar de aquello que no tiene.

El conocimiento científico es un proceso.

De acuerdo con Mach (1948, p.110), los conceptos corresponden a una representación psicológica que nos hacemos los sujetos a partir de nuestras sensaciones. Por ejemplo, en el libro *Breve historia de la sombra*, es posible encontrar gran variedad de obras de arte, en las cuales podría hacerse un estudio en detalle sobre cómo los pintores hacen uso de la sombra en cada una de ellas (ver figuras 16, al 20). En estas, ellos ubican la sombra en diferentes posiciones, con formas de similitud al cuerpo que la origina o, simplemente como un contorno amorfo. Esta diversidad, nos permite comprender cómo cada autor al representar la sombra en sus pinturas, recurren a formas y maneras diferentes, sin necesidad que para ser validadas todos ellos deban utilizarlas de la misma manera en sus obras.

En *la Anunciación* (figura 16. Stoichita, 1997, p.75) vemos como la sombra aparece a la derecha del cuadro y detrás del cuerpo, ésta se muestra como un contorno parcial en donde no se reconocen otros cuerpos de la figura original como la aureola o el manto. Además en el cuerpo que origina la sombra, puede verse la mano izquierda levantada a la altura del hombro, mientras que en la sombra de este, el autor tampoco reconoce dicho elemento, mostrándose solamente la cabeza y el tronco con los brazos, al parecer, a los costados. Si bien esta interpretación podría cuestionarse si tuviésemos en cuenta la ubicación de la fuente de luz.



Figura 16. Filippo Lippi, *Anunciación*, hacia 1440, témpera sobre tabla, dos paneles, 64x 23 cm cada uno, colección Frick, Nueva York. (Detalle de esta obra)



Figura 17. Pier Maria Pennacchi, *El Redentor bendiciendo*, hacia 1500, óleo sobre tabla, dos paneles, 141x 68 cm, Galleria Nazionale, Parma

En esta imagen, (figura 17. *Ibíd.*, p.91) la sombra aparece en la pared detrás del cuerpo. Sin embargo, se muestra una sombra de perfil, pero el cuerpo no est  ubicado así, a diferencia de la anterior que muestra el contorno de la cabeza y no el perfil. Podríamos interpretar que la ubicación de la fuente de luz es diferente a la anterior pintura.

Mientras San Lucas pinta a la Virgen (figura 18. *Ibíd.*, p. 92), su dibujo muestra la sombra que se proyecta es la de la mano, con lo cual el autor simula que el cuerpo del santo está iluminado desde arriba y aunque es clara la intención de mostrar la sombra de la mano, esta no tiene las características de simetría respecto al cuerpo que la origina.



Figura 18. Maerten van Heemskerck, *San Lucas pintando a la Virgen*, hacia 1553, témpera sobre tabla, 205,5 x 143,5 cm, Musée des Beaux-Arts et d'Archéologie, Rennes. (Detalle de esta obra)

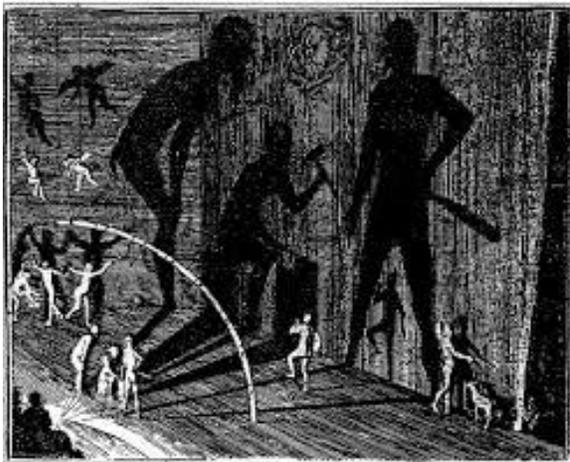


Figura 19. Samuel van Hoogstraten, *La danza de la sombra*, (1678) grabado para *Inleyding tot de Hooge Schoole der Schilderkonst*, Rotterdam

A diferencia de las anteriores, en esta pintura (figura 19. *Ibíd.*, p. 135) las sombras tienen diversidad de tamaños. De esta forma, se establece, desde nuestra experiencia, una variable diferente para cada cuerpo en la distancia entre la fuente de luz y el cuerpo, lo cual genera los tamaños en la pared.

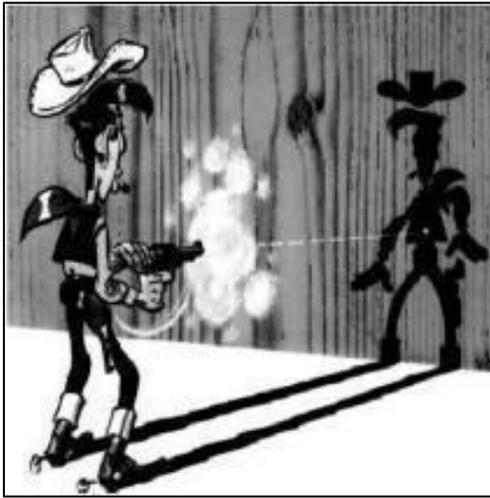


Figura 20. Morris & Goscinny, cómic Lucky Luke, 1996

En esta representación (figura 20. *Ibíd.*, p. 145), la sombra tiene idénticas características al cuerpo. Sin embargo, parece que tuviera vida propia, pues no coincide en la posición de las manos. Esto es claro, si tenemos en cuenta la intención del caricaturista con su obra: mostrar que el vaquero “dispara más rápido que su propia sombra” (*Ibíd.*, p. 146).

Y así podríamos seguir enumerando y caracterizando otras obras que nos permiten evidenciar este fenómeno. Es mi intención, hasta este punto, mostrar cómo cada una de estas representaciones es creada bajo concepciones particulares de los sujetos. Estas representaciones dependen de la interpretación que han logrado los artistas a partir de sus concepciones, visiones de mundo y como consecuencia del análisis sistemático de los objetos de estudio en su campo respectivo, en este caso el arte.

Para ampliar lo dicho anteriormente, recorro nuevamente a Mach (*op. Cit.*), a la luz de quien es posible sustentar que “los conceptos generales no son puras palabras, resultan netamente de que las proposiciones muy abstractas son comprendidas y son correctamente aplicadas en los casos concretos” (p.110). Por ello, los conceptos corresponden a interpretaciones de los sujetos, es por eso que enriquecer la experiencia desde situaciones concretas permite dicha interpretación, contrario a dar definiciones.

En este sentido, comparto la reflexión que hace la profesora Rodríguez (1998), al decir que

Concebimos entonces que el conocimiento no existe en la naturaleza en forma de enunciados, de leyes, sino que en cambio es una construcción del sujeto, es una actividad humana que implica que el sujeto organiza sus experiencias tanto nuevas como anteriores mediante estrategias que surgen como una necesidad del pensamiento y no de los hechos mismos (p. 16).

En otras palabras, el conocimiento científico es un proceso, que requiere del enriquecimiento de la experiencia y de la organización propia del pensamiento a partir de la necesidad de generar procesos de comprensión de los objetos de estudio motivos de interés particular. Podría entenderse en este caso, por ejemplo, el conocimiento científico desde el interés particular de cada pintor por representar en sus obras, diversas concepciones a partir de la sombra. Por ello, cada representación obedece a aspectos particulares y no es necesaria la similitud en el uso de la sombra en cada pintura.

Al estilo de Leonardo Da Vinci: la ciencia y el arte como unidad.

Durante el rastreo y construcción de esta historia sobre la sombra resultó complejo encontrar en la historia de la ciencia material al respecto. En la extensa obra de Tatón compuesta de tres tomos: *Historia general de las ciencias*, no se hace referencia al término sombra en ninguno de sus apartados. Posteriormente, en una experiencia de taller presentado en el contexto de la Maestría para el *Curso Complementario I: La experimentación en la clase de ciencias*, presenté un taller en el que pretendía mostrar la incidencia de la sombra en la formación de la perspectiva y para ello hube de fundamentar la selección que había hecho en la técnica del dibujo, de tal manera que me vi en la necesidad de buscar en fuentes del

dibujo o la pintura material bibliográfico que respaldara el planteamiento sobre el cual deseaba hacer énfasis: la sombra como objeto de estudio.

En medio de la búsqueda, hallamos una obra que resulta canónica para los artistas, como lo es *El Tratado de pintura* de Leonardo Da Vinci, a la cual accedí a partir de la referencia del texto *Breve Historia de la sombra* (Stoichita, op. Cit.), que nos presenta un vasto material sobre el tema, lo cual nos permite comprender, que la sombra es un objeto de estudio interdisciplinario, no es exclusivo solo de la física.

Esta situación desdibuja ese límite entre ciencia y arte, pues esta obra es leída por artistas, pero también por personas, como en mí caso que desde el estudio de la ciencia pretenden enriquecerse conceptualmente sobre la luz y la sombra. Es decir, en este texto se desarrollan teóricamente ciertos conceptos sobre la sombra que podrían leerse e interpretarse desde un campo artístico o un campo científico. Para ilustrar este planteamiento, presento a continuación algunos apartados de este texto que dan cuenta de los aportes de la ciencia y el arte en la constitución de la sombra como objeto de estudio:

Pero a la primera¹¹, que se extiende tan sólo a la configuración y límites de los cuerpos, llámase dibujo, esto es representación de cualesquiera cuerpos. De ella nace otra ciencia que comprende la sombra y la luz o, por decirlo de otro modo, lo claro y lo oscuro, la cual ciencia requiere un extenso discurso (Da Vinci, 1490, (ed. 1998), p. 34).

Si bien, Da Vinci está hablando desde un contexto de las herramientas que necesita el pintor o el escultor en la realización de su tarea, desde nuestra interpretación le da el carácter de científico al estudio de la sombra e incluso el autor plantea un significado al respecto: “sombra es disminución de la luz por interferencia de un cuerpo opaco” (Ibíd., p. 167),

¹¹ Da Vinci habla de tres partes que conforman la ciencia de las líneas de visión: la construcción lineal de los cuerpos, la difuminación de los colores en relación a las diversas distancias y la pérdida de determinación de los cuerpos en relación a las diversas distancias.

también sitúa la construcción del concepto de sombra en un contexto más amplio, el de la óptica, pues reconoce en la luz un elemento fundamental dentro del contexto de dicho concepto.

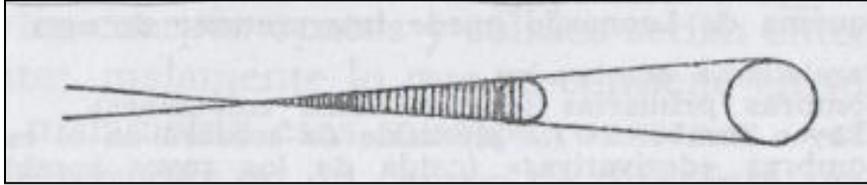


Figura 21. Da Vinci, L. (1490). Sombra como subrogación del rayo luminoso cortado por un cuerpo opaco

La figura 21¹² es la representación que realiza el autor para mostrar (en la parte subrayada) la representación de sombra ante el cuerpo (círculo del centro) que interfiere en el paso de la luz (la cual representa con el círculo del extremo derecho).

En seguida, el autor profundiza en el estudio de la sombra introduciendo otros elementos, que podemos denominar *variables*, las cuales se identifican así: dirección en que se forma la sombra (posición), tamaño, nitidez, entre otras tantas que pueden surgir, a partir de un estudio riguroso y sistemático al respecto. Veamos lo que el autor nos plantea:

Por tal razón, muchos que no son sabios en este discurso de sombras y luces y perspectiva se vuelven a la naturaleza y la copian, pues sólo así, sin necesidad de otra ciencia o discurso natural, sirven a su propósito. Entre estos hay algunos que, a través de vidrios, papeles o velos transparentes, contemplan las obras de la naturaleza y las dibujan sobre esas superficies traslúcidas; las perfilan luego añadiendo aquí y allá según las leyes de la proporción, y las rellenan de claroscuro, señalando la posición, intensidad y forma de las sombras y luces (Ibíd.,p. 80).

A continuación presento algunos apartes de esta obra, en la que se alude a las variables mencionadas en el párrafo anterior:

¹² Da Vinci, L. (1490). *Tratado de pintura*. Sombra como subrogación del rayo luminoso cortado por un cuerpo opaco. (p.167)

Posición de la sombra (figura 22):

Da Vinci, hace alusión a la posición de la sombra, relacionándola con las horas del día, lo cual a su vez está ligado a la posición del sol, tal como lo expresa en el siguiente apartado:

Si el sol está en oriente y tú miras hacia el occidente, todas las cosas verás por completo iluminadas, pues ves lo que el sol; si miras hacia el mediodía o hacia el septentrion verás todos los cuerpos envueltos por luces y sombras, pues ves lo que el sol no ve, y si miras en dirección al sol, los cuerpos te mostrarán su cara sombría, pues la tal no puede ser vista por el sol (Ibíd., p. 181).

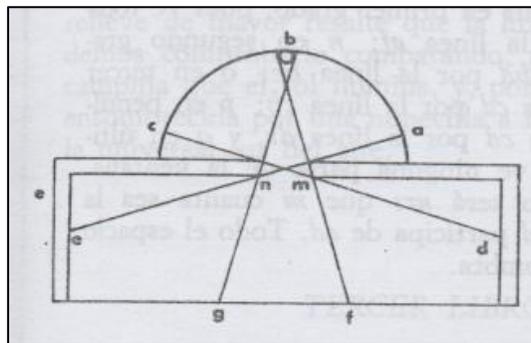


Figura 22. Da Vinci, L. (1490). Posición de la sombra

Sabemos que la sombra cambia de posición, según dónde se encuentre la fuente de luz que incide en el cuerpo. Por ejemplo, desde nuestra experiencia podemos plantear que si la luz se encuentra a la izquierda del cuerpo, la sombra se proyectará a la derecha de este; si la luz está encima del cuerpo, la sombra estará debajo de este; si la luz está a la derecha, la sombra estará a la izquierda.

Mi interpretación guarda relación con la cita anterior, cuando se refiere a lo que *el sol ve o no ve*, haciendo una relación entre luces y sombras de acuerdo a la posición del sol y de la observación que hacemos de los cuerpos, aludiendo a que si hay un cuerpo opaco en una zona donde llega el sol, lo que *el sol ve* es la parte iluminada que da la cara a este y la parte no vista por este, muestra tras sí una zona en la cual la luz del sol no llega, es decir la sombra. Por lo

tanto, la posición del sol con respecto al cuerpo, guarda una estrecha relación con la posición de la sombra.

Tamaño de la sombra (figura 23)

Da Vinci ilustra también sobre el tamaño de la sombra, al enunciar que “entre cuerpos de igual tamaño más corta sombra tendrá el que esté iluminado por una luz mayor” (Ibíd., p.190). Acá puede verse también una relación entre la fuente de luz y el tamaño de la sombra, de acuerdo al grado de mayor o menor iluminación, es decir, hace una referencia a la intensidad de la luz que recibe el cuerpo.

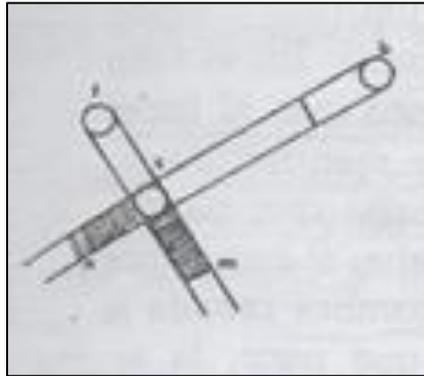


Figura 23. Da Vinci, L. (1490). Tamaño de la sombra

Este planteamiento del tamaño de la sombra también está ilustrado con las siguientes palabras:

Si un objeto emplazado frente a una luz particular está muy próximo a ésta, verás cómo proyecta una grandísima sombra sobre la pared contraria; y tanto más decrecerá la forma de esa sombra cuanto más se aleje de la luz dicho objeto (Ibíd., p. 204).

Esta cita también se refiere al tamaño de la sombra como variable, pero esta vez Da Vinci la centra en la relación entre la distancia de los objetos a la fuente de luz.

Nitidez de la sombra (figura 24):

Otra variable en el estudio de la sombra, es la nitidez, Da Vinci se refiere a ella en los siguientes términos: “una sombra parecerá más clara o más oscura según esté circundada por un campo más oscuro o más claro” (ibíd., p. 202). Esto podemos entenderlo, cuando el autor introduce los términos *más clara o más oscura* refiriéndose a la sombra.

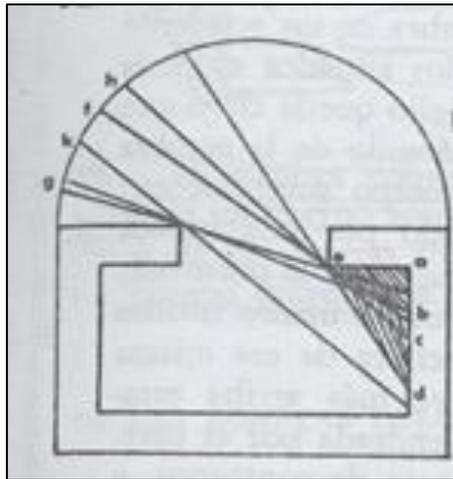


Figura 24. Da Vinci, L. (1490). Nitidez de la sombra

Aquel cuerpo sombrío que esté situado entre luces iguales proyectará sombras proporcionadas a [la intensidad de]¹³ las luces. De estas sombras será un tanto más oscura que la otra cuanto más cerca de ese cuerpo esté una de las luces que la del lado contrario (ibíd., p.196).

En este sentido, se relaciona la nitidez de la sombra con la cercanía del cuerpo a la fuente de luz. La variable nitidez depende de esta otra variable: la distancia entre la fuente y el objeto. Pero también en este contexto la nitidez se relaciona con la intensidad de la fuente de luz; así, si la luz es más intensa que otra el campo de sombra que proyecta el cuerpo será más nítido, que si la luz es menos intensa.

¹³ Corchetes del editor.

Sistemas y variables: Una perspectiva para la constitución del objeto de conocimiento.

Un sistema es una forma de comprender el mundo desde la globalidad. Esta totalidad a su vez está relacionada con variables que la constituyen. Así que, el mirar por sistemas y variables están ligadas: las unas no se constituyen sin las otras. Guidoni y Arcà (2001), enuncian al respecto que

En lo que respecta al conocimiento de la Física, hay dos estrategias cognoscitivas, dos modos de mirar y de formalizar particularmente importantes: un modo de ver por espacios abstractos de sistemas y un modo de ver por espacios abstractos de variables. Son dos modos estrechamente correlacionados; no se alcanza a ver por sistemas sin ver también por variables y viceversa (...); pero son también dos modos bien distintos que obedecen a lógicas diferentes.¹⁴

Para estos autores, los sistemas y variables son una perspectiva cognoscitiva, un sistema no es un objeto sino como una relación entre sus partes. En este contexto sistema es una estrategia cognitiva, ya que no es algo que está en la naturaleza externa a los sujetos.

En el estudio de la sombra, identificamos variables tales como: la posición e intensidad de la fuente, el tamaño del objeto, su posición, tamaño e intensidad de la sombra. Contar con estas variables, nos permite constituir la sombra como objeto de conocimiento. De tal forma que la comprensión del sistema se construye desde una totalidad de las relaciones entre dichas variables; pues el sistema involucra todas estas relaciones.

¹⁴ Traducción: María Mercedes Ayala & Priscila de Castro. Departamento de Física, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

Mi construcción de un hecho científico: Las representaciones-modelos- como síntesis.

A partir de la lectura del documento de Gerald Holton *La imaginación en la ciencia* me impactó la controversia entre el científico italiano Galileo y el inglés Harriot respecto a las observaciones de la luna.

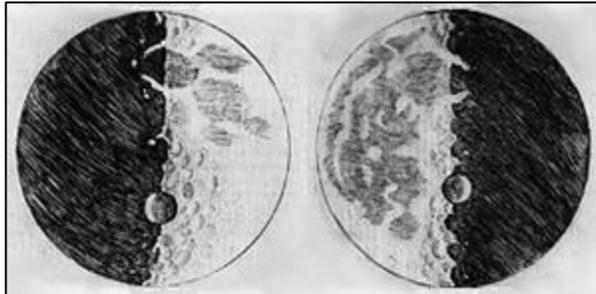


Figura 25. Dibujo de Galileo en el que se identifican algunos accidentes lunares

Esto me motivó a leer de primera mano *El mensaje y el mensajero sideral* de Galileo. A partir de la observación sistemática que este hacía de la luna, a través de un telescopio adaptado por él mismo -los telescopios de su época tenían un aumento de 6 lentes y él que había aprendido por su cuenta a pulir lentes hizo uno de 20 lentes de aumento- estableció que la luna estaba “recubierta por doquier de ingentes prominencias, profundas oquedades y anfractuosidades” (Galileo, 1610, p. 37) (Ver figura 25)¹⁵. Por lo tanto planteó que no era una esfera de “superficie perfectamente lisa e incorruptible”¹⁶ como se pensaba desde la época de Aristóteles, dicha teoría fue cuestionada por Galileo mediante las observaciones, los dibujos de ellas y las conclusiones en cuanto a las diferencias entre la luz reflejada de una superficie lisa y la de una superficie rugosa.

¹⁵ *Ibíd.*, p. 47

¹⁶ ¿Qué son los elementos aristotélicos? Tomado de <https://curiosoando.com/que-son-los-elementos-aristotelicos>

La conclusión sobre la superficie rugosa de la luna, la fundamentó Galileo en el análisis de las sombras que observó en la luna a través de su telescopio. Esta observación de Galileo llevaba implícito un corte teórico fundamentado desde las técnicas del claroscuro en la pintura, pues se trataba del conocimiento que poseía Galileo sobre el dibujo, aspecto característico de los estudiosos italianos de la época. La técnica del claroscuro le facilitó asociar las sombras que observó en la luna con elevaciones de una superficie. Al incidir la luz del sol sobre estas, producía sombras en su área. De tal forma que el uso de la perspectiva en el dibujo con la técnica del claroscuro fue fundamental en los planteamientos de Galileo.

Este proceso de observación no arrojó conclusiones inmediatas, pues fue un proceso arduo al que el científico dedicó muchas noches y días enteros. Estos aportes a la astronomía, me aportan elementos para establecer nexos entre las sombras, las fuentes de luz y los cuerpos opacos (figura 26)¹⁷. Es de resaltar el nexo que se establece en este contexto entre la ciencia y el arte de un lado y entre la teoría y el hecho de otro.

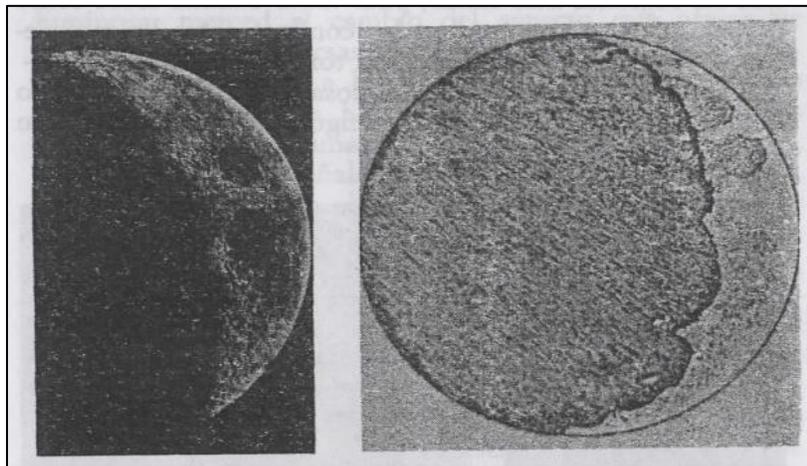


Figura 26. Fotografía de la luna iluminada de manera parecida a la del dibujo de Galileo. Las dos grandes manchas oscuras son el Mare Crisium y el Mare Fecunditatis.

¹⁷ *Ibíd.*, p. 45

De esta manera, se hace evidente cómo Galileo construyó un hecho científico, haciendo uso de observaciones, experimentaciones y analogías, pues observó y comparó de manera análoga las sombras que proyectaban las montañas en la tierra, con las sombras que observaba a través de su telescopio y registraba en sus dibujos. Este proceso fue fundamentado mediante las interpretaciones de Galileo sobre el fenómeno observado.

Las representaciones pueden ser interpretadas como síntesis de las ideas, de ahí que reconozco la idea de modelo a partir de la anterior premisa, es decir, los modelos representan ideas de quien los diseña. En este sentido Arcà y Guidoni (2000) dicen que la palabra *modelo* puede tener diferentes significados, este término puede referirse a representaciones o estructuras que se construyen sobre una múltiple cantidad de datos obtenidos de la experiencia y con el objetivo de hacer agrupaciones y abstracciones para responder a la necesidad de comprender cómo funcionan las cosas dentro de determinado prototipo. Sin embargo, concluyen que ningún modelo estaría en la capacidad de abarcar o representar todas las características de la realidad a la que se refiere. Como veremos con los ejemplos que siguen, los modelos, en este caso del mecanismo de la visión, dan cuenta de una forma de interpretar la realidad, la cual es para estos ejemplos: el asunto del ver, desde las ideas de varios autores.

Con las figuras 27 a la 30¹⁸, pretendo tomar ejemplos de los modelos como representación de las ideas, en este caso referidos a modelos de la visión, de los cuales la autora de Hosson (2004, p. 201) dice que, “ha inspirado [con su texto] una ruta cognitiva, una

¹⁸ Las figuras de la 27 a la 29 son tomadas de de Hosson (2004) y la figura 30 es tomada de Da Vinci (1490).

reconstrucción racional de la historia de las teorías de la visión”¹⁹, reconstrucción tal que la autora muestra en su obra con autores que van desde el siglo V a.C como Alhazen hasta autores el siglo XVII d.C como Leonardo Da Vinci.

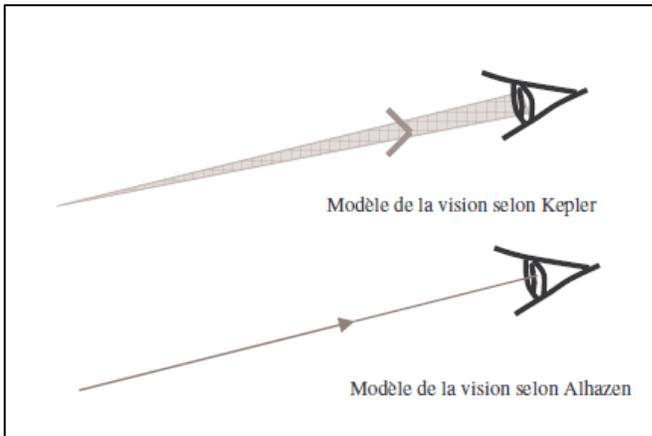


Figura 27. Propuesta esquemática de la visión según el modelo de Alhazen (un rayo único salido de un punto del objeto entra en el ojo) y de Kepler (un haz desde un punto del objeto entra en el ojo a través de la pupila). (Tomado de de Hosson, 2004)

Un primer modelo de visión de Kepler y el modelo de Alhazen (figura 27) son ubicados por de Hosson (op. Cit.) en la antigüedad. El ver para Alhazen era posible gracias a que un rayo proveniente de un punto del objeto entra al ojo; mientras que para Kepler, aunque con un modelo un poco parecido, no se debe a un rayo que sale de un punto, sino a un haz: un espacio formado por un conjunto de rayos y no de un solo rayo.

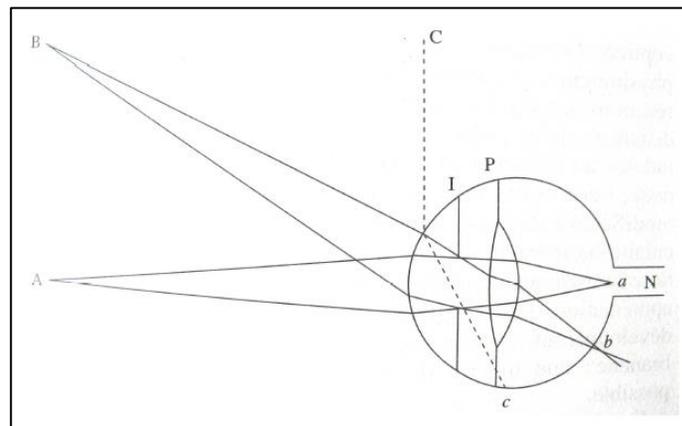


Figura 28. La visión desde Kepler. A un punto A corresponde un punto sobre la retina a través de haces divergentes después convergentes. (Tomado de de Hosson, 2004)

¹⁹ La tesis doctoral de Cécile de Hosson (2004) se encuentra en idioma francés, de tal modo que las citas que haré durante todo el texto corresponden a traducciones al español que he realizado de su obra.

Otro modelo más complejo, del mismo Kepler (figura 28), muestra el mecanismo de la visión al interior del ojo, para ello se apoya nuevamente en la noción del haz de luz que se dispersa desde un punto del objeto para luego concentrarse en un punto del ojo: la retina.

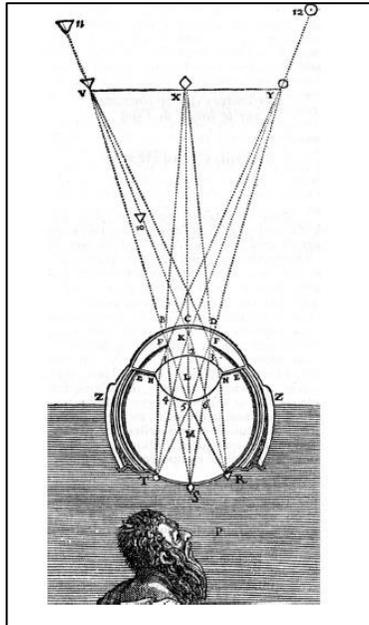


Figura 29 La visión según Descartes. A los puntos-objetos VXY corresponden tres puntos-ígenes RST sobre la retina. (Tomado de de Hosson, 2004)

Descartes nos presenta un modelo de visión (figura 29) en el cual una infinidad de puntos sale del objeto hacia el ojo, a la retina llega cada uno de estos puntos para formarse así la imagen del objeto observado.

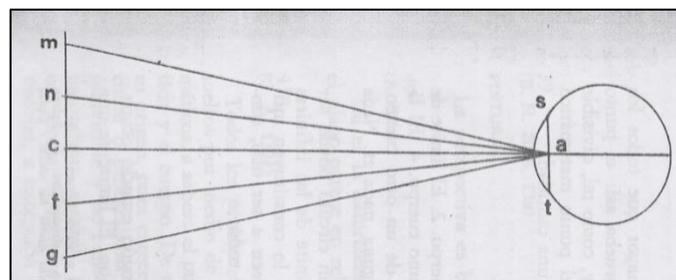


Figura 30. De cómo ve el ojo los cuerpos situados frente a sí. (Tomado de Da Vinci, 1490)

Finalmente, en el modelo de *cómo ve el ojo los cuerpos situados frente a sí* (figura 30), Leonardo Da Vinci, del objeto observado salen varios puntos, los cuales se concentran en uno solo en la retina, formándose así la imagen.

En cada una de las anteriores figuras puede verse cómo cada pensador se explicó el ver, para ello representó sus ideas con un modelo acerca del mecanismo de la visión, para lo cual tomaron elementos que argumentaran su representación, a partir del estudio de campos como la fisiología o la física.

Al respecto de Hosson (op. Cit.) concluye que el

„,mecanismo de la visión es un proceso a la vez físico, fisiológico y psicológico. Y habrá hecho falta más de veinte siglos para que estas tres disciplinas se interconecten en una explicación coherente, sin que la una o la otra no sea privilegiada. Veinte siglos pues para que en un tratamiento geométrico y casi metafísico de la visión suceda un tratamiento cuantitativo donde física, fisiología y sicología se encuentren ligadas por asumir todas campos muy específicos de estudio (p. 175).

Si bien la autora se refiere al mecanismo de la visión y al proceso de veinte siglos entre unos autores y otros, entre unas disciplinas y otras, para establecer relaciones entre ellos. Estos modelos, desde mi punto de vista, nos permiten establecer estrategias de construcción de conocimiento en dos vías: una, como una forma de organización de las ideas, y otra, para identificar elementos del campo experiencial que ayudan a esta organización por parte del sujeto que la realiza.

De manera que la construcción de cada modelo lleva implícita una carga histórica, en el sentido que retoma elementos, tanto experienciales como conceptuales, para su sustentación de los modelos ya conocidos. Con este recurso histórico y cultural, la construcción de modelos permite estrategias para la comprensión del mundo que nos rodea a partir de las

representaciones que nos hacemos del mismo, lo que no hace más que dar cuenta de nuestras ideas.

La cámara oscura en contextos de interlocución y experimentación científica.

La experimentación como posibilidad de construcción.

La construcción de la primera cámara oscura se le atribuye a Alhazen (siglo V a.C.), quien explicó la formación visual en el ojo a partir del siguiente principio, el cual es retomado del blog: *¿Lo sabía? La cámara oscura sigue siendo algo actual*, (2014)²⁰:

Si a través de un pequeño orificio entra luz de un objeto en una caja oscura, la pared opuesta mostrará una proyección de este objeto. Esto es posible gracias a la fijación de los rayos de luz que despiden el objeto, a través de la cual la imagen de la pared opuesta se reproduce de forma invertida vertical y horizontalmente.

Da Vinci, siglos más tarde, impulsó el desarrollo de la cámara oscura utilizándola para profundizar en su concepción sobre la luz y la visión (figura 31)²¹.

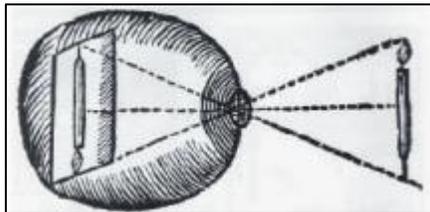


Figura 31. La cámara oscura y el ojo humano (Da Vinci)

En este sentido, Daguerre (citado en Benjamin, 1980) jugó un papel determinante, pues a él se le atribuyen las bases para este invento, a partir de su creación del Daguerrotipo (figura 32)²².

²⁰ <http://www.tamron.eu/es/revista/blog/detail/camera-obscura-331/>

²¹ Imagen tomada de (Cámaras oscuras del mundo, n.d.) <http://www.camaraoscuraworld.com/es/historia/>

²² Imagen tomada de Varas (2014) <http://thesecondflash.blogspot.com.co/2014/10/daguerrotipo.html>

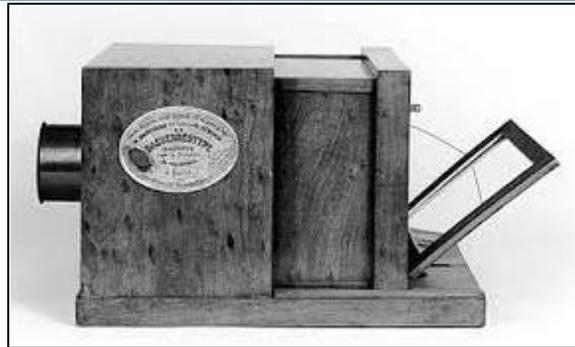


Figura 32. Cámara Daguerrotipo

Al retomar esta narrativa histórica de Benjamin (op. Cit) sobre la cámara oscura pretendo mostrar cómo la experimentación ha servido a sujetos como Daguerre en la construcción de conocimiento, el cual trae connotaciones, como en el caso de la cámara oscura, artísticas, científicas, psicológicas y sociales; ya que ésta ha sido utilizada, desde sus orígenes, para la representación del mecanismo de la visión, lo cual lo ubica en un componente físico y psicológico. Benjamin (ibíd.) nos presenta que la cámara oscura se perfecciona para diseñar un nuevo instrumento: el daguerrotipo, el cual sirve de base para la posterior invención de las cámaras fotográficas, pues le imprime el carácter artístico al querer plasmar la naturaleza y las personas, y a la vez el carácter social, en tanto representa también sentimientos en el significado de las imágenes plasmadas.

Quiero destacar el proceso de experimentación que se hace evidente en la anterior narrativa, éste posibilita el proceso de invención de otros artefactos más sofisticados, como se ha visto hasta ahora, por ejemplo, con la cámara de fotografía. Este proceso de experimentación que realiza el hombre, bien sea apoyado por el material existente o por la adaptación de otros, ha permitido, a través de los siglos, llevar a cabo su incansable necesidad por explicarse el mundo que lo rodea experimentando en cada paso durante este largo camino.

El experimento es una elaboración.

Asumir, entonces, una ciencia en relación directa con los sujetos en el aula, permite ampliar el horizonte para que la experimentación sea posible como una vía que permite construir conocimiento. Sin embargo, es necesario resaltar que no es el experimento en sí el que posibilita el conocimiento científico, sino que el asunto clave está en el proceso de experimentación, el cual posibilita entrar en diálogo con la ciencia desde su contexto histórico y epistemológico.

Llegados a este punto podríamos decir, entonces, que al asumirnos como sujetos de conocimiento, sin lugar a dudas, tendríamos la posibilidad de construirlo y, en consecuencia, nos asumimos como sujetos que, desde las experiencias cotidianas hasta la dimensión experimental, aportamos conocimientos en la escuela.

Y es aquí, precisamente, donde la labor del docente de ciencias naturales resulta determinante a la hora de hacer ciencia en el aula, pues si bien es cierto que los avances actuales le permiten hacer uso de recursos externos como el internet, las cajas de experimentos, los libros, los programas de televisión, entre otros, no es menos cierto que ello no determina la comprensión de los fenómenos, pues la comprensión se logra sólo cuando el sujeto se *apropia* y produce su propia versión de ellos. En otras palabras, sería reconocer que la experimentación adquiere significado cuando el encuentro con el fenómeno ha pasado cada uno de los sentidos.

Es por ello que, como lo plantean Martínez y García (2008) “la observación de los fenómenos ópticos, la experimentación y la interpretación de los mismos son clave en la enseñanza de las ciencias” (2008, p. 23), ya que a partir de estos procesos será más fácil para

quienes se acerquen a la comprensión de ciertos fenómenos, especialmente, para los más pequeños, para quienes explorar, debatir, tocar, controvertir y concluir a partir de las experiencias que se suscitan tanto dentro del aula como de las que se han adquirido en la vida misma -Arcà, et al. (1990) han denominado a este proceso conocimiento común- se revisten de especial importancia para lograr un verdadero aprendizaje y, a su vez, construir conocimientos en el área de ciencias.

Capítulo 3. ¿Por qué la necesidad de otra mirada sobre la ciencia y su enseñanza?

Legitimar la imagen de ciencia usual, presentada en el capítulo uno, cohibe la posibilidad de valorar ideas propias y de establecer una relación dialógica, a través de la historia, con los autores y sus interpretaciones. Dicho en palabras de Suzani Cassiani (2011), muchas veces hay una mirada inducida sobre la forma de leer el contenido en las clases de ciencias, este contenido está generalmente atravesado por una concepción de ciencia como verdad absoluta, lo cual da espacio para un sentido único y silencia las interpretaciones de otros en la búsqueda de las explicaciones de los fenómenos.

Por el contrario, ahora me asumo de una manera consciente como sujeto (docente) que influye de manera directa, sobre otros (mis estudiantes): “eventos particulares del aula, características de la institución y cualidades personales del profesor interactúan [...] e inciden en la enseñanza de las ciencias” (Brickhouse, N. y Bodner, G. 1992, p. 471). Desde esta perspectiva cuestiono mi papel pasivo frente al conocimiento científico, para poder entrar en diálogo con él, ser interlocutora de los contenidos y de las teorías científicas.

De esta forma me encontré en un tránsito de la existencia de múltiples estrategias para adquirir el aprendizaje, reconociendo el aspecto didáctico de la educación, a la posibilidad de multiplicidad de caminos, en cuanto a interpretaciones se refiere.

De ahí la necesidad de otra mirada sobre la ciencia y la experimentación que posibilite procesos de conocimiento científico en la enseñanza. Desde mi punto de vista, y en contraste con la imagen tradicionalista de la ciencia, pretendo difundir una imagen de ciencia que se asuma en construcción y, para ello, se requiere tomar como punto de partida la experiencia, el conocimiento de la HEdeC y las obras de los científicos.

Contextos de experiencia que posibilitan conocimiento

Desde lo planteado antes, puedo decir que nosotros como profesores desde nuestras prácticas tenemos la facultad de impactar en favor de la ciencia como conocimiento activamente construido por los estudiantes, pero para que esto ocurra, la transformación debe iniciar en mí como docente. A este respecto he profundizado en los fundamentos que privilegian una ciencia como construcción del sujeto, es decir, que la reconoce como incompleta, y que por lo tanto se puede aportar a su construcción, tal como lo enuncia Elkana (op. Cit.):

Ya sea que queramos indicar por ciencia la suma total de las ideas sobre el mundo o, más estrechamente hablando como un conocimiento organizado [...] siempre es para mí cierto que la ciencia que la ciencia está construida históricamente, que ella está sometida a standards de juicio históricamente definidos. Por lo demás, ella puede ser cuestionada, discutida, afirmada, formalizada, enseñada, y por sobre todo, varía en forma extrema de una persona a otra; puede, en algunos puntos, variar de una disciplina a otra, y varía sin duda en forma extrema de una época a otra (p.3).

Mi intención apunta a asumir la enseñanza de las ciencias como una posibilidad de interacción directa en el aula entre los sujetos de saber y la ciencia misma, se trata así de una ciencia que no es ajena a las personas, que no es externa y cuya comprensión y construcción se posibilita de acuerdo al ambiente cultural que nos rodea a los sujetos

En una de las experiencias realizadas en la institución educativa en la que laboro, en el mes de agosto del año 2014, dispuse un mural de papel en uno de los corredores del establecimiento para que los estudiantes y profesores escribieran libremente allí, sobre la pregunta: *Y para ti... ¿qué es un rayo de luz?*. Este trabajo de exploración que adelanté, pretendió conocer impresiones sobre *la luz*, y fue inspirado por Arcà, Guidoni y Mazzoli (1990), quienes partieron de escuchar frases sobre la palabra *fuerza*.

Al categorizar la información registrada allí, me encontré con que la mayoría de frases hacían alusión a un aspecto religioso, moral y espiritual: *algo que me guía a algo bueno, un rayo de luz es la fe en Dios*; otras oraciones hacían alusión a aspectos relacionados con teorías divulgadas de los científicos: *es una partícula que nos permite ver las cosas oscuras, para mí un rayo de luz es reflejo*.

Cada una de estas expresiones fue construida desde un contexto de significado; en particular, quienes se ubican en un contexto *científico*, lo hacen desde lo informativo, mediante el uso de términos que aparecen en los libros, mas no desde contextos de experiencia.

Esta es una situación que no corresponde exclusivamente a la comunidad educativa de mi institución, pues Anderson y Karrqvist (citados en Driver, Squires, Rushworth, y Wood-Robinson, 1994, p. 170), quienes se encontraban realizando una investigación acerca de las ideas de los estudiantes de secundaria, también sobre la luz, concluyeron que “el concepto cotidiano de luz es de naturaleza más psicológica que física, citando frases como *la luz es mala o hay luz*”.

De acuerdo a lo analizado en mi mural, el carácter religioso que se le atribuye a la luz, corresponde a un elemento cultural amplio. Podría concluir que la luz como fenómeno no es exclusivo de las comunidades científicas desde las cuales implica aspectos físicos y fisiológicos.

Esto me lleva a situar la luz como un tema escolar del que no se ha hecho mucha exploración al interior de las aulas a manera de experiencia. El sujeto habla desde afuera,

apoyado en expresiones que se perciben como científicas, así no haya una apropiación de ellas: *partícula que nos permite ver, ... es reflejo, etc.*

El énfasis estuvo, especialmente, en lo religioso y en el mecanismo que permitía ver las cosas. Esta experiencia me mostró el desconocimiento que se tiene sobre las relaciones de la luz en tanto fenómeno físico, con el color, la sombra, el arcoíris, el ver, etc. De esta manera, tuve la oportunidad de identificar esos otros aspectos del campo conceptual de la óptica en los que podría profundizar: concebir la sombra como un objeto de estudio relacionado con los fenómenos ópticos.

Por eso la escuela debería proporcionarle formas diversas (...) [al estudiante] para poder descubrir un mundo lleno de cosas siempre nuevas e interesantes y debería estimular en él las ganas de pensar y de encontrar ideas, conocimientos e interpretaciones cada vez más complejos (Arcà, 2002, p.87).

Visto así, el papel de la escuela podrá favorecer un proceso de formación enfocado en potencializar ideas, interpretaciones complejas del mundo, y a ciudadanos que se piensen a sí mismos como sujetos de conocimiento: que toman postura frente a las circunstancias que nos rodean.

Función de los sujetos.

Asumí los contenidos del texto guía o fenómenos de la vida cotidiana, que fueron fuente para mi clase de ciencias, como naturalizados: los consideraba dados y por eso no era necesario reflexionar sobre ellos. Por ejemplo, en el grado tercero, aspectos como: fuentes de luz, propagación rectilínea de la luz, refracción, reflexión, sombras, etc., que cité en el capítulo uno, los asumía como *hechos científicos* dados: que no me apropiaba o resignificaba, de tal manera que quedaban como simples etiquetas vacías de significado.

Tarazona (2006) plantea que para el estudio de la óptica, en los grados de educación básica, se utilizan recursos desde la geometría y las matemáticas, pero no se establecen relaciones con la experiencia, lo que la convierte en una materia árida para la comprensión. De tal forma que, no suscita interrogantes en los estudiantes: se trabaja a partir de leyes, teorías, conceptos, etc., que son retomados de los libros texto, que los presenta desde una concepción de ciencia acabada. Esto ha motivado mi reflexión acerca de las múltiples perspectivas para asumir la ciencia, y me propuse investigar acerca de cómo asumir la experimentación, en relación con la luz, en un contexto de ciencia inacabada.

En la gran mayoría de los casos la estructuración del sistema educativo pretende que el estudiante acepte, sin objeción, las definiciones que le son dadas en el aula. Ahora que tuve la oportunidad de reflexionar sobre ello, concluyo que mantener una concepción de ciencia de este tipo, me cuestiona sobre el papel de mis estudiantes y el mío propio en relación a la construcción del conocimiento científico.

Ahora me pregunto: ¿Qué significa asumirme, desde mi práctica como docente de ciencias naturales, como sujeto activo del conocimiento científico?, ¿cómo abordar el tema de La Luz en clase, de tal manera que, tanto mis estudiantes como yo, hagamos parte activa de este proceso epistemológico?

Los conceptos como elaboraciones: las socializaciones como materia prima.

Generalmente, los docentes nos hemos asumido como sujetos que nos relacionamos con los objetos o fenómenos desde una barrera, es decir, como observadores de lo que han hecho y dicho otros. Es como si existiera una brecha que cada vez más separara al investigador científico del sujeto común. Con el fin de ir cerrando esta brecha, surge la

propuesta por enseñar ciencias a partir de las experiencias del sujeto, de tal manera que se le permita interrelacionar con sus objetos de interés y, a partir de allí, se convierta en parte activa de la construcción de su propio conocimiento (proceso que es inherente a la persona).

Para llevar a cabo mi propuesta, se hace necesario dar relevancia a espacios como la socialización y “además de realizar la misma actividad proponga [el profesor] situaciones nuevas donde haga caer en cuenta al estudiante acerca de la subjetividad de la naturaleza” (Rodríguez, 1998, p.34). A partir de la interrelación con el otro: al manifestar las propias ideas y escuchar las de los demás se enriquece nuestro discurso y se dinamizan nuestros conceptos. Cuando como docentes asumimos una nueva forma de ver la ciencia respecto a la usual, en la que tanto nosotros como nuestros estudiantes somos sujetos activos durante la construcción del conocimiento, necesariamente, se modifica la enseñanza.

Para que dicho proceso de construcción sea posible necesitamos partir de nuestras experiencias. Tanto docentes como estudiantes poseemos un conocimiento común (Ibíd.), mediado por la experiencia y por el lenguaje. Por lo tanto, somos actores, construimos significados desde nuestros propios contextos de experiencia: somos sujetos de conocimiento.

Esta construcción a pesar de ser personal se retroalimenta del colectivo a través del lenguaje, pues las comunidades científicas y académicas requieren de este consenso conceptual, en pro de la construcción de hechos científicos.

Dicho de otro modo, las herramientas que posibilitan la comprensión son la experiencia y el lenguaje.

Me referiré al fenómeno que se ha convertido en mi objeto de estudio en esta investigación: la sombra. Cuando se hace una representación gráfica de la sombra, ésta es

resultado de un proceso mental basado en experiencias pertinentes. Es decir, el dibujo da cuenta de la asociación que como sujeto hago de las palabras o situaciones que para mí representan a dicho fenómeno.

Mach (op. Cit., p.110) plantea que “el concepto no es una formación instantánea, como una representación sensible, simple y concreta (...) cada abstracción tiene su historia, (...) su formación psicológica a menudo es muy larga”, y con ello quiere decir que los conceptos, aunque son construcciones de los sujetos, no pueden desconocer su contexto histórico y cultural.

Por eso las representaciones responden a interpretaciones y comprensiones propias de cada sujeto. En mi caso, el concepto de sombra ocurre necesariamente a partir de experiencias relacionadas con la luz y que se perciben por medio de la visión. Así que, los conceptos no son las palabras o los términos en sí, sino un proceso de construcción de un sujeto hacia la comprensión.

Mi propuesta de plantear problemáticas al interior del aula sobre los contenidos de las ciencias, permite dilucidar una intención de enseñar una ciencia en construcción, donde las problemáticas están cargadas de toda una intencionalidad conceptual por parte del profesor, pues es él quien las diseña, de una manera consciente, para que resulten favorables y movilice en los estudiantes procesos que lo lleven a la construcción de conocimiento: se asuman así mismos como sujetos de conocimiento. Esta transformación ocurre, primero, en el profesor, y en consecuencia, se siente facultado para elaborar propuestas de aula que favorezcan la visión de una ciencia en construcción.

En esta línea, entra en juego el asumir las controversias no solo como asuntos dados entre científicos, sino que el aula misma puede servir de escenario para este tipo de prácticas, lo cual aporta a una visión democrática al interior del aula. Con los debates se pueden generar situaciones que permiten que los estudiantes argumenten para distanciarse o acercarse a ciertas posturas de sus compañeros, con la libertad de sentir que no tienen que ser las mismas del profesor. Posibilitar las controversias al interior del aula, privilegia el proceso más que el producto en sí.

La diversidad de posturas da cuenta de un contexto histórico, y es en las socializaciones que comprendemos el porqué de esta variedad, donde las justificaciones que se hacen, refleja unos argumentos coherentes que responden a la experiencia y que dan cuenta de un conocimiento que se construye desde la cultura.

En este sentido, el autor Igal Galili (2008) nos presenta una ciencia como desarrollos colectivos, por eso es cultural, pues su desarrollo no pertenece al individuo, sino a la interpretación del sujeto dentro del contexto cultural en el que se desenvuelve. “La cultura de la física es universal, en el sentido que es indiferente de la raza o de los lugares” (p.3). Es decir, hay una manera de proceder generalizada, por ejemplo, en el caso de asumir la experimentación; sin embargo, de acuerdo a los intereses e influencias culturales del científico vemos distinta su interpretación.

Construcción de objetos de estudio

A nivel curricular sería muy importante confrontar teorías, a fin de mirar varios puntos de vista que permita determinar aspectos en común. Al respecto Sanjosé (citado en Torres, 2015) menciona que

[en las escuelas] hay una gran preocupación porque se aprenda la historia del país y se está olvidando que las asignaturas dentro del currículo escolar tienen un sentido que trasciende el propio contenido, que es el desarrollo de la lógica, de la memoria a largo plazo, la capacidad de conectar ideas, de razonar, de plantearse preguntas, se está dejando de lado el desarrollo de enfrentar capacidades.

Esto demanda la necesidad de que los *hechos* sean objetos de estudio, es decir, que como sujetos culturales, tanto docentes como estudiantes, los construyamos, los incorporemos a nuestros modos propios de ver. Acorde con esto en tanto comunidad tenemos diferentes puntos de vista que podemos socializar, analizar, debatir y comprender: se mantiene la construcción. Desde esta perspectiva nos brindamos la posibilidad de reflexionar: de ir más allá de lo que nos presentan los textos, porque asumimos una postura de pensador, de conocer los procesos de construcción de los postulados y analizamos cómo los objetos de conocimiento hacen parte de procesos de discusión.

Así, resulta importante favorecer la interrelación entre sujetos: formarnos como comunidades de discusión para construir objetos de estudio que respondan tanto a necesidades colectivas propias como a intereses de los individuos.

Esto demanda la necesidad de que los hechos sean objetos de estudio, es decir, que como sujetos culturales los construyamos, los incorporemos a nuestros modos propios de ver en tanto que somos sujetos sociales.

Uso convencional de la Historia y Epistemología de la Ciencia

Por lo general, el uso que se ha hecho de la HEdeC, al interior de las clases de ciencias naturales, ha sido meramente informativo, a esto se refiere de Hosson (op. Cit.)²³ cuando dice

²³ Cécile de Hosson fundamenta su trabajo de investigación en el uso de la historia de la ciencia, sin embargo, en este capítulo voy a referirme a los análisis de la historia que ella hace más que a los usos, los cuales se verán en el capítulo cuatro.

que “la historia de la ciencia, tantas veces reclamada [en el contexto educativo] por lo general se presenta en forma anecdótica, como complemento cultural a la enseñanza de las ciencias” (p.11). Muestra de ello es cuando traemos al aula biografías de científicos, anécdotas de ellos y en el mejor de los casos se dan a conocer controversias científicas, pero sin hacer reflexión sobre ellas.

Sin embargo, este uso que se hace de la HEdeC, corresponde a una perspectiva en la que docentes y estudiantes nos ubicamos como observadores, pues somos externos a los planteamientos.

Bajo nuestra postura se reconoce la necesidad de hacer un uso más dinámico de la HEdeC en el proceso enseñanza-aprendizaje, donde los sujetos presentes en el aula: docentes y estudiantes, tomemos un papel activo en la construcción de los hechos científicos.

Si el objetivo del docente es transmitir, puede enunciar los postulados que se encuentran de manera secuencial en los libros texto, como lo mostramos en la crítica del capítulo uno. Pero bajo la mirada del uso de la HEdeC, como fuente de una ciencia que se construye, se le apuesta más al desarrollo del pensamiento científico, entendido como la capacidad que tenemos los sujetos para preguntarnos y elaborar explicaciones sobre el mundo físico. Como diría Arcà (1999), sería apostarle a “una educación científica de base” (p. 193)²⁴ para formar en el individuo una actitud científica que, sin lugar a dudas, le será muy útil en su vida cotidiana.

A propósito Merlé, citada en de Hosson (op. Cit.), invita a asumir a la ciencia como un proceso en construcción, dejando de lado el carácter absoluto que se le ha dado

²⁴ Este documento de Maria Arcà (1999) se encuentra en idioma francés, por lo tanto las citas que utilizo al respecto a lo largo de este trabajo, corresponden a traducciones al español de mi parte.

tradicionalmente, al decir que “un enfoque inspirado en la historia de la ciencia en esta dirección [la de ciencia inacabada]: permite mostrar cómo se construye el conocimiento poco a poco, a menudo por refutaciones de las creencias anteriores” (p.47).

Este interés, lleva a cuestionarnos sobre aspectos tales como: ¿de qué manera se ha dado la construcción de determinado hecho científico en la historia? ¿Cómo ha construido el docente ese hecho científico? ¿Cómo construir ese hecho en el contexto escolar?

La recontextualización de la historia en el aula, en el sentido de interpretar la construcción de los hechos desde los científicos de otras épocas, apunta a identificar elementos particulares que aporten a la construcción de conocimiento en la escuela. Ello quiere decir que el objetivo se centra en generar inquietudes y motivaciones por preguntas propias sobre la construcción de los hechos.

Como docente, al hacer uso de la Historia y la Epistemología de las Ciencias (HEdeC) estoy buscando respuestas a mis propias preguntas. Es decir, el enlace entre la historia de las ciencias, la epistemología y la enseñanza, depende de mí como maestra, pues soy yo quien busco llevar a cabo la construcción del saber al interior del aula. Por ejemplo, en el caso de la sombra, me surgieron interrogantes como: ¿Qué tanto conozco de la sombra? ¿Cómo posibilitarme una alternativa de construcción propia a partir del camino del conocimiento seguido por otros en la interpretación de la sombra como fenómeno? ¿Cómo puedo hacer uso de otras analogías, diferentes a la de Galileo, relacionadas con este hecho, que me aporten a la construcción de conocimiento científico?

En esta línea, si como docente logro establecer problemas, ejemplos, experimentos, etc., a partir de los cuales pueda posibilitar experiencias que permitan la construcción de

hechos, y de igual forma puedo hacer consciente este proceso en mí, puedo proponer situaciones con mayor soporte conceptual que me permitan propiciar experiencias de interacción en el aula. En esta perspectiva, privilegiamos una ciencia como construcción del sujeto (Elkana, op. cit.).

De esta manera, la HEdeC me brinda elementos para llevar a cabo un proceso diferente de enseñanza y aprendizaje: “No se trata sólo de utilizar la historia de las ciencias como una herramienta de promoción de la ciencia, sino más bien, como una referencia que permite la elaboración de una herramienta cognitiva” (de Hosson, op. Cit., p.48). En mi caso, la herramienta cognitiva es establecer a partir de mi propia experiencia y de situaciones de la realidad, analogías con los nuevos fenómenos. Tal y como lo hizo Galileo en su analogía de las sombras en la luna con las sombras de la tierra.

Conocer el contexto de aula y tener acceso desde la HEdeC a la manera como algunos científicos han llevado a cabo su construcción de los hechos, me permite contar con elementos para el diseño de una serie sistemática de actividades, enfocadas en el grado, las necesidades e intereses de mis estudiantes. Dichos elementos apuntan a que se les permita a los estudiantes hacerse constructores de conocimiento científico.

Esta construcción que cobra relevancia en la medida en que se hace con otros, es colectiva; pues responde a unas características culturales que se fortalecen desde la “necesidad de acceso directo en el discurso entre pares” (Viennot y Kaminski, 1991, p. 8)²⁵. Los procesos de socialización permiten organizar el pensamiento tanto para quien habla como para quien

²⁵ El documento se encuentra escrito en francés, las citas utilizadas en este texto corresponden a traducciones de mi parte.

escucha, a la vez que posibilita espacios de reflexión en pro de la construcción en colectivo del conocimiento.

De aquí, es fundamental que en la escuela propiciemos experiencias que permitan ser parte activa en la construcción de conocimiento, porque “todo acto educativo requiere de la implicación del alumno, ya que no se aprende sin actividad personal consciente y deseada” (Izquierdo et al., 1999, citados en Vallverdú e Izquierdo, 2010, p. 48).

Si bien la propuesta de contenidos aparece desde el currículo, la riqueza está en hacer de ellos parte de nuestros contextos sociales y culturales. En mi caso específico de la interpretación de fenómenos naturales, estos no corresponden a contextos externos, a otras realidades, sino que son una construcción de la cotidianidad de los sujetos. Así lo exponen Driver, et al. (1994): “las concepciones de los niños sobre la ciencia... se forman por la experiencia personal con los fenómenos” (p, 23). Siendo así, hablamos de una ciencia que pertenece a los sujetos y, por tanto, es una construcción que se desarrolla en sus espacios culturales.

De esta manera, se pretende incidir en la formación de ciudadanos que se identifiquen a sí mismos como sujetos de saber, posibilitando con esto, elementos para la construcción de una sociedad más democrática y justa, en tanto los sujetos que la conforman asumen la responsabilidad directa sobre sus acciones y por consiguiente, la repercusión de las mismas en el mundo.

La experimentación como construcción

Al ser nuestro medio tanto natural como cultural, utilizamos ambas fuentes de experiencia cognitiva como bases para la construcción de conocimientos nuevos (Ver el

apartado titulado: *Mi construcción de la sombra como hecho científico: Las representaciones- modelos- como síntesis*). Ahora bien, compartimos con Arcà y Guidoni que resulta imprescindible la escuela lleve al estudiante, desde los primeros grados, a la construcción de modelos científicos, ya que, como lo plantean estos autores “la destreza cognitiva de elaboración de modelos conduce al pensamiento científico a construir interpretaciones coordinadas de fenómenos interconectados y a representar, por modelos jerarquizados, relaciones recíprocas, influencias múltiples, regulaciones mutuas de la dinámica de los acontecimientos” (2000, p. 145). Lógicamente este es un proceso largo que requiere dedicación y de un conjunto de actividades intencionadas que inician con tipos de modelos más “simples” o cercanos a la realidad del niño, atravesando un proceso paulatino de complejización, hasta llegar al modelo científico.

Desde nuestra perspectiva no hay brecha entre el conocimiento común y el conocimiento científico (Arcà, et al.,1990). Esta idea se puede resumir, en palabras de Rodríguez y Ayala (1996) cuando expresan que

...la enseñanza de las ciencias además de estar determinada por la concepción de ciencia que se maneje, propaga esta imagen, influyendo de manera bastante significativa en la relación que los individuos de una cultura dada pueden mantener con la cultura científica (p. 75).

El nexo entre las prácticas de enseñanza de las ciencias y la concepción de ciencia, generalmente, no es consciente, en tanto no es objeto de reflexión. “La existencia de diversidad de concepciones de la ciencia no tiene lugar; en cambio se asume que solo existe una, la verdadera, y que por lo tanto, todas las personas tienen esa forma de significar la ciencia” (Sosa y Rodríguez, 2014, p. 2).

A mi modo de ver, la construcción de conocimiento científico a través de la experimentación, no está delimitada ni por unos espacios físicos (como laboratorios o aulas especializadas), ni por una edad más adecuada para su comprensión, ni por cualquier otra cantidad de agentes que se puedan utilizar como pretexto, sino más bien, por mi concepción como docente y mi capacidad para propiciar experiencias apropiadas que contribuyan a estos procesos de construcción.

Traigo a colación una actividad experimental realizada en el grado segundo, inspirada en una serie de secuencias didácticas en ciencias naturales para la educación básica primaria, publicadas en el 2013 por el Ministerio de Educación Nacional. Allí se propone oscurecer el salón y con una lámpara muy potente iluminar el aula, para que se formaran sombras con los cuerpos de los niños (p.53). La situación resultó favorable, para lo que en ese momento pensaba que era el objetivo de la clase: que todos los niños se encontraban maravillados por observar su sombra y las sombras de sus compañeros y la clase concluyó allí, cuando los niños “jugaron” un momento con sus sombras.

A propósito de esta situación en el aula, Rodríguez (1998) enuncia que

el profesor muestra un comportamiento existente en la naturaleza que se explica con una ley a priori, (...). La relación que establece el profesor entre la descripción que hace el estudiante y la ley que supuestamente la explica, no es construida ni por él ni por el estudiante” (p.6).

Favorecer procesos en vez de resultados (Torres, op. Cit.) se convierte en una propuesta alternativa para nosotros como docentes al momento de enfrentar los contenidos en la clase de ciencias naturales. Esta situación permite iniciar reflexiones en torno al camino que emprendieron los autores de dichos resultados.

Todo esto apunta a un conocimiento que nace desde la misma construcción por parte de los sujetos, y por lo tanto, como no viene desde afuera, su comprensión parte de las propias estrategias que favorecen procesos de metacognición. El interés no está en descubrir los saberes de la ciencia, sino en construirlos desde la experiencia y la experimentación. Ello significa, en palabras de Torres (ibíd.) que “lo que verdaderamente tiene sentido en ciencias es el cómo se produce una teoría y no el qué se produce” (p. 9). Y yo le agregaría, el acto consciente de cómo se lleva a cabo este proceso.

La experimentación, situada en este contexto, va más allá de la mera repetición de procedimientos. La propuesta de talleres en torno a conceptos como el de fuerza (véase taller: fuerzas y pesos) del grupo de Paolo Guidoni (1990), reivindica el papel del conocimiento común de los estudiantes y podemos situarlo en esta perspectiva.

La interrelación entre las experiencias que se ofrecen en el aula y el conocimiento común brinda herramientas para que el estudiante pueda ir más allá de la mera manipulación. Este espacio que se genera permite que el estudiante se asuma como constructor de sus propias situaciones experienciales, las cuales le permiten construir objetos de estudio.

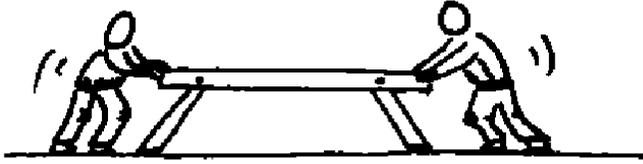
En palabras de Viennot (2011)

La didáctica es la investigación en la educación que trabaja mucho en los contenidos de la disciplina y no en cuestiones generales de educación, o sea en el análisis de cómo presentamos unos fenómenos físicos bien precisos. Entonces para hacer este trabajo hay que conocer la física, o por lo menos intentar conocerla (Audio de entrevista).

Este planteamiento, se interpreta como una propuesta hecha para nosotros como docentes al momento de enfrentar los contenidos en la clase de ciencias, para que más que ocuparse por llegar a la recitación de postulados científicos, nos preocupemos por favorecer, a

través de experimentos, que los estudiantes asuman “una visión más rica y diversa de los pasos de la ciencia” (Mathé, Méheut y de Hosson, 2008, p.44), en los que se haga evidente que dentro de la clase de ciencias naturales se puede “dar más autonomía a los estudiantes, ofrecerles tareas más abiertas que les permitan desarrollar más actividades de alto nivel cognitivo” (ibíd.).

TALLER FUERZAS Y PESOS
Actividad N°1



Empuje del potro

Observa la figura en la que dos personas se encuentran en extremos opuestos de un potro y están tirando de él hacia el frente. Responde las siguientes preguntas a partir de lo que crees que podría suceder

- ¿Qué pasa si en un lado hay un niño más acuerpado y en el otro extremo un niño más delgado? ¿O si uno es más alto y el otro es más bajo?
- ¿Qué pasa si ambos están en una superficie jabonosa o resbaladiza?
- ¿Qué pasa si se le ponen ruedas al potro en las patas de uno de los extremos? ¿Y si se ponen ruedas en las patas de ambos extremos?
- ¿La edad influye para saber quién gana? ¿El género (masculino/femenino) influye?
- ¿Si en uno de los lados se utiliza un objeto para empujar (por ejemplo una tabla), los resultados cambian?
- ¿Qué pasa si quien empuja en uno de los extremos está sentado o arrodillado y el otro de pie?
- ¿Hay diferencia en los resultados si uno de los participantes empuja con los pies desde su extremo?
- ¿Cambian los resultados si ambos empujan poniéndose de espaldas al potro?
- Si el terreno no es plano, sino inclinado, ¿cambia el resultado al obtenido en un terreno plano?
- Si hay un punto de apoyo para uno de ellos, ¿esto interferiría en los resultados?

TALLER FUERZAS Y PESOS

Actividad N°2

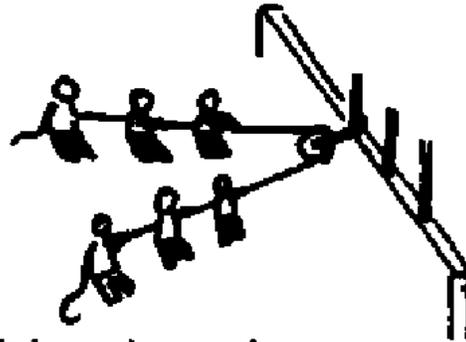


Tiro de la cuerda

En el juego de tirar de la cuerda, se presentan las siguientes situaciones. Trata de predecir el resultado a partir de las siguientes preguntas:

- ¿Influye en el resultado, el hecho de que no haya igual cantidad de personas a lado y lado?
- Si en un lado hay una persona de constitución gruesa y otra de constitución delgada, ¿quién ganaría en el juego?
- Si todas las personas de un lado son altas y las del otro lado son todas bajas, ¿influye esta situación en el resultado, teniendo en cuenta que hay la misma cantidad a ambos lados?
- ¿La edad influye para saber quién gana? ¿El género influye?
- ¿Afecta en algo si en un lado hay dos niños de baja estatura y en el otro uno solo, pero más alto?
- Si la condición de la superficie no es igual para ambos lados, por ejemplo, un lado es liso y el otro es estriado, ¿afecta el resultado del juego?
- ¿Afecta el resultado en el juego, si los participantes de un lado usan guantes y los del otro lado no?
- Si el terreno está inclinado, ¿afecta a alguno de los dos equipos? ¿A cuál?
- ¿Puede afectar los resultados el hecho de que la cuerda esté aceitada?
- Si un lado de la cuerda tiene nudos y el otro no, ¿puede ésto beneficiar o afectar a los equipos?

TALLER FUERZAS Y PESOS
Actividad N°3



Tiro de la cuerda con polea

Ubica dos equipos en una situación como la que se ve en la imagen, responde las siguientes a partir de lo que crees que puede ocurrir y luego comprueba realizando la actividad.

- ¿Las condiciones del terreno influyen para beneficiar a un equipo más que al otro?
Por ejemplo: inclinación del terreno, situación de la superficie del suelo
- Si hay un punto de apoyo para uno de los equipos, ¿esto interferiría en los resultados?
- ¿Influye en el resultado, el hecho de que no haya igual cantidad de personas a lado y lado?
- La distancia de los participantes entre sí, ¿afecta de algún modo los resultados?
- ¿Afecta en algo, el hecho de que uno de los equipos se encuentre más cerca de la polea que el otro?
- Si se cambia la altura de la polea, ¿cambian los resultados o las condiciones de los participantes?
- ¿Será mejor que la polea esté más alta, más baja o que se encuentre a la misma altura de los participantes?

Tomando a Arcà et al. (1990, p.125-128) como base diseñé la siguiente propuesta de taller²⁶, planteé otras preguntas a las que usualmente hacía en clase se empiezan a escuchar las voces de los estudiantes y a reconocer la posibilidad de reflexionar desde situaciones experienciales, todo lo cual fue posible gracias a que hubo en mí una toma de consciencia, que hizo posible el cambio.

De tal manera, que se hace uso de un elemento cotidiano, como lo es la fuerza, el hecho o fenómeno se construye por el colectivo, en este caso, a partir de las reflexiones dadas por los estudiantes. Al principio, los niños se mostraban más cohibidos para hablar y reclamaban una respuesta o aprobación de sus comentarios por parte mía como docente, sin embargo, con el paso de las preguntas y ante la instauración de un ambiente que no descalificaba los puntos de vista personales, cada niño adquirió de manera paulatina confianza para expresar sus ideas a y de esta manera, se fueron presentando especie de debates, cuando alguno de ellos manifestaba su desacuerdo con las opiniones de otros.

La unión de las experiencias que se ofrecen en el aula y el conocimiento común (Arcà, et al., 1990), brindan herramientas para que el estudiante pueda animarse a responder y a plantear situaciones, que vayan más allá de lo que está tocando y manipulando; pero para lo cual, no ha partido de la nada, sino que se le han posibilitado experiencias que aunadas a su conocimiento común, lo llevan a establecer hipótesis y plantearse explicaciones.

De esta forma “los experimentos se pueden asociar con momentos de la experiencia; que pueden estar vinculados lógicamente para verificar las conexiones causales,

²⁶La intención, idea, el título y las imágenes son retomadas de Arcà, M., Guidoni, P. & Mazzoli, P. (1990). Enseñar ciencia: cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base. Paidós. Pero, las preguntas fueron elaboradas e implementadas por Andrea Sosa.

el estudio y modelar la evolución de los procesos, una distinción entre los fundamentos y las condiciones relacionadas” (ibíd., p. 200). Así, los experimentos si bien pueden estar fundamentados en situaciones de la experiencia de los individuos ofrecidos desde la cultura, este proceso lleva consigo una carga de nuevas experiencias acompañadas de otras posibilidades de preguntarse, de establecer modelos y de modificar hipótesis o conclusiones.

Enfoque de la Historia y Epistemología de las Ciencias en el aula de clase

A partir de la lectura de documentos leídos durante la maestría para identificar la construcción de la sombra como hecho científico, tuve conocimiento de la experiencia que vivió en su momento Eratóstenes (ver figura 33)²⁷, cuando se fijó en un palo que se encontraba en pleno mediodía, durante el verano en un lugar abierto en Siena, y este no proyectaba sombra y a esta misma hora, del mismo día, un palo ubicado en otro lugar (Alejandría)²⁸ si proyectaba sombra (de Hosson, 2007, p.162).

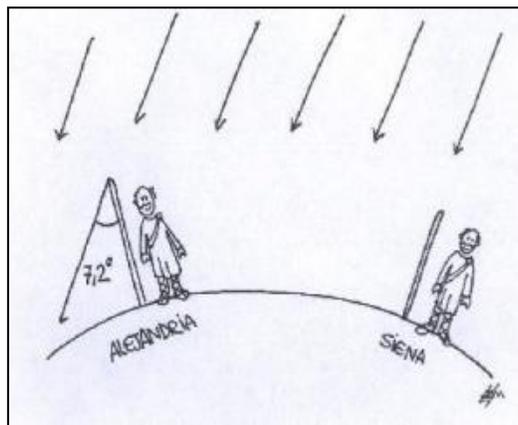


Figura 33. Representación de la situación observada por Eratóstenes.

²⁷ Imagen tomada de <http://todaslas cosasdeanthony.com/2012/07/02/como-eratostenes-midio-la-circunferencia-de-la-tierra-hace-2-mil-anos/>

²⁸ Siena (hoy Asuán) y Alejandría son dos ciudades de Egipto que tienen una distancia entre sí de 3 grados de longitud

Esta experiencia, junto con otras lecturas y los encuentros de discusión sobre las mismas con mis compañeros y profesores de la Maestría, contribuyeron para asumir de otra manera la enseñanza de las ciencias: reconocer el uso de su historia al interior del aula para, desde ahí explorar las posibilidades de experimentación a través de situaciones cercanas a los sujetos. Este tipo de reflexiones me llevaron a concluir también que si como docente no vivo el proceso de asumirme como sujeto de saber en una interlocución directa con la ciencia, tampoco podría ir más allá en este camino de construcción de conocimiento.

Por eso, como docentes es fundamental estar atentos al discurso, para que por medio de éste se privilegie el pensar, construir y reflexionar sobre lo que hacemos al interior de la clase, ya sea porque se parta de construcciones propias o de modelos propuestos por otros.

Cuando el objetivo de la enseñanza de las ciencias en la escuela es favorecer el desarrollo del pensamiento científico, se requiere desarrollar y potenciar un espíritu crítico sobre las ciencias. Es decir, que sintamos la necesidad de cuestionarnos sobre los fenómenos, que admitamos dudas.

De acuerdo con de Hosson (op. Cit.), p.47 y 48), hacer uso de la historia de las ciencias en el aula, brinda herramientas ricas en posibilidades como:

- “Promover la imagen de ciencia como una *aventura humana*” (Merle, 2001, citada en de Hosson, ibíd., p. 48).
- Potenciar en los niños y jóvenes un “gusto” por la ciencia.
- Comprender las dificultades que pueden pasar los estudiantes durante el aprendizaje de un saber o contenido.

Entonces, la HEdeC, además de ofrecer elementos didácticos y pedagógicos para la clase de ciencias, posibilita el cambio en la imagen de ciencia, en tanto la hace comprensible a partir del *conocimiento común* que parte de la experiencia propiciada por el entorno cultural.

Enseñanza de las ciencias desde una imagen cultural de la ciencia

En el contexto de esta investigación resultarán claves aspectos como: la experiencia en tanto es un recurso que poseemos todos los sujetos, se presenta y se alimenta cotidianamente; lo experimental visto como la posibilidad de ampliar este campo experiencial y no necesariamente desde el uso de artefactos y, el experimento, como aquel que tiene un carácter más formal que las anteriores categorías, pues requiere ser pensado y planeado, tomando en consideración aspectos teóricos y construcciones propias.

Arcà enuncia al respecto que:

Es de ingenuos pensar que las leyes sobre las que los niños deberían construir sus deducciones, aceptadas sin el soporte de la experiencia, puedan proporcionarles un rápido acceso a los conocimientos o, lo que es lo mismo, a las ideas desarrolladas por otros y acumuladas a lo largo de la Historia. (2002, p.75).

En este sentido, la autora afirma la importancia de la experiencia en los procesos de conocimiento, de los niños y, por lo tanto, la enseñanza de la ciencia en el aula no se puede centrar en replicar ideas. Como docentes podemos entrar en diálogo con la ciencia y comprenderla desde nuestra propia interpretación.

En esta línea, el *conocimiento común* retroalimenta al *conocimiento científico* (Arcà, et al., 1990) y se establecen nexos entre sí, entran en diálogo con el saber. Esto permite que haya diferentes posturas con respecto a los objetos de la ciencia. De este modo hay espacio para las voces y testimonios de los niños, se posibilita en el aula el debate y la polémica,: “Al

conversar, tan importante es estimular a los escolares para que expresen lo que han oído, leído o piensan, como favorecer una regulación interactiva que permita contrastar las distintas explicaciones y sugerir cambios” (Pujol, 2007, p.159). De ahí la importancia de favorecer este tipo de espacios en el aula, momento en el que mi rol como docente resulta fundamental para que pueda darse.

En este sentido, los niños trascienden lo concreto al posibilitárseles, la construcción de conocimiento en el colectivo; esto a su vez implica aprender a organizar sus ideas para hacerlas comunicables y así, en medio de las socializaciones, se “abracen áreas más amplias de la realidad” (Arcà, 1999, p.192). De igual forma, la comunicación de sus ideas permite ver el desarrollo de una mayor consciencia sobre el uso de estrategias, por parte de los niños, que den vía libre al razonamiento abstracto, sin olvidar el punto de partida: la experiencia.

Una vez tomado consciencia como docente sobre la necesidad de contar con mi propia construcción de los hechos, también fue importante pensar en posibilidades de ampliación de las experiencias de los estudiantes, para que se crearan sus propios interrogantes y previsiones. En este sentido Saltiel y Viennot (1985) nos plantean “Verdaderamente una descripción sintética (...) de lo que los estudiantes piensan es más fácil de tener en cuenta que una lista de típicas preguntas y respuestas, y es probable que proporcione algunas pistas para unas estrategias de enseñanza-aprendizaje más eficaces” (p.138). Valorar las ideas de los estudiantes en del espacio del aula y enriquecer sus experiencias, nos permite como docentes proponer en nuestras clases un espacio más eficiente para la construcción de conocimiento.

Para los niños del grado primero, que se encuentran en el proceso de adquisición del código escrito, el dibujo, además de la conversación, se convierte en herramienta fundamental

para explicitar sus ideas. Pujol (op. Cit.), así lo expresa cuando dice que “la representación mediante el dibujo facilita a los escolares la expresión de las nuevas reconstrucciones realizadas y, además, se enriquece si se acompañan de una explicación oral o escrita que obligue a ordenar las ideas expresadas icónicamente” (p. 63).

De manera tal, que conocer las ideas de los niños genera la posibilidad de hacer del aula un *laboratorio*, donde el conocimiento es construido por los sujetos que la habitan. Pues como lo plantea Arcà (2002), generar en el aula oportunidades en las que los niños pongan de manifiesto sus propias ideas, ya sea a partir de conversaciones, socializaciones o pidiéndoles representaciones de lo que piensan acerca de una situación, por medio de dibujos, escritos u otros medios, posibilita un ambiente de clase en el que sus concepciones son reconocidas, al tiempo que el docente puede ser interlocutor en estas socializaciones por medio de preguntas que generen nuevos cuestionamientos a los estudiantes. Así también lo ven otras autoras:

El conocimiento de éstas [las ideas de los estudiantes] es también muy importante para programar las tareas específicas de la enseñanza. Cuando sabemos los tipos que prevalecen, podemos proponer actividades que contradigan o amplíen el marco de aplicación de las mismas (Driver, Guesne y Tiberghien, 1999, p.301).

Además, esta perspectiva ofrece posibilidades colaborativas, es decir, la relación docente-estudiante, está mediada por un interés mutuo en el conocimiento, por lo tanto ambos asumen un compromiso formativo para la forma de abordar diversas temáticas y permite dar vía libre a la elección de problemáticas que me orienten la toma de decisiones en cuanto a los objetos de estudio que serán tratados en clase.

En este proceso, el uso del *lenguaje* es determinante, pues permite explicitar las ideas propias desde el requerimiento del otro; además, la necesidad de hacerse entender ayuda a tomar consciencia del propio punto de vista. De otro lado, la *experiencia* nos posibilita

reflexionar sobre el hecho, tanto porque ésta sea evocada o porque sea ampliada con actividades concretas de aula. Es así como, desde la argumentación se da la construcción del *conocimiento*.

En otras palabras, se reconoce la importancia de la triada propuesta por Arcà, Guidoni y Mazzoli en 1990: *Experiencia, Lenguaje y Conocimiento* (E-L-C), en la que cada uno de estos elementos no puede ser visto, sino en relación con los otros dos. En este sentido, las socializaciones, son uno de los medios para generar movilización de procesos de pensamiento, en los que “la implicación emocional, el espíritu de competencia, el juego cognitivo, el compromiso frente a frente, el descubrimiento posible, el orgullo del éxito... se convierten en elementos esenciales para estimular el interés y la comprensión de fenómenos” (ibíd.). Así se propicia el espacio para la construcción colectiva de conocimiento, a partir de ideas propias y de las explicaciones de los compañeros, ya que, “la conversación, además de incentivar el interés por el objeto de estudio, se torna un elemento clave para el intercambio de pensamiento que, a su vez, posibilita su construcción” (Pujol, ibíd., p. 157).

Propiciar espacios para que los niños interactúen con sus compañeros, en los que se trata, desde la argumentación, de darle lugar a la construcción de un conocimiento que respondiera a una imagen de ciencia que no se asume como acabada, sino que privilegia “un proceso de educación para estimular la capacidad de razonamiento científico autónomo y coherente desde su experiencia [la de los niños] de los fenómenos observables” (Arcà, 1999, p.194). Capacidad que fue estimulada cuando se escuchan las ideas y representaciones que hacen los niños de los fenómenos. Además que esto ofrece diversas posibilidades de ampliación de la experiencia y de la experimentación para la construcción de conocimiento

científico, es decir, que se enriquece el campo experiencial y, en esa medida, se construye, de manera progresiva, una cultura escolar de una ciencia en construcción.

En este contexto, es fundamental propiciar espacios al interior del aula en los que se les dé a los niños la oportunidad de compartir vivencias, socializar interpretaciones e ideas, hacer experimentos y dar a conocer sus propias explicaciones. “No es repetir las explicaciones de los demás [las de los científicos]” (Arcà, *ibíd.*, p.212), sino el interés por “disfrutar del conocer” (*Ibíd.*).

Es aquí donde las imágenes realizadas por los niños cobran especial importancia, pues “para que un dibujo representativo de la realidad tenga valor como herramienta constructora de conocimiento, es importante huir de los dibujos ya elaborados en que los escolares tan sólo deben colorear y rotular” (Pujol, *Op. Cit.*, p. 160), ya que de ser así se estaría repitiendo las representaciones de otros, que es, precisamente, lo contrario a lo que pretende esta propuesta.

Hasta este punto hemos visto cómo además de la socialización se hace fundamental reconocer la experiencia como fuente para la construcción del saber, puesto que, “las ideas, los pensamientos <abstractos>, (...) están apoyadas por el saber concreto, a la vez que son indispensables para interpretar los hechos”. (Arcà., 2002, p.79).

Valorar las ideas desde la heterogeneidad, permite reconocer que los niños tienen “voz” dentro de la clase. Como lo expresa Pujol (*op. cit.*) “pasar de una conversación en la que el profesorado es el protagonista a una en la que lo son todos los miembros del aula, conlleva, necesariamente, un cambio en la forma de entender cómo los escolares construyen conocimiento científico” (p. 156). Por eso, escucharlos es permitirles movilizar su pensamiento y hacerlos partícipes de la vida en el aula; reconocerlos como sujetos de

conocimiento, ya que “cuando se solicita a un escolar *explica por qué...*, en realidad se le está pidiendo una justificación. Justificar un hecho o una situación significa interpretarlo al hilo de una teoría” (Ibíd. p. 170).

Es importante hacer la precisión que no se busca que todos los niños empiecen o terminen haciendo los mismos dibujos, pues “dibujar puede ser una forma de representar la realidad modificada por el propio mundo interior, por las propias ideas sobre el objeto dibujado” (Ibíd., p. 160). El dibujo adquiere valor desde la sustentación verbal del niño, teniendo en cuenta que “una buena explicación supone situar unos determinados hechos en una planificación general; debe tener un principio, un desarrollo y una conclusión, debe crear argumentos y establecer relaciones ordenadas entre ellos” (ibíd.). De esta manera, la explicación se convierte en una estrategia de conocimiento, en tanto se hace necesario comprender y organizar las propias ideas para que sean comprensibles para los demás a través del uso del lenguaje.

Dado que la producción de conocimiento científico es una construcción social, la argumentación (...) es una práctica discursiva propia de la comunidad científica. Argumentar implica dar razones que permitan al destinatario modificar el estado de su conocimiento; supone entender los propios argumentos y ser capaz de explicarlos a los demás para que los entiendan. Aprender a argumentar es importante para el desarrollo conceptual del alumnado, ya que requiere adquirir conciencia de lo que se quiere explicar,... (Ibíd. p. 170-171).

Por ello, propiciar este tipo de espacios en el aula, en donde los niños expliquen sus planteamientos: den a conocer sus ideas, además de generar espacios de construcción de conocimiento científico, forma el carácter discursivo y argumentativo.

Pues para que se dé el intercambio [de ideas] se requiere que la persona pueda explicitar sus propias concepciones para hacerlas comunicables, lo cual requiere de una reflexión individual inicial que le permita elaborar y aclarar para sí su propia explicación” (Bautista & Rodríguez, 1996, p. 69).

De ahí, que además de valorar los espacios en colectivo para la socialización, también se valoran los espacios de interpretación individual, ambos son necesarios en el proceso de construcción de conocimiento.

En esta misma línea, hacer uso de "la pregunta como una herramienta que permite llegar a comprensiones profundas... [y que] lleve al análisis y a la expresión a una dimensión de pensamiento crítico" (García, 2010, p.13 y 14), genera en el aula un espacio para la construcción, desde la comprensión de las ideas del otro, esta es la intensión cuando se hacen preguntas: reorganizamos nuestras ideas para tomar consciencia de lo que hemos entendido, o para establecer los puntos que no compartimos con el otro. De este modo, al preguntar comprendemos el objeto de estudio en cuestión.

Llegados a este punto, considero importante resaltar la influencia de este proceso en mi labor como docente, en lo que tiene que ver con la manera de establecer conversaciones con los niños; se trata de un modo de comunicación diferente a las que empleaba antes. Ahora en el diálogo con los niños, el preguntar obedece a un proceso de elaboración que busca hacer de la formulación de cuestionamientos "una herramienta fundamental para dirigir el pensamiento" (Ibíd., p. 12), sin el afán de obtener una respuesta *verdadera*.

Asumir como docente este tipo de postura al interior de nuestras clases, en las que se valida la multiplicidad de las interpretaciones, dan cuenta de un proceso que se ha vivido también como docente, pues no se puede transmitir una imagen sobre algo que no se ha vivido, es decir, como docente me asumo como sujeto de conocimiento y, en esa medida, valoro los niños como sujetos de conocimiento. Sin lugar a dudas, esta valoración incidirá en la forma de interactuar con ellos.

En el trabajo escolar en primaria, es importante tener en cuenta, como lo dice Arcà (1999, p.193), que hay que “ofrecer a los niños pequeños experiencias prácticas conducentes a observar cuidadosamente acontecimientos diarios seleccionados”.

Metodología de investigación

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo-interpretativo y narrativo, que me permitió reflexionar desde mi lugar como docente. A través de las experiencias compartidas, las reflexiones surgidas en los diarios de campo y las conversaciones con los colegas, pude enriquecer mi práctica. Ya que, “la investigación (auto)biográfica tiene por ambición comprender cómo los individuos (...) o los grupos (...) atribuyen sentido al curso de la vida, en el itinerario de su formación humana, en el recorrido de la historia” (Passeggi, 2011, p.29).

Este enfoque me hizo protagonista y sujeto activo de esta investigación. “El hecho de que el docente sea protagonista en este tipo de investigaciones le otorga de entrada legitimidad por ser narrador, por ser autobiográfico” (Suárez, 2007a, p. 31).

Al respecto, Suárez (2007b), menciona que el “aparato teórico metodológico” (p. 4) con el que la investigación convencional interviene la escuela y sus actores cubre necesidades externas, desconectadas de la producción pedagógica que ocurre en la práctica escolar donde el docente es el protagonista. En este sentido y, lo que es peor aún, es cuando este autor - citando a Connelly & Clandinin (1995, p.20) se refiere a como los docentes “... se han visto a sí mismos sin una voz propia en el proceso de investigación, y muchas veces han encontrado difícil el sentirse animados y autorizados para contar sus historias. Se les ha hecho sentir desiguales, inferiores” (p. 4).

Los docentes sentimos nuestras aulas como verdaderos espacios de investigación, pues todos los días estamos intentando comprender y realizar estrategias de enseñanza que muestren mejores resultados los procesos de aprendizaje y construcción de conocimiento, pero pocas veces nos animábamos a escribir, a documentarnos y profundizar sobre ellas. Por ello, opté por “la investigación narrativa como un enfoque específico de investigación, con su propia credibilidad y legitimidad para construir conocimiento en educación” (Suárez, Ochoa, Dávila, Man, Roizman, Grandal, y Bolaña (2004, p.3). Así legitimo el espacio de mis prácticas pedagógicas como un auténtico laboratorio de construcción, el cual me permitió reconocermé en mi rol de investigador y a su vez como sujeto de conocimiento en el mismo nivel que los niños, pero también me posibilitó el volver sobre mis propias prácticas para reflexionar sobre las formas de abordar los objetos de estudio para hacerlos objetos de conocimiento y en el cuestionamiento de la imagen de ciencia absoluta.

Desde esta mirada reconozco, en primer lugar, el aula de clase como la fuente primera de información, pues es el escenario donde ocurre la acción y donde se perciben diversos elementos susceptibles de análisis; y, en segundo lugar, a los docentes como los agentes responsables de lo que allí sucede, ya que por ser uno de los actores directos y por ser sobre quien recae la planeación de la clase, nos convertimos en los principales receptores de la información y de los datos que motivan la reflexión sobre las prácticas educativas.

De esta manera, pude alejarme del rol de investigado y de ejecutor, como, lamentablemente, se nos ha visto desde tiempo atrás. A propósito, Passeggi (2011) enuncia sobre este tipo de investigación que:

Su mirada epistemológica [la de la investigación (auto)biográfica] apunta a superar una concepción fragmentada de lo humano. Las investigaciones son guiadas por el *deseo*

de considerar lo que la persona piensa sobre ella y sobre el mundo, el sentido que confiere a sus acciones y la toma de conciencia de su historicidad. El respeto al sujeto como *agente* y *paciente* de las interacciones sociales permite afirmar que esa postura en investigación se alinea a una mirada biopolítica de lo humano y exige del investigador y del formador la misma postura ética (p. 30).

He tenido como herramientas importantes dentro del proceso investigativo: cuadernos de planeadores que realizo, diarios de escritura pedagógica, actas de reuniones, audios y videos de mis clases, los cuales se convirtieron en material de análisis para mi investigación. Centré mi atención y mi fuente de recolección de datos en: mis clases de ciencias naturales con los estudiantes del grado tercero B-2014 (48 niños y niñas entre 8 y 10 años) y primero A-2015 (47 niños y niñas con edades entre los 5 y los 7 años), de la ENSMA. Hice registros de video, audio y escritos, tanto de mí, como de mis estudiantes.

Otra fuente de recolección se centró en el análisis conjunto que realizo con otros docentes acerca de nuestra práctica educativa y demás herramientas como lecturas, relectura de reflexiones y visualización de videos de mis propias clases, los cuales me permiten establecer una observación introspectiva de mi proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales.

Al respecto, puedo plantear, a partir de Suárez (Op. Cit.), que cuando el docente consigue tomar distancia de su propia práctica para asumirla como *objeto de pensamiento*, se convierte la consciencia práctica en discursiva, mediante la narración y su crítica; por ello, no sólo se escriben relatos de experiencias sino que se reescriben (p. 16).

Así mismo, Bruner (2003) dice que "...la narrativa no sólo expresa importantes dimensiones de la experiencia vivida, sino que media la propia experiencia y configura la construcción social de la realidad" (p. 92). De tal manera que, el poder ponerme en diálogo

con mi propia práctica, a través de una escritura que traza, piensa y reflexiona acerca de las experiencias concretas de aula, me permite repensar e ir modificando aquellas estructuras de pensamiento que aún estén presentes en mi forma de proceder como docente, y que no me estén permitiendo dar vida a la nueva imagen de ciencia sobre la que he venido llamando la atención a lo largo de esta investigación.

Es aquí donde cobra especial sentido la narración en tanto su pertinencia para esta investigación. El narrarnos en medio de nuestras cotidianidades en el aula, nos permite “...hacer inteligibles nuestras acciones para nosotros mismos y para los otros, [pues] el discurso narrativo es fundamental en nuestros esfuerzos de comprender la enseñanza y el aprendizaje” (McEwan y Egan, 1998, p.18).

Finalmente, deseo enunciar que, paralelo a la implementación de los talleres que diseñé, y que constituyen el núcleo de mi propuesta pedagógico didáctica, mostraré en el siguiente capítulo el análisis de los mismos en relación con la nueva imagen de ciencia a la que he hecho referencia antes. De esta manera, pretendo mostrar en un contexto real de aula la intención de construir ciencia escolar, a partir de mi postura y la de los niños como sujetos de conocimiento.

Capítulo 4. Una propuesta pedagógica enfocada en el desarrollo de estrategias de pensamiento desde la óptica como campo de exploración



Figura 34. Ana Sofía V., dibujo de la sombra, junio 3.

Un día de sol muestra, por ejemplo, la manera como una de las niñas del grado primero percibe las sombras. En la imagen podemos ver que la niña representa su sombra como *un otro*, es decir, otro que aparece a su lado y con el que personifica la existencia de alguien más. Esto es claro, si tenemos en cuenta al observar detenidamente la sombra, que aparece de pie y con ciertas características propias, como lo son el cabello, la posición de las manos, el contorno de la falda y un toque especial representado en el objeto que tiene en la mano: la flor, no es más que un sutil detalle para propiciar el diálogo acerca de éste u otros fenómenos que el maestro puede abordar.

La representación de Ana Sofía, al igual que las de Filippo Lippi, de Pier Maria Pennacchi o Samuel van Hoogstraten, todos ellos reconocidos artistas, refleja en sus dibujos sus visiones particulares de mundo.

¿Cuántos saberes podemos explorar a través de esta imagen? Confrontar y conversar con los pequeños, por ejemplo, sobre la relación existente entre la hora del día allí indicada, el tamaño y la posición de la sombra, o sobre la presencia de factores determinantes para la existencia de la sombra, como: la fuente de luz (sol) y un cuerpo opaco (su propio cuerpo). Estos son una serie de elementos que van más allá de los procesos biológicos, los más abordados comúnmente en la escuela primaria en el área de ciencias naturales.

De ahí, mi interés por proponer diversas estrategias que nos permitan a los maestros, durante las clases de ciencias naturales, crear escenarios para la experimentación, es decir, espacios en los que los niños tengan la posibilidad de construir sus propios conocimientos a partir de experiencias (que los pongan frente a la complejidad de los fenómenos naturales), desde sus intereses, necesidades y, por supuesto, los objetivos de aprendizaje que se plantee el docente de acuerdo con el grado de escolaridad de sus estudiantes.

Asumir este tipo de postura, de interlocutor con la ciencia, donde como docente me asumo como sujeto constructor del saber, en apertura y capaz de dialogar con las voces, testimonios y teorías que los científicos han explorado y conquistado; me han puesto ante el desafío de volver la mirada sobre mis propias prácticas, como una maestra que se teje a sí misma en medio del aprender junto a los pequeños, pues, sin lugar a dudas, es mi propia realidad y las prácticas de aula las únicas que pueden y deben transformarse durante este proceso, ya que sólo quien lo ha vivido puede dar cuenta de esta transformación.

Reconocer y valorar, entonces, la manera como las niñas y niños ven y comprenden el mundo se convierte en uno de los principales retos sobre los cuales se cimentó el propósito fundamental de esta investigación, el de *elaborar y argumentar, desde un enfoque histórico y epistemológico, una propuesta pedagógico-didáctica en Ciencias Naturales para el grado primero de básica primaria, en torno a problemáticas sobre la luz y, dentro de la cual, su eje principal fue la experimentación durante el proceso de construcción de conocimiento científico.*

En aras de brindar elementos para el desarrollo de procesos de pensamiento y de conocimiento científico que permitieran evidenciar que los objetos de la ciencia son construcciones de los sujetos, incorporé el material leído a través de los seminarios ofrecidos en la maestría y volqué mi atención en la construcción del concepto de sombra, esta interpretación de mi parte es una manera posible, más no es la única. Esto es claro, si tenemos en cuenta la diversidad de las representaciones que los maestros pueden lograr si se ponen, también, ante el desafío de construir sus propias interpretaciones histórico-epistemológicas de las ciencias.

Por ello, el interés principal de este apartado está puesto en sustentar teóricamente la propuesta pedagógica-didáctica que se elaboró en esta investigación; de tal manera que, la reflexión no se quedará en la construcción de un artefacto, sino en ir más allá para profundizar en las ideas de los niños y en las explicaciones que dan a los fenómenos durante la construcción colectiva de conocimientos. Fue así, como este material se convirtió en fuente de inspiración de ideas y de elementos conceptuales y didácticos para entender cómo, desde la cotidianidad, es decir, desde las experiencias concretas en el aula y con elementos del medio,

se construye la ciencia y, particularmente, se toma consciencia a la vez que se construye conocimiento sobre la misma.

Científicos, artistas y filósofos me brindaron, desde sus obras y campos de observación, elementos para llevar a cabo el principal objetivo trazado con esta investigación, el de la construcción de la propuesta. Para lograrlo, me tracé una ruta de viaje en la que comencé por: (a) construir situaciones experienciales y cuestionamientos reflexivos en torno a los objetos de estudio contruidos sobre la problemática de la luz; seguidamente, me di a la tarea de (b) crear escenarios donde abordáramos diversas problemáticas que permiten estructurar objetos de estudio para la enseñanza de las ciencias en el grado primero de educación básica; y, de esta manera, finalmente, (c) hacer evidente un cambio en mi concepción de ciencia y de experimentación, a través de la puesta en marcha de prácticas alternativas para la enseñanza de las ciencias, específicamente para esta investigación, en torno a problemáticas sobre la luz.

Desconocer este precedente sería continuar perpetuando en nuestras escuelas la enseñanza de ciertos objetos de conocimiento tan valiosos en la vida práctica, pero que, por la manera como los presentamos en el aula, los despojamos de su verdadera función social. Es por ello, una responsabilidad social y ética del maestro del siglo XXI darse a la ardua labor de replantear aquellos métodos tradicionales de enseñanza, que si bien obedecen a las maneras como nosotros aprendimos, ello no significa que por eso deban continuar perpetuándose.

Es por ello, que el reto está en posibilitar, a partir de mi propia elaboración de talleres como docente, que la construcción de conocimiento haga parte de mis experiencias y propiciarle a los más pequeños espacios de aprendizaje que les permitan comprender que para

hacer ciencia no se necesita de un laboratorio, unos cuantos tubos de ensayo y el delantal blanco, se necesita aprender a mirar y, en el campo educativo, nuestra razón de ser dentro de esta reflexión, es propender por otorgarle a estos procesos un papel protagónico dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales en los primeros años de escolaridad.

Desarrollo de la propuesta

La óptica es un campo conceptual que ofrece una amplia gama de posibilidades de objetos de estudio, ya que desde el análisis del comportamiento y las características de la luz, tratadas desde la reflexión, la refracción y la interacción de la luz con la materia, permite múltiples posibilidades para la exploración como área de conocimiento. Además que estos aspectos resultan llamativos e interesantes para los estudiantes desde el campo experimental.

En la construcción de uno de estos objetos de estudio, que fundamentara mi reflexión epistemológica, surgió, entre otras, la pregunta: ¿qué será lo primero que piensa una persona del común cuando se le menciona el término *óptica*? De lo cual, se despliegan ideas como el lugar donde corrigen problemas de la visión o expresiones como *es que no vemos las cosas desde la misma óptica*. Hablar de la óptica desde la física me posibilitó explorar a otros campos, como es el caso del contexto de la historia de las ciencias, tanto desde la mirada de autores de textos escolares y tesis de grado, como desde las fuentes primarias: las obras de los científicos.

Estas experiencias fueron desarrolladas con 47 niños que cursaban el grado primero A en la ENSMA.

A continuación presento mi propuesta pedagógica para la enseñanza de las ciencias naturales en la básica primaria. Diseñé 5 talleres en el proceso de la presente investigación. Estos serán analizados a lo largo de este capítulo desde dos perspectivas: la primera, mostrar en qué consistió su implementación, y la segunda, presentar la sistematización de su desarrollo con niños de grado primero; presento su justificación en procura de establecer vínculos con los dos capítulos precedentes, sustento teórico de la investigación.

En el taller uno buscamos conocer la postura y multiplicidad de las ideas de los niños en cuanto a las representaciones de fenómenos relacionados con la luz. En el taller 2, a partir de las reflexiones suscitadas desde el anterior taller, sentí la necesidad de incluir otro fenómeno relacionado con la luz: la sombra, además del dibujo se trabajó con la fotografía, de esta manera buscaba establecer en qué objetos o situaciones concretas se centraban los niños al momento de fotografiar sombras. En el taller 3, y de nuevo inspirada por el análisis del taller que le precedió, vimos la necesidad de focalizar la mirada en *variables* a tener en cuenta para que se dé la formación de la sombra, como lo son: hora y características del lugar de la observación (abierto o semiabierto), nitidez, tamaño y orientación de la sombra. En el taller 4 propiciamos profundización en el concepto del claroscuro, íntimamente relacionado con el de sombra; por ello, enfocamos el taller en las condiciones necesarias para el ver y las características de las sombras de los objetos. Finalmente, quisimos cerrar con un quinto taller que abordara la experimentación, por ello lo diseñamos centrado en la cámara oscura.

Podemos ver que cada taller fue diseñado teniendo en cuenta las necesidades epistemológicas que vislumbramos del precedente. Pensamos su construcción a partir de experiencias cotidianas y de las pautas que iban dando los niños a partir del trabajo de aula.

El término equivalente en el aula para construcción de conocimiento es explicación. Por ello, éstas tienen especial significación en la construcción y la sistematización de los talleres. Sin embargo, como “la necesidad de una explicación no es espontánea: y sólo la interacción didáctica con un adulto estimula el pensamiento” (Arcà, 1999, p.213), mi papel como maestra es determinante, en el sentido que me corresponde *problematizar* situaciones propuestas, las cuales deben resultarle llamativas a los niños, en el sentido que se motiven para justificarlas y profundizarlas. Este proceso de construcción de conocimiento fue vivido tanto por los niños como por mí misma, de ahí la relevancia de esta relación en paralelo entre ellos y yo, como su docente.

Un Contexto alternativo para la enseñanza de las ciencias naturales. Reconocer las representaciones de los niños: Taller 1

TALLER #1. LAS EXPLICACIONES DE LOS NIÑOS Y SUS REPRESENTACIONES SOBRE FENÓMENOS EN RELACIÓN CON LA LUZ

¿Cómo representarías cada una de las siguientes palabras?

LUZ	COLOR	ILUMINACIÓN	VER	OSCURIDAD	SOL



Figura 35. Salomé, taller 1, desarrollado el 26 de febrero

Justificación del taller 1.

Con este taller pretendo, como docente, conocer las ideas de los niños a través de las representaciones (dibujos) que hacen sobre fenómenos luminosos como: la luz, el color, la iluminación, el ver, la oscuridad, el sol.

El desarrollo del mismo implica un componente importante de socialización, pues después de dibujar los niños cuentan a sus compañeros en qué consisten cada una de sus representaciones, argumentando por qué su producción representa la palabra.

En la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria es importante que, como docente, conozca las ideas de los niños y escuche sus explicaciones; pues, partir de ellas identificamos y reconocemos multiplicidades a partir de un mismo objeto de estudio. Además escuchar las diferentes posturas estimula la comprensión y el reconocimiento del otro como sujeto de conocimiento. También, las socializaciones se vuelven un espacio propicio para la organización de ideas, pues, cada niño dará a entender de la mejor manera su punto de vista, lo

que implica organizar su pensamiento. Así, los dibujos y las explicaciones son herramientas valiosas en la construcción colectiva de conocimiento al interior del aula.

Elaboración de categorías para identificar representaciones según cada fenómeno/palabra: la luz, la oscuridad, el ver, el color, la iluminación, el sol (Sistematización).

La palabra fenómeno hace alusión a un sector particular de la experiencia. Cada uno de los términos enunciados en el taller puede llamarse fenómeno, puesto que ofrece elementos experienciales propios de cada sujeto.

Al finalizar el taller, a partir de los dibujos realizados por los niños, hacemos una interpretación de cada fenómeno y establecemos categorías, según elementos de similitud que encontremos. Entonces establecemos semejanzas y diferencias en las representaciones. Así, formamos subgrupos diferentes por cada fenómeno.

Desde nuestra clasificación vemos cuál es la representación más convencional o menos común de cada fenómeno. Sin embargo, el objetivo de esta experiencia no está en homogenizar, sino en reconocer la multiplicidad en las representaciones y por lo tanto, en las ideas.

Podemos desde nuestra clasificación, primero, interpretar a qué recursos de la experiencia recurren los niños para hacer sus representaciones, y segundo, como docente puedo reconocer y valorar esas ideas: intento comprender cada elaboración en un contexto de ciencia en construcción.

En el espacio de socialización se aborda fenómeno a fenómeno, teniendo en cuenta los subgrupos por categoría que establecimos en la clasificación; de tal manera que la adelantan

por grupos específicos. Selecciono un niño por cada categoría que represente las características del subgrupo; de esta manera cada niño se siente representado durante la socialización, aunque su dibujo particular no aparezca como muestra en el momento de la plenaria.

A continuación presentamos los seleccionados para cada fenómeno y los explicamos, podremos notar la diversidad.

La Luz.

A partir de los dibujos que hicieron los niños sobre la luz, establecimos diez categorías, tal como se muestra en las siguientes figuras:



Figura 36
Representación de la luz
con fuentes artificiales.
Marzo 3.

En esta representación (figura 36) se relaciona el término luz con fuentes de luz artificiales, como: el bombillo, el faro, la linterna. Seleccionamos esta imagen porque recoge las representaciones de otros niños que hicieron una o algunas fuentes de luz artificiales para explicar este fenómeno.

Esta categoría identifica la luz como una producción de objetos que han sido creados por el hombre, por lo tanto la luz está en aquellos lugares en donde también están estos objetos.



Figura 37. La luz como un bombillo que emite rayos, marzo 3.

Esta categoría representa la luz con un bombillo que emite rayos (figura 37), se trata del dibujo más común para este fenómeno. Pues así lo representaron 32 de los 47 niños (68%). Los bombillos fueron coloreados de amarillo y con líneas a su alrededor, las cuales podemos interpretar como rayos de luz que salen desde la fuente (el bombillo).

En esta representación (figura 38), como en la anterior (figura 37), la luz está representada también por un foco. Sin embargo, a diferencia del anterior, en lugar de rayos aparece una mancha de color amarillo como una zona homogénea, que rodea el bombillo, esta zona va más allá de las líneas del bombillo. Podemos decir, que el niño quisiera representar que la luz emitida por el artefacto, va más allá de las fronteras del objeto fuente.

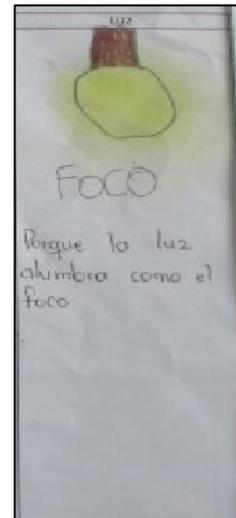


Figura 38. La luz como un bombillo rodeado de una zona iluminada. Marzo 3.

Sin embargo, ambas representaciones dan la sensación de un objeto que *alumbra*, ilumina.



Figura 39.
Representación de la luz
reconociendo una
condición térmica.
Marzo 3.

En la figura 39, la luz está representada también con un bombillo, Pero esta vez el color amarillo se concentra en una zona al interior del mismo; además, aparece otro color: el naranja. Con éste el niño parece destacar el calor del interior del foco (con el color naranja), y a la vez su iluminación con el color amarillo. Así, establece relación entre calor e iluminación.

En la figura 40 la luz es representada como el dibujo usual de los niños para decir que es de día, luego un componente primordial es el sol. Acá se reconoce también la luz como una fuente, pero esta vez es natural, a diferencia de las anteriores que era artificial. Notamos una equivalencia entonces entre fuente y luz. Acá el color amarillo se restringe al sol, luego el énfasis no está en la iluminación.

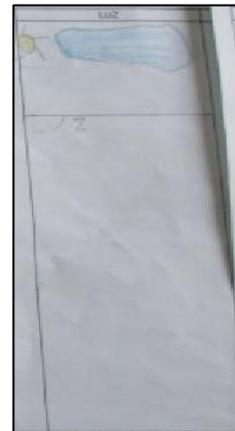


Figura 40. La luz
representada como el día.
Marzo 3.

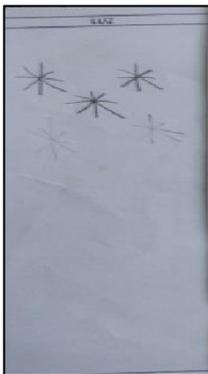


Figura 41. La luz
representada como la
noche. Marzo 3.

En esta representación (figura 41) la luz aparece expresada como la noche, pues así lo indica la presencia de estrellas. Mientras para algunos niños la luz es día para otros también lo es la noche. Hacen presencia los opuestos para representar un mismo fenómeno.

Podemos mantener aquí la idea de equivalencia entre la luz y la fuente. En este caso desaparece el color amarillo. El color que identifica la noche es el negro, por eso las estrellas aparecen de este color; no

obstante, ellas representan la luz.



Figura 42. La luz como entidad en el espacio. Marzo 3.

En la figura 42 la niña plantea una representación poco común respecto al resto del grupo. La luz no está vinculada a ningún objeto, como en el caso del bombillo, el sol o las estrellas; así la niña no necesita la fuente para representar la luz, sino que ella da cuenta de una percepción de la “luz como una entidad en el espacio” (Guesne, 1999, p. 33). Ella colorea todo el rectángulo de amarillo, lo entendemos como una simulación de que la luz habita todo el espacio.

Otra estudiante (figura 43) utiliza los dos elementos anteriores: una fuente de luz (el bombillo) y el efecto de la presencia de la luz en el espacio. Es como si se quisiera destacar que a través del bombillo la “luz produce un efecto” (Ibíd., p. 32). Este efecto es representado mediante el coloreado azul y amarillo que hace del espacio. Podemos interpretar que el color amarillo representa la presencia de luz o iluminación y el color azul simboliza el espacio.



Figura 43. La luz como efecto. Marzo 3.

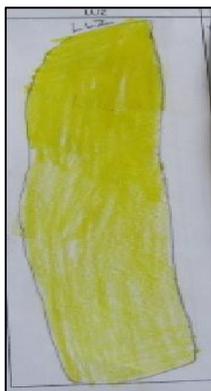


Figura 44. La luz como espacio delimitado. Marzo 3.

Si bien las representaciones dadas en las figuras 44 y 42 parecieran tener relación, difieren en que acá (figura 44) la luz aparece delimitada: para este niño el campo de incidencia de la luz tiene un límite por eso encierra un área que colorea de amarillo. Este niño diferencia entre hay luz y no hay luz: hay lugares iluminados y otros que no lo están.



Figura 45. La luz posibilita el ver.

En esta categoría (figura 45) los niños dibujaron objetos o paisajes, rompiendo con el esquema de la mayoría de dibujar fuentes y de incluir el color amarillo en sus representaciones. Para este subgrupo, la luz está asociada con los objetos que ellos pueden ver, pues esta es la que les permite reconocer los objetos y los lugares, por ello dibujar cualquier objeto visible, les está hablando de la presencia de luz allí.

La Oscuridad.

En cuanto a las representaciones para la oscuridad, presentamos a continuación 11 categorías diferentes (figura 46) que se obtuvieron durante nuestro análisis. Aunque difieren entre sí porque son representaciones que utilizan elementos diferentes, también encontramos aspectos en común entre algunas de ellas, que las relacionan.



Figura 46. Representaciones de oscuridad.

Por ejemplo los primeros cinco dibujos de la figura 46 son representaciones de la noche, solo que algunas contienen más elementos que otras, sin embargo tienen como

característica el dibujo de la luna como icono de la noche, a excepción del tercer dibujo que la representa con una nube, pero escribe en letras que representa la oscuridad con la noche.

En los dibujos seis y siete de esta misma figura, se observan objetos: un bombillo y una caja, como representación de oscuridad. Sobre ambos me detendré en los comentarios de las figuras 48 y 65.

Las categorías representadas con los dibujos ocho, nueve y diez introducen el color negro como característico de la noche. Aunque cada uno de los tres lo utiliza de manera diferente: el primero de estos tres mencionados, utiliza este color para llenar el espacio, el segundo pareciera que quisiera representar estrellas alrededor de la luna, es como si su idea de oscuridad y de noche, estuviera desde arriba (desde donde está la luna) y el tercero de este grupo utiliza el color negro focalizado desde la parte superior, pero caen *rayos* de oscuridad que llenan el espacio para oscurecerlo también.

Finalmente, la categoría once vista en la figura 46, da la idea de *oscuridad que se desprende a través de rayos* desde un núcleo que la concentra, al igual que en la categoría que la precede; sin embargo, esta última categoría representa el fenómeno con el color azul, lo que hace que difiera de la anterior.

La representación más común para el fenómeno oscuridad (figura 47), representa un 40% del grupo (19 niños de 47), la cual fue la *noche*, en la cual incluían la luna y/o las estrellas. Algunos utilizaban solo la luna, otros solo estrellas (ver figura 46). Aquí se usa el color negro para llenar los espacios entre la luna y las estrellas o como único color de su

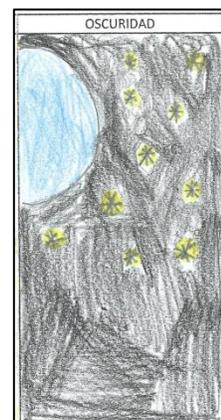
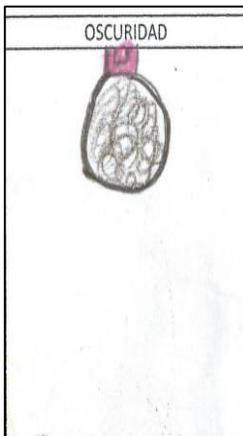


Figura 47.
Representación más común de oscuridad.
Marzo 3.

representación.

Además del negro, los niños emplearon el azul para representar la oscuridad, podríamos decir que este color lo asocian con frío en contraste al naranja de la categoría de la figura 39 que representó el calor.



En la figura 48 volvemos a notar la inclusión de *opuestos* como una estrategia de pensamiento, pues si antes, para representar la luz, dibujaron un bombillo encendido, ahora, en la oscuridad dibujan un bombillo apagado, este en su calidad de apagado es coloreado de negro.

Figura 48. La oscuridad como un bombillo apagado. Marzo 3.

Los niños se valen de enumerar o recordar múltiples estrategias para hacer comprensibles sus ideas, sustentadas desde las experiencias cotidianas que nutren su conocimiento común.

El Ver.

Presentamos seis representaciones sobre el ver (figura 49). Recordemos que cada una de las categorías establecidas las postulamos nosotros, luego para otra persona podrían cambiar.

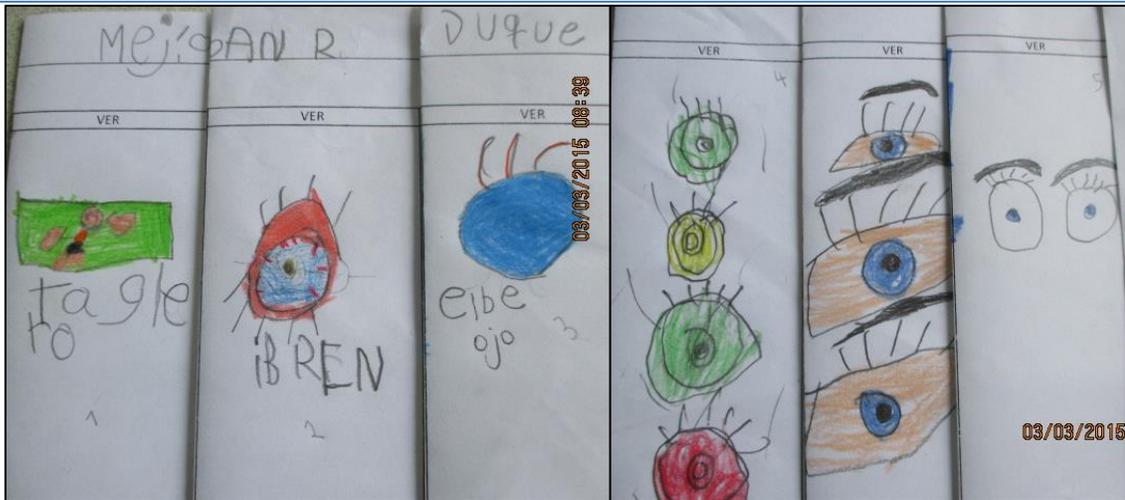


Figura 49. Representaciones del ver.



Figura 50. Representación más común del ver. Marzo 3.

La mayoría de los niños 24 de los 47 niños: 51% para esta, representaron el ver con un solo ojo, detallando las características internas y externas de este, como iris y pestañas (figura 50).

Otros hicieron dos o más ojos, lo que determina una clara postura en la representación del órgano para explicar la situación propuesta. Consideramos que, desde la escuela y en general el contexto cultural del niño, se habla de los ojos en íntima asociación con el sentido de la vista; por lo tanto, es la primera asociación que la mayoría de los niños evidencian para

esta palabra. Sin embargo, no tienen en cuenta otros elementos, como la luz para explicar el proceso de la visión.



Figura 51. Representación del ver como la capacidad de reconocer objetos. Marzo 3.

Seis de los dibujos totales no plasmaron el ojo en sus representaciones, sino que dibujaron otros objetos (ver figura 51); ellos explicaron que cuando “ven” eso es lo que observan. Es decir, que para ellos *ver* es poder reconocer esas imágenes de su cotidianidad en sus formas y sus colores.

Estas categorías que establecimos en las representaciones me permite, como docente, reconocer similitudes en la mayoría de posturas, pero también divergencias. Esto lo reconocemos y valoramos como riqueza epistemológica a nivel del aula. Así la representación de un niño constituya parte de una minoría, la reconocemos en tanto sujeto de saber en este proceso de construcción colectiva de pensamiento. Recordemos que la multiplicidad de ideas nos habla de individuos y de diversidad en la comprensión, lo que refleja un ambiente propicio para el aprendizaje, en pro de interpretaciones conjuntas que exhiban el reconocimiento de una ciencia que se construye también.

El Color.

Para esta palabra/fenómeno presento seis categorías (figura 52). La primera de ellas es un dibujo que llena el espacio de colores diferentes, con franjas horizontales y de tamaño similar, pareciera que la niña quisiera representar la diversidad y gama de colores. En la segunda categoría ocurre algo similar a la anterior, en cuanto a llenar de color el espacio; sin embargo, en esta no se tiene en cuenta la direccionalidad, tampoco prima la diversidad, pareciera que el principal objetivo al representar es llenar el espacio. En la tercera categoría, también hay un deseo de ocupar el espacio, pero esta vez se hace a través de líneas en zig-zag, también de colores diferentes, podría decir que el deseo no es tanto cubrir los espacios en blanco, sino manifestar la presencia de color en todo el rectángulo a través de estas líneas que se desplazan por el espacio.



Figura 52. Representaciones para color.

En esta tanda de categorías, los niños introducen elementos a sus representaciones. En la cuarta categoría un objeto que ocupa todo el espacio y pintado de un solo color, es la forma que este niño eligió para manifestar su idea de color. En la categoría que sigue, hay una

representación de manchas y cada uno con un color diferente, acá me parece que los niños empiezan a mostrar la influencia de lo que es más común al representar el color, pues son imágenes parecidas a las vistas en los libros cuando se quiere hablar de colores. Por último, la sexta categoría, dicho sea de paso fue la que más utilizaron los niños, muestra el color como un *lápiz de color*, creo que, en esta categoría, la palabra color es asociada con un lápiz que lo contiene, es decir, el color es un objeto.

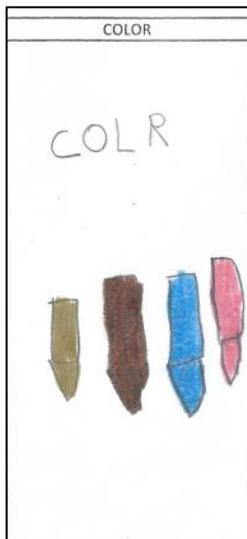


Figura 53. Representación más común del color. Marzo 3.

Destaquemos que la representación más común para el color 35 de 47 niños: 74%, es la de un *lápiz para colorear* (figura 53). Dicha representación fue utilizada por un porcentaje muy alto

Con el análisis de esta representación validamos que, tanto el sistema educativo como las demás dimensiones culturales (televisión, comunicación familiar, juegos, etc.), influyen de modo significativo en las concepciones de los sujetos, nos resulta llamativo que casi el total de niños entendieran el color como un *lápiz de color*. Lo cual habla de miradas usuales, validadas como verdades, tal como lo desarrollamos en

el capítulo uno en alusión a la imagen tradicional de ciencia.

La Iluminación.

Clasificamos en tres categorías las representaciones de esta palabra/fenómeno.

- Composiciones con la presencia de fuentes de luz artificiales (figura 54): postes de energía, velas, lámparas, linternas y la luz emitida por los celulares. Podemos decir que el grado de iluminación depende de la cantidad de fuentes; además resaltamos que la distribución en el espacio garantiza contar con un espacio iluminado homogéneamente.

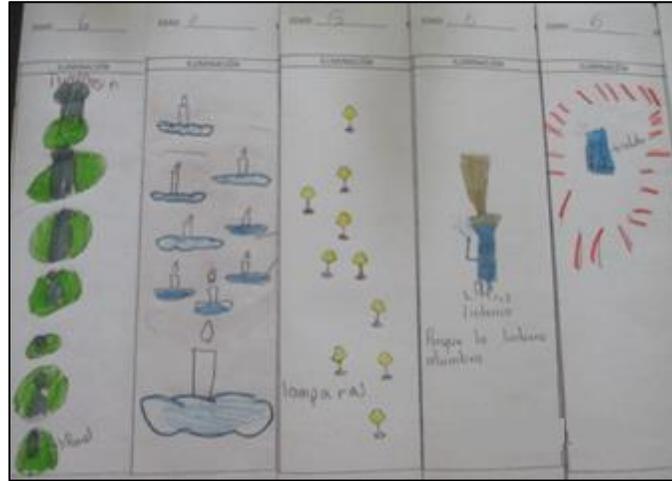


Figura 54. La iluminación representada a partir de fuentes artificiales de luz. Marzo 3.

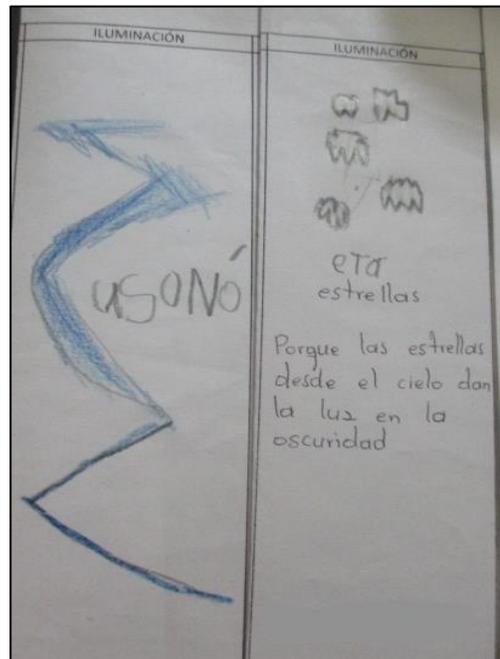


Figura 55. La iluminación representada con fenómenos naturales. Marzo 3.

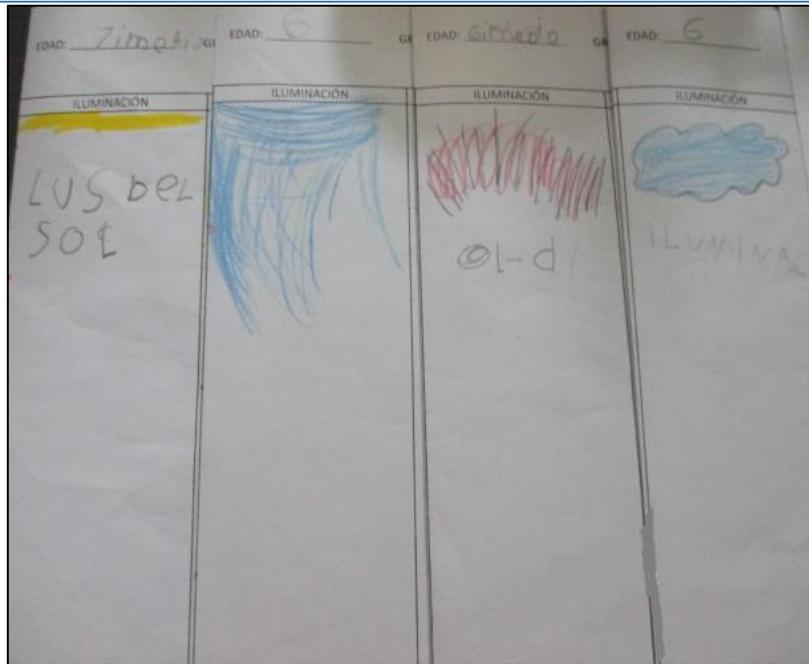


Figura 56. La iluminación como un espectro que viene desde arriba. Marzo 3.

- Representaciones en las que utilizan fenómenos naturales, sobre los cuales los seres humanos no tenemos un dominio en su aparición, como el rayo y las estrellas (figura 55). Los niños nos llevan a centrar la atención en una iluminación del espacio exterior.
- Identifican la iluminación como zonas en el estado *iluminado* (figura 56). Acá la iluminación está ubicada en una parte del espacio cerca a la fuente, ya sea el sol u otra, se ubica arriba.

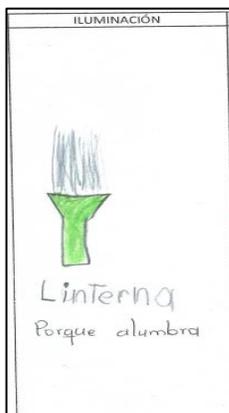


Figura 57.
Representación más común de la iluminación.

La representación más común (21 de 47: 44%) para este fenómeno, utiliza fuentes artificiales, especialmente linternas, de las que se desprenden como unos *rayos* (figura 57).

Destacamos aquí la estrecha relación que denotan los niños entre fuente de luz e iluminación

El Sol.

Presentamos a continuación tres categorías para la representación del sol.

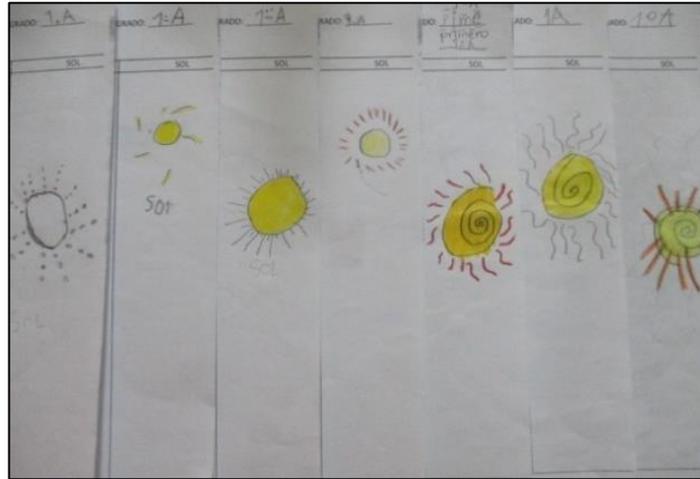


Figura 58. El sol como un círculo y líneas alrededor. Marzo 3.

- El sol representado como un círculo y *rayos* a su alrededor (figura 58). Notamos diferencias en la forma de los rayos: rectas, curvas, puntos ubicados en líneas. Los círculos son cerrados en unas representaciones y en otras son espirales. También hay diferencias en los tonos que emplean los niños para dar fuerza a sus ideas; por ejemplo, en la primera imagen, la autora no vio la necesidad de utilizar el color, los demás niños optaron por colorear de amarillo para destacar iluminación, otros agregaron además el color naranja, como ya lo mencionamos, como una señal de calor; las ondulaciones quisieran mostrar también un efecto térmico del sol.

- La siguiente categoría, muestra al igual que la anterior un círculo, pero que en lugar de rayos, tiene una zona que lo rodea (figura 59). Hay diferencias en el uso del coloreado: al igual que la categoría anterior, interpretamos que utilizan los colores amarillo y naranja para representar luz y calor respectivamente. En el primer dibujo el calor está en el centro, mientras que en el segundo el calor se halla en la zona que rodea la circunferencia.

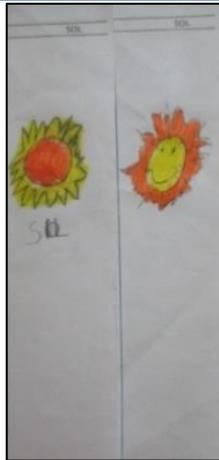


Figura 59. El sol como imagen de luz y calor. Marzo 3.



Figura 60. El sol como objeto en el espacio. Marzo.

- La última categoría (figura 60), da cuenta de un espacio que identifica la presencia de la fuente. Los niños que hicieron estas representaciones se desligan de la idea generalizada de la circunferencia y los rayos. En la cuarta imagen se dibuja un ovalo amarillo que cubre casi la totalidad del rectángulo. Esta categoría tiene la idea de cubrir todo el espacio. Nos llama la atención el primer dibujo en el que se limita la zona de presencia de la fuente y en la que no la hay. Notemos que esta categoría nos presenta procesos de pensamiento más

profundos, al tener en cuenta más elementos que las anteriores. Aquí, se rompen esquemas y prototipos, se da pie a ampliar y trascender lo común, mostrando confianza en representar su propia experiencia sensorial sobre la palabra fenómeno.

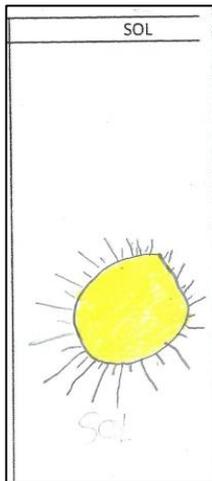


Figura 61.
Representación más
común del sol. Marzo 3.

Aunque en la representación del sol fue donde más variaciones se muestran, también hubo una representación más común (22 de 47: 46 %), la cual fue el círculo coloreado de amarillo con líneas rectas alrededor (figura 61).

A pesar de ser un número significativo, debo confesar que me sorprende que este no sea mayor, pues por la influencia de los programas de televisión y de los libros para niños, pensaba que no iba a encontrar representaciones que rompieran este esquema; sin embargo, me sorprende

gratamente encontrar que no siempre la tendencia afecta a todos los sujetos. Esto nos posibilita herramientas de análisis y de ampliación de la cosmovisión que tenemos.

Nuestro interés por el análisis de las representaciones de este primer taller está centrado, por un lado, en explorar las ideas de los niños y por otro, tratar de identificar las estrategias de pensamiento que ellos utilizan.

De esta manera, puedo enfocarme en las particularidades epistemológicas de los niños, de una lado, para desarrollar un currículo que responda a sus intereses y motivaciones, y de otro, para buscar mecanismos para potencializar el desarrollo de estrategias de pensamiento para la construcción de conocimiento científico en el aula.

La socialización como medio para movilizar procesos de pensamiento.

Escuchar al otro permite conocer nuestro punto de vista y con ello enriquecer nuestra interpretación; de igual manera, cuando soy escuchada por otros requiero organizar mis ideas de tal forma, que el otro pueda comprender mi interpretación; en esta doble vía es que las socializaciones en el aula cobran importancia como movilizadoras de procesos de pensamiento. Sobre esta estrategia se profundizó en el capítulo tres.

Por ésto, después de la interpretación de las representaciones de cada palabra/fenómeno y su clasificación en categorías, como se mostró en párrafos anteriores, fue necesario para mí como docente y para el grupo de niños, en calidad de colectivo de pensamiento, escuchar sus voces de protagonistas.

A través de un video-beam se presentó uno a uno los dibujos clasificados de cada categoría por fenómeno; de tal manera que, el autor del dibujo pudo hablar al respecto y/o responder preguntas de sus compañeros, sobre su representación. Los niños de primero no siempre hicieron preguntas, sino que sus inquietudes apuntaron al reclamo de por qué la diferencia de este dibujo con el propio. Este proceso validó el escuchar al otro como estrategia de comprensión y de construcción del conocimiento, a partir del reconocimiento de la multiplicidad de producciones, de puntos de vista. Cuando el otro expone sus razones y me produce una confrontación sobre lo que pienso, me abre posibilidades para ampliar mi experiencia, en esa medida se da apertura a la variedad.

Sin embargo, resulta difícil para los niños del grado primero justificar con palabras sus apreciaciones frente a un grupo, que actúa en calidad de interlocutor; ésto debido a que para los primeros grados es algo nuevo, “socializar”: exponerse frente a un grupo que lo cuestiona

y debate. La forma habitual de asumir las clases de ciencias naturales es escuchar al profesor y hacerle preguntas, se valora estas respuestas como la verdad; mientras que, bajo esta nueva dinámica todos los asistentes al aula, somos interlocutores, de tal manera que, la construcción de saber se hace en colectivo.

Al principio, resultó complicado para algunos niños, más que para otros, romper el hielo e iniciar el diálogo sobre las ideas plasmadas en sus dibujos, no porque ellos no quieran, sino porque estaban en un proceso de adaptación a esta nueva estrategia de construcción de conocimiento en el aula. Hacerse visible y exponerse a los cuestionamientos y críticas del grupo es visto con cierto grado de temor. Sin embargo, a medida que pasaron los días, y la estrategia de socialización se hizo más frecuente, todos los niños se adaptaron a esta dinámica, todos se asumieron como sujetos de conocimiento.

En este camino de consolidación de la socialización como estrategia, en mi papel de docente, opté por valerme de las preguntas de los otros como punto de partida para establecer un diálogo, en el caso que el expositor no tomara la palabra en primera instancia, de tal manera que fuera ganando confianza durante su exposición.

Profesora (P): Bueno Valery, ¿qué nos quieres decir de tu dibujo. ? [ver el primer dibujo de la figura 58]

Valery: Este sol es mío y yo lo hice así porque me gusta así.

P: Listo. ¿Alguien quiere decir algo?

Jerónimo Z.: ¿ Por qué no hizo las rayitas sino que hizo los punticos a los lados?

Valery: Es que me pareció creativo

P: ¿Quién más quiere hablar?

Sofía Z: ¿Por qué no lo coloreaste?

Valery: Mmmmmm, es que no me dio tiempo.

P: ¿Ustedes creen que tiene que estar coloreado?

Coro: si

P: ¿Y de qué color lo colorearían?

Coro: [la mayoría dicen amarillo y otros dicen amarillo y naranja]

P: ¿Y por qué esos colores?

Alejandro A: Porque esos son los colores del sol

P: ¿Y tú cómo sabes que esos son los colores del sol?

Alejandro A.: Porque está en el cielo

Ana Sofía Z.: Profe, porque uno lo ve cuando brilla, porque es amarillo, uno lo ve.

P: ¿El brillo es amarillo Sofía?

Ana Sofía Z.: Mmmm [duda] ... si.²⁹

Cabe resaltar que, la estrategia de la socialización se tornó cada vez más fluida en el transcurso de la exposición de los otros fenómenos; así, los niños se sintieron más cómodos, tanto en que se les hicieran preguntas, como en expresar sus apreciaciones. Sin embargo, este proceso no se dio por sí solo, pues yo misma como docente reconsideré mi estrategia de forzar preguntas o respuestas por parte de los niños, y la cambié por un ambiente en el que la conversación resultara más espontánea: ya no se sentían temerosos de decir algo *incorrecto*, pues se instauró una cultura de reconocer, en los dibujos y en la voz del otro, sus ideas como aporte para la comprensión y elaboración conceptual colectiva.

P: ¿Quién es el dueño de este dibujo? ¿Quién lo identifica? A ver yo les digo es Samuel Arango Rivera [ver el cuarto dibujo de la figura 52]. ¿Ya te acordaste Samuel? Ah bueno, míralo pues bien, para que pienses que nos vas a decir. [silencio]

P.: Samuel, cuéntanos pues.

S: Hice el color [pausa], el color. Hice varios colores y... y le puse detalles.

P: ¿No nos vas a contar más?

S: No.

P: Bueno, ahora vienen las preguntas. Espera Samuel que te pregunten, para que les expliques. Tomás, ¿qué quieres preguntar?

Tomás Z: ¿Por qué hizo un edificio?

[silencio]

²⁹ Diálogo correspondiente al taller 1 sobre la socialización de las representaciones del sol. 30 de abril.

*P: Contéstale pues. [pausa]. Respóndele pues Samuel. ¿Quién quiere ayudarlo a Samuel con la respuesta? ¿Quién se imagina Samuel por qué hizo un edificio? ¿Le quiere ayudar a responder esa pregunta Valentina Ramírez? ¿Si tú fueras la que hubiera hecho esto [el dibujo], qué responderías?*³⁰

Con esta conversación quiero destacar dos elementos. Una es mi afán por hacer preguntas y por insistir en la respuesta por parte del niño, y la segunda, es que hay poca participación de los niños, tanto del que expone, como de los que escuchan. Esta fue la primera socialización que hicimos de este taller, acá es evidente ese temor de los niños por hablar y esa insistencia de mi parte por exigir respuestas.

En la siguiente transcripción de otro diálogo, se ve como el ambiente y la disposición de los niños y yo se fue tornando más espontánea y fluida, menos impositiva de mi parte. Los reconocí como pares en este proceso constructivo de conocimiento, sin el afán de obtener respuestas de inmediato, brindé con mi actitud más confianza para que los niños participaran sin temor.

P: Sara, cuéntanos.

S: Yo representé la luz con las estrellas [ver figura 41], porque cuando está de noche las estrellas no se ven bien sin la luz.

P: Bueno, muchas gracias. ¿Quién quiere preguntarle cosas? Ya escucharon la explicación de ella, vamos a preguntarle cosas.

Sofía Z: ¿Por qué hizo tres estrellas y no más?

P: ¿Qué pregunta tienes Ximena?

Ximena: ¿Por qué no la coloreo?

Sara: Quiero responderle a Ximena, yo si las pinté, sino que las pinté con blanco y entonces no se ve.

P: A propósito, ¿hay un color para representar la luz?

Varias voces al tiempo: amarillo o blanco/ amarillo o negro

P: ¿negro puede ser el color de la luz?

Jerónimo Z: El negro puede ser el color de la luz y cuando alumbra puede ser el foco o las nubes.

³⁰ Socialización de las representaciones del color. 10 de marzo.

P: ¿Las nubes alumbran también?

Coro: No

P: ¿Por qué no?

*Simón: Porque ellas no tienen cosa para prenderse, ni para ponerse luz.*³¹

Con este tipo de trabajo colaborativo los niños, a través de la exposición de sus dibujos y de la realización de preguntas brindan elementos para la construcción de explicaciones.



Figura 62.
Representación
del color. Autora:
Susana.

[Susana está explicando su representación del color (figura 62)] y Samuel L. le hace la siguiente pregunta: *¿Por qué crees que es mejor dibujar un arco iris y no mejor un objeto que represente el color?*

[Camilo A. está explicando su representación del ver (figura 63) y Sofía Z. le pregunta] *¿cuál es la diferencia entre dibujar un ojo o varios?*

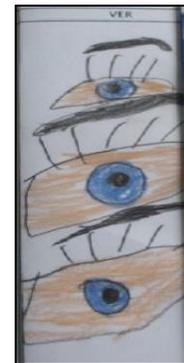


Figura 63.
Representación del
ver. Autor: Camilo
A.

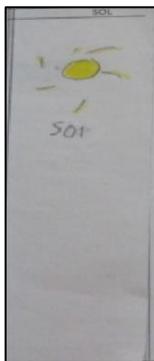


Figura 64.
Representación
del sol. Autora:
Hillary.

[Hillary está explicando su dibujo del sol (figura 64) y Camilo A. le pregunta: *¿Por qué no hizo tantas rayitas, que hizo como tres o cuatro?*

R/. Porque muchas [rayas] significan calor y pocas significan bochorno. Ante la sugerencia de la docente para que explicara el significado de

esta última expresión, la niña dice *bochorno es poquito calor.*

³¹ Socialización de las representaciones de iluminación. 8 de mayo.

Trayendo a colación estos ejemplos de preguntas y respuestas, queremos mostrar la riqueza conceptual de los niños y, sobretodo, evidenciar como el diálogo entre ellos permite dar a conocer las ideas tanto del que expone como del que pregunta, ya que quien pregunta siente curiosidad por aspectos que le resultan diferentes a la representación propio y se fija en detalles mínimos que resultan significativos para mí como docente, en el sentido que conocer los intereses e inquietudes que tienen los niños, me permite partir de ahí para diseñar mis clases en un sentido de modo más significativo y propicio hacia un ambiente de motivación por el conocimiento.

Otra de las preguntas que se volvió común, sobre todo en la socialización de los dibujos sobre oscuridad, era *Eso que dibujaste allí, ¿qué es?* Ya que estas representaciones aparecían un poco más abstractas que el resto. Aunque generalmente los niños explican cosas que van más allá de las imágenes observables a simple vista, en estos casos tal explicación era necesaria. Por ejemplo, explicaron cosas como:

Esto es un bombillo apagado. Representa la oscuridad porque cuando uno está en la pieza y le apagan la luz, queda oscuro. (Ver figura 48).



Figura 65.
Representación
de oscuridad.
Autora:
Marialejandra

Eso es una caja y adentro [:] ahí, tiene [una] cucaracha, la caja está tapada y no entra nada de luz. (Figura 65).



Figura 66.
Representación de
oscuridad. Autora:
Valentina D.

Esas rayas son oscuridad. Es una sombra de un cuarto con la luz apagada. (Figura 66).

Escuchar las tres explicaciones anteriores fue importante para mí, pues al momento de hacer la clasificación por categorías, no estaba segura de cómo clasificarlas (especialmente la segunda), pues no comprendía la idea expresada allí, solamente hasta que escuché a las niñas comprendí la enorme riqueza de ideas que reposaba en estos dibujos y que por desconocimiento de éstas, a veces como docente pienso que los niños no comprendieron la actividad, cuando en realidad soy yo quien no comprende sus abstracciones.

Lo que los niños aportan desde estas socializaciones me sirvió conceptualmente para plantear lo que sigue a nivel del aula. Este punto de partida me podría plantear múltiples rutas curriculares: la relación del color con la luz o los tipos de energía (calórica, lumínica). En este caso, opté por la constitución de la sombra como objeto de estudio, por su relación directa con la luz y porque el campo experiencial es una fuente que podría enriquecer esta problemática.

Las explicaciones de los niños y sus representaciones gráficas sobre fenómenos en relación con la luz: conclusión.

- Al conocer las ideas de otros y al posibilitar espacios para compartirlas, se abren espacios para el debate, la interpelación y sobretodo se establece la necesidad de organizar el pensamiento, para poder comunicarlo a otros.

- Realizar este tipo de talleres, en los que las ideas de los niños son escuchadas, tanto por la docente como por el resto de sus compañeros, muestra que los niños asumen que no sólo las preguntas o las respuestas vienen por parte del profesor, sino que ellos mismos valoran sus inquietudes e ideas, las cuales vienen cargadas de sentido y de una intención clara de comunicación con el otro. En diálogos transcritos es notoria la valoración de la diferencia con las propias ideas, ya sea para tomar distancia al respecto o para tener empatía de algún modo con las mismas. Esto también se evidencia en el interés por preguntar y en el tipo de pregunta que formularon los niños, de igual forma en el esfuerzo por responder y, aunque en el instante dicha postura de afinidad o de distanciamiento de puntos de vista no sea tan perceptible, es claro para nosotros que escucharse entre sí, enriquece el campo experiencial para futuros debates o sustentaciones.

- La ciencia ya no es ajena a los niños y al docente, y éste no es el juez que califica si su idea es correcta o no, sino que se trata de un diálogo que se construye al interior de una educación científica, que aporta a la formación de sujetos críticos, constructores de saber. De esta manera los niños rompen con el miedo a *equivocarse*, empiezan a asumirse como sujetos constructores de saber.

- Para hacer este tipo de trabajo, en el que los niños y yo somos interlocutores de forma paralela, tuve la necesidad de entrar en diálogo con ellos y valorar sus ideas. De esta

forma estoy impulsando una formación en la que es posible entrar también en diálogo con la ciencia, con una postura crítica y constructiva sobre ella.

- Esta relación paralela con los niños me movilizó en la toma de decisiones en cuanto al objeto de estudio y al camino a seguir para los siguientes talleres. Además que ver los videos y evaluar mis acciones a partir de ellos, desborda el taller en sí, ya que además de analizar los aspectos a mejorar de mi parte, me permite volver sobre las estrategias que puedan resultar más efectivas para llevar a cabo una clase de ciencias naturales amena, y sobretodo, que el conocimiento científico haga parte de ellas.

Constitución de la sombra como objeto de estudio: taller 2

TALLER # 2. FOTOGRAFIANDO SOMBRAS-DIBUJANDO SOMBRAS

A. FOTOGRAFÍAS

1. Debo tomar fotografías sobre las sombras (yo decido a qué le tomo la foto). Un adulto me ayuda enviando las imágenes al correo primeroaensma@gmail.com
2. Después debo grabar un audio contando una corta historia, que tenga como tema central las sombras. (La historia debe ser creada por el niño, sin intervención del adulto). También se envía al correo primeroaensma@gmail.com
3. A partir del siguiente guión, adaptado del mito de Plinio, los niños hacen una representación, a manera de mímica, al frente de sus compañeros.

*SOMBRAS PARA DETENER EL TIEMPO**

Cuenta la historia, que una joven enamorada sentía dolor al saber, que era inevitable que su amado partiera para la guerra. Por eso, encontró una forma para mantener su imagen siempre presente con ella, para lo cual, iluminó el cuerpo de su amado y trazó el contorno de la sombra que de éste se proyectaba en la pared.

De tal manera, que consiguió detener el tiempo. Pues la imagen de su amado, permaneció siempre con ella a través del trazo de su sombra en una pared...

Recreando esta historia, los niños y las niñas de los grados primero hemos jugado con nuestras sombras, con las sombras de otros y también con las sombras de los objetos. Deteniendo el tiempo a veces, porque las hemos fotografiado. Dándoles vida en otras ocasiones, porque las hemos incluido en nuestras historias. También hemos visto que la sombra puede o no tener color. Hemos notado la presencia de elementos como el sol y las nubes, de lugares como casas y árboles, de objetos como las sombrillas y de un sinnúmero de cosas que afectan la existencia de las sombras.

Pero lo más importante, es que nos hemos divertido en su descubrimiento utilizando nuestro propio cuerpo, ella (la sombra) salta cuando nosotros saltamos, se esconde a veces de nuestra vista, sin embargo sabemos que siempre está ahí, en una posición o en otra, más larga o más corta, pero siempre ahí.

B. DIBUJAR

En el aula, se le da a cada niño una hoja de block y se le pide que realice un dibujo de lo que entiende por sombra.

* Adaptación realizada por Andrea Sosa a partir de la lectura de Soichita (1997, p.15).

Surgimiento de mi problemática de conocimiento.

Teniendo en cuenta los planteamientos de los niños como docente me hago otro tipo de preguntas, que me llevan por un lado, a la necesidad de profundizar en el objeto de estudio, es decir, a hacer de este una problemática propia, o sea, asumirme como sujeto de conocimiento y, por otro, a “estimular [en los niños] la capacidad de razonamiento científico autónomo y coherente a partir de su experiencia de los fenómenos observables” (Arcà, 1999, p.194).

De esta manera, como docente y a la par con los niños asumo una ciencia de una manera distinta, pues el referente para el objeto de estudio no lo tomo exclusivamente del currículo, sino que trabajo en la constitución de éste como un objeto de saber.

No se trata de ilustrarme de teorías, para memorizarlas y sentir una especie de satisfacción por poseer *el conocimiento*. Lo interesante radica en explicitar de qué manera esos saberes, y, el proceso que sigo en la constitución de objetos de estudio se pone en juego para favorecer procesos de conocimiento en el aula. Pensar en las situaciones experienciales concretas para los niños en relación con mi objeto de estudio: la sombra, enriquece el proceso de constitución en objeto de conocimiento.

Consideramos fundamental valorar la interpretación que hacemos los sujetos, tanto de los procesos como de las observaciones acerca de un fenómeno como la sombra. Cuando asumo el aula como laboratorio: como espacio de exploración, de cuestionamiento, de conjetura brindamos elementos en donde se valida el anticipar, la interlocución de los estudiantes entre sí y entre estos y el saber, en la medida que predicen qué puede resultar. Esto es un avance que se viene dando desde la implementación del taller uno y que a través de la dinámica de este taller dos se busca consolidar.

Interpretación.



Figura 67. Actividad: El museo de las sombras (Una parte de la exposición). Abril 30. Fotografía: Andrea Sosa.

En el primer numeral de este taller dos, pido a los niños tomar fotografías sobre las sombras y enviarlas a un correo grupal, con las fotografías recibidas, se realiza una exposición que denominé *El museo de las sombras*. En este distribuí las fotografías de acuerdo a una clasificación previa que había hecho según las características comunes entre ellas, veamos:

- Fotografías del propio cuerpo, donde no se ve el cuerpo que las generó. (figura 68).



Figura 68. El gigante. Fotografía: Samuel L. Abril 4.

- Fotografías del propio cuerpo, en las que se ve la sombra y el cuerpo (figura 69).



Figura 69. La niña rezando. Fotografía: Tania. Abril 4.

- Fotografías de otros cuerpos, diferentes al propio, donde se ve el objeto que generó la sombra (figura 70).



Figura 70. Mi balón. Fotografía: Samuel A. Abril 4.

- Fotografías de objetos, en las que solo se ve la sombra (figura 71).



Figura 71. My Little Pony. Fotografía: Salomé M. Abril 4.

- Fotografías de *la naturaleza*, como los árboles (figura 72).



Figura 72. (Sin título). Fotografía: Isabela C. Abril 4.

Me sorprende gratamente la variedad de fotografías encontrada de las mismas, en donde una vez más puedo constatar la diversidad de intereses que pueden resultar en las aulas de clase.

Otra de las actividades de este taller, es la realización de dibujos. Estos, al igual que en el anterior taller, los clasificamos por categorías. Encontramos:

- Dibujos de sombras del propio cuerpo coloreadas, ubicadas en paralelo. (Figura 73).

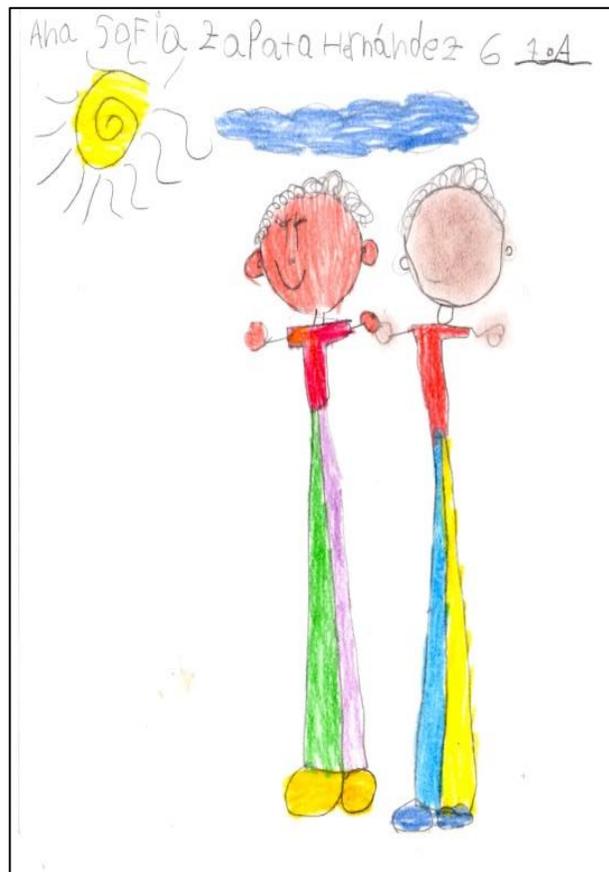


Figura 73. Sombra en paralelo y de color. Ana Sofía Z. Mayo 14.

En este tipo de representaciones, podemos decir que la sombra es *otro*, pues está justo al lado, se diferencia levemente del cuerpo en los colores y en que no tiene rostro. La niña autora de la representación muestra como componentes la luz, en este caso el sol, y el cuerpo.

- Dibujos de sombras ubicadas en paralelo pintadas de negro (figuras 74 y 75).



Figura 75. Sombra de objeto en paralelo. Alejandro B

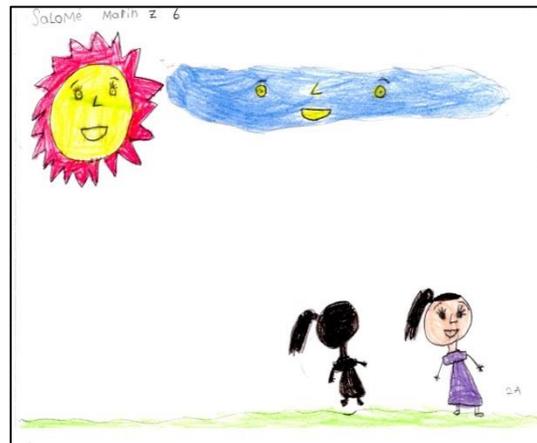


Figura 75. Sombra en paralelo y negra. Salomé M.

En este tipo de representación al igual que en la anterior, la sombra aparece como *otro*, aunque idéntico en el contorno, pero sin rostro y sin color. También aparece como elemento importante la fuente de luz, ésta aparece en ambos dibujos, sin embargo no se establece relación entre la fuente y posición de la sombra.

- Dibujos de sombras del propio cuerpo, ubicadas en el suelo (figura 76).



Figura 76. Sombra en el suelo. Camilo A.

En esta representación el autor introduce la idea de suelo como pantalla para proyectar la sombra; sin embargo, esta cualidad se restringe al cuerpo del niño, mientras que la excluye para las flores y el árbol. Al igual que en los anteriores dibujos el sol se considera un elemento necesario para que exista la sombra.

- Sombras representadas como una mancha en el suelo (figuras 77 y 78).

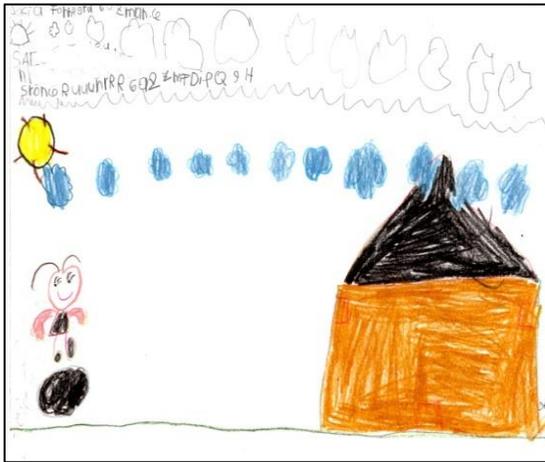


Figura 78. La sombra como una mancha en el suelo. Autora: Ana Sofía D.



Figura 78. La sombra como una mancha en el suelo. Autora: Valentina D.

En esta representación la sombra no tiene forma, pero hace presencia, justo debajo del cuerpo humano, como en la figura 77, o aparece en la parte inferior también del cuerpo humano pero de forma diagonal, como en la figura 78. En ambos dibujos la presencia de otros cuerpos como, las nubes, la casa, los árboles la sombrilla, dan la idea de producción de sombra, pues bajo su amparo no nos toca la luz del sol.

De otro lado, desde las imágenes encontradas en el libro titulado *Breve historia de la sombra*, resulta impactante la coincidencia entre el trabajo icónico (fotografías o dibujos) que los niños realizaron sobre la sombra y algunas de las fotografías que aparecen en este texto, aclarando que los niños y niñas no tuvieron acceso al libro, por lo tanto sus representaciones fueron resultado de sus propias ideas e imaginación.

A continuación, presento en paralelo una imagen del texto, con un dibujo o fotografía realizada por los niños, en los que se pueden entrever características similares de composición.

Estas imágenes (Figuras 79 y 80) tienen en común que son fotografías de imágenes de dos personas que se proyectan en el suelo, en la cual una de ellas tiene un objeto y la otra intenta con la abertura de sus brazos darle volumen a la sombra que se proyecta.



Figura 79. Alfred Stieglitz, *Sombras sobre el lago*, 1916, fotografía en gelatina de plata, 11,3 x 8,9 cxm, National Gallery of Art, Washington.



Figura 80. Lorena Meneses, *divirtiéndome entre sombras*.

En la siguiente pareja de representaciones (figura 81 y 82), pretendo dar énfasis a la realización de la sombra en paralelo y a la caracterización que pareciera dársele a la sombra, diferente al cuerpo que la origina, en el dibujo de la derecha, si bien se reconoce que la sombra está a la derecha, esta tiene colores diferentes al cuerpo original, como si de otro cuerpo se tratara. En la de fotografía de la izquierda, es más evidente esta dualidad.

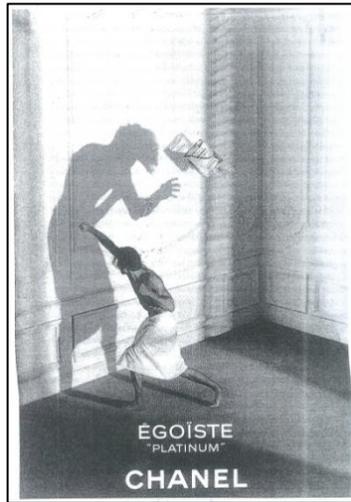


Figura 82. Anuncio publicitario de Chanel para el perfume Égoïste Platinum, 1994



Figura 82. Ana Sofía Zapata, dibujo de la sombra

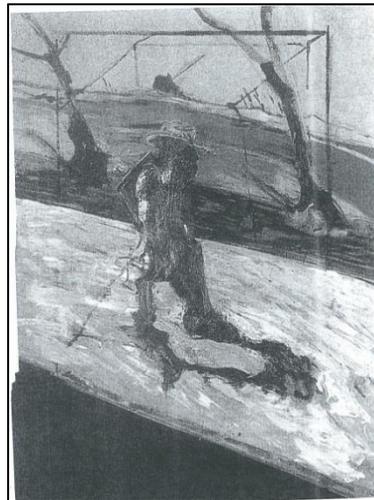


Figura 84. Francis Bacon, *Estudio para retrato de Van Gogh II*, 1957, óleo sobre lienzo, 198 x 142 cm.



Figura 84. Camilo Andrés Berrio, detalle del dibujo de la sombra

En estas imágenes (figuras 83 y 84), coincide que ambas sombras estén ubicadas en el suelo y que aunque representan el reflejo del cuerpo que las origina, no coincide en detalles sino en el contorno.

En estas dos fotografías (figuras 85 y 86) se nota como en la sombra aparece distorsionada la propia figura humana, al punto de que parece tenebrosa y siniestra. En la izquierda la figura de un adulto, en la derecha la figura de un niño.



Figura 86. Friedrich Murnau, fotograma de *Nosferatu*, 1921-1922.



Figura 86. Tomás Zapata. Fotografía de la propia sombra

Con esta sistematización, las *variables* surgen desde el contexto de explicación de los niños, es decir, estas son propuestas desde las conversaciones y justificaciones que los estudiantes dan de sus representaciones. De ahí que, estos aspectos fueran tenidos en cuenta para el diseño del siguiente taller, en el cual se pudiera hacer un análisis más riguroso de las condiciones planteadas para que se produzca la sombra, durante las intervenciones de socialización actuales.

Socialización.

Es importante destacar que, las socializaciones de cada taller de esta propuesta las hice de manera diferente, esto en cuanto a la forma, porque la esencia fue la misma: posibilitar un espacio de encuentro para el intercambio de ideas.

Para socializar el desarrollo de este taller, recurro al uso de una cartelera (en material de madera blanda) que está al interior del aula y cuyo uso es precisamente exponer los trabajos de los niños. En ella ubiqué los dibujos durante dos semanas, en las cuales no propuse ninguna

socialización directa en las clases, sino que esperaba que con el pasar de los días, los niños se fueran acercando espontáneamente a observar lo que allí estaba.

Esta estrategia obedeció a dos razones: una, referente a las dificultades que tuve para contar con un video beam de manera permanente, que me permitiera hacer las socializaciones por espacios breves de tiempo distribuidos en varias sesiones, a fin que los niños no se agotaran. Esto a raíz de la experiencia con el primer taller, noté que el tiempo de las plenarias fue muy extenso, los niños se cansaban y por lo tanto sus niveles de participación y concentración disminuían.

La otra razón, estaba enfocada en la necesidad de contar con un tiempo y un espacio suficientes para que los niños, de manera espontánea comprendieran las ideas de los otros a través de sus dibujos, sin necesidad de dirigir el proceso como profesora. Así, al posibilitar experiencias dentro del salón se trascendió la idea de hora de clase: el aula en sí invita a movilizar el pensamiento.

Pasadas las dos semanas se abrió un espacio de interacción en donde los niños dialogaron sobre sus dibujos, bajo la misma dinámica del taller anterior de explicitar las ideas a través de narraciones o de preguntas.

Sistematización.

En este taller inicio un proceso de experimentación, ya que como sujetos de conocimiento producimos hechos que interpretamos y nos explicamos: en la segunda parte de este taller dos, los niños toman fotografías de sombras y comprenden la clasificación de sus producciones de acuerdo a determinadas características, como las que se nombran a propósito de las figuras 68 a 86.

Interpretación del fenómeno.

Los espacios de socialización contribuyen a dinamizar el proceso de argumentación de las explicaciones, por ejemplo, donde los niños son interlocutores entre ellos mismos y con la ciencia, hacen explícitas sus ideas de formación de las sombras en la relación objeto (cuerpo)/fuente de luz.

Así, los niños van ganando confianza para compartir sus propias ideas, lo que aporta a la formación de sujetos críticos, constructores de saber. La ciencia ya no es ajena a ellos y el docente no es el juez que califica si su idea es correcta o no. Esto permite que haya diferentes posturas con respecto a los objetos de la ciencia. Veamos el siguiente diálogo, suscitado a partir de la figura 87:



Figura 87. Sin título. Autor: Santiago H.

Paulo C.: Quiero decir que cuál es la sombra del primer dibujo. ¿Por qué la sombra está pegada a la persona?

P: ¿Tú piensas que la sombra no debería estar pegada a la persona o si debe estar pegada?

P.C.: No sé, pero se están dando la mano la sombra con la persona, eso es muy extraño.³²

³² Socialización de los dibujos de las sombras. Mayo 27.

Resaltamos las representaciones e ideas de los niños sobre la sombra. Del diálogo destacamos que para un niño es *extraño* que la sombra y la persona se vean pegadas de la mano; para él tal vez, la sombra debe aparecer alejada del cuerpo, como un ente individual, mientras que para quien dibujó quizás la sombra hace parte del cuerpo mismo y por eso las dibuja pegadas. Estas ideas son producto, como ya se ha mencionado, de las experiencias que han vivido.

En nuestro discurso no se privilegia solamente la actividad: hacer un dibujo de la sombra o tomar una fotografía y ya, sino que procuramos explicitar las intenciones de los autores con estas creaciones.

A partir de nuestra interpretación, de los dibujos elaborados durante este taller y de las ideas escuchadas en las socializaciones, concluimos que los niños introducen la posición de la sombra como una variable, véase las figuras 73 a 78. Por esta razón decidimos incluir para el próximo taller, situaciones experienciales para estudiar la sombra en relación con otras variables.

Conclusión

Como docente investigadora de mi práctica, tengo muchas preguntas que obedecen tanto al campo educativo como investigativo, por ejemplo: ¿cómo interpretar las ideas de los niños?, ¿para qué conocer las ideas que los niños traen del conocimiento común? ¿Para cuestionarlas? ¿Para superarlas? ¿Para empezar a partir de ellas?

Conocer las ideas de los niños nos permite saber sus intereses y las formas de facilitarles los procesos de construcción de conocimiento. Las ideas de los niños no son punto de partida, ni de superación, ni de crítica; son sus ideas las que dan cuenta de un conocimiento

que trae desde su cultura y las cuales son materia que enriquece la diversidad en la clase, por lo tanto con las ideas de todos podemos lograr una comprensión del mundo físico.

También, destaco que cuando los niños escuchan la explicación de otros y tienen la posibilidad de observar sus representaciones, amplía su experiencia, acá entra en conjunción la triada *Experiencia, Lenguaje, Conocimiento*, de la que hacemos alusión en el capítulo dos; en los talleres que presenté, el lenguaje está representado en los dibujos.

A observar sombras: Taller 3

TALLER #3. A OBSERVAR SOMBRAS

Guía para el docente

OBJETIVOS: Salir a diferentes horas del día al mismo lugar y llevar registros por medio de dibujos de lo que se observa. Se deben tener en cuenta elementos como: si el día es soleado o no, y si el lugar de la observación es un campo abierto o semiabierto. Propiciar el diálogo a través de preguntas, que direccionen la conversación hacia elementos relacionados con la luz y la sombra, generando inquietudes en los estudiantes que los motiven y cuestionen para realizar una salida en la que lleven elementos profundos al momento de realizar la observación.

ANTES

- ✓ Pedir a los estudiantes que realicen frases que contengan la palabra sombra, solicitarles que se escuchen entre ellos y generar algún tipo de socialización que lleve a establecer categorías de acuerdo a los enunciados (si fuera el caso).

DURANTE

- ✓ Con las actividades propuestas en esta parte del taller, se pretende que el estudiante pueda prever, sin salir a los lugares sugeridos (uno es un lugar semiabierto y el otro un lugar abierto), con qué se va a encontrar en la salida a realizar. Con preguntas orientadoras por parte del docente, que lleven al estudiante a cuestionarse sobre lo que espera encontrar allí.
- ✓ El docente debe guiar la discusión de tal manera que el estudiante, se cuestione acerca de si hay diferencias o no, entre hacer observaciones en un lugar abierto y uno semiabierto, de tal manera que cuando se salga a realizar la actividad, los estudiantes estén enfocados en resolver sus cuestionamientos.
- ✓ Así mismo, realizar observaciones en 4 momentos del día diferentes, pretende que el estudiante establezca diferencias entre las sombras que se proyectan dependiendo de la posición del sol. (Para esto el docente debe orientar la discusión estableciendo diferencias entre lo que se observa a cada hora y cuáles son las razones por las cuales se producen estas diferencias).

En esta etapa, la primera parte de la observación debe ser muy libre, atendiendo a cuáles son los aspectos a los que los estudiantes dan relevancia. Acto seguido, orientar la actividad en la observación de objetos, de otros compañeros y sus sombras y finalmente concentrarse en la propia sombra.

Cada una de estas actividades debe estar acompañada de un registro gráfico (dibujos), que sirva de herramienta para la recolección de información, que se sintetizará en el momento del “después”.

DESPUÉS

- ✓ Socializar los dibujos registrados a diferentes horas del día y tratar de establecer características relevantes en cuanto al tamaño y la intensidad de las sombras. Orientar las conclusiones para que de allí se pueda sintetizar la información en una tabla que represente los resultados de la observación. Por ejemplo:

HORA	LUGAR	NITIDEZ DE LA SOMBRA	TAMAÑO U ORIENTACIÓN DE LA SOMBRA
8:00 a.m.	(coliseo)		
8:00 a.m.	(parquecito)		
10:00 a.m.	(coliseo)		
10:00a.m.	(parquecito)		
12:00 a.m.	(coliseo)		
12:00a.m.	(parquecito)		
2:00 p.m.			
5:00 p.m.			

- ✓ Como actividad final, los estudiantes deben verbalizar las posibles conclusiones a las que hayan llegado con respecto a la relación luz/sombra/ lugar

Guía para el estudiante

ACTIVIDADES

ANTES

- ✓ ¿Qué frases podrías hacer con la palabra sombra?

DURANTE

- ✓ Si cerramos los ojos y vamos al coliseo, ¿qué te llama la atención de lo que ocurre allí?
- ✓ Ahora, también con los ojos cerrados, vamos al parquecito: ¿Qué observas? ¿Qué cosas te llaman la atención de este lugar?
- ✓ Nuevamente con los ojos cerrados, imagina que estás en el parquecito y el día es soleado, ¿qué te llama la atención? Si el día no estuviera soleado, ¿encuentras diferencias con lo que observaste en la primera ocasión?
- ✓ ¿Hay diferencias entre salir al parquecito en un día soleado y salir en un día no soleado? ¿Cuáles?
- ✓ Si realizamos visitas al parquecito y al coliseo a las 8:00 a.m., a las 10:00 a.m. y a las 12:00 ¿encontrarías alguna diferencia en cada hora del día? Si en cada visita haces un dibujo, ¿crees que vas a encontrar diferencias entre las ilustraciones que hagas?
- ✓ Si realizamos observaciones al aire libre a las 3:00 p.m. y a las 5:00 p.m. y las representas con dibujos, ¿los dibujos tendrán semejanzas o diferencias con los que hiciste en la mañana?
- ✓ Si eliges observar tu sombra a las 8:00 a.m., a las 10:00 a.m. y a las 12:00 m. ubicado en un mismo lugar, ¿cómo serían los dibujos de cada momento? Si la experiencia la realizaras a las 3:00 p.m. y a las 5:00 p.m. ¿encontrarías diferencias? ¿Encontrarías semejanzas?

DESPUÉS

- ✓ De acuerdo a las observaciones y dibujos realizados, ¿qué relaciones encuentras?
- ✓ ¿El tamaño de las sombras es siempre el mismo?
- ✓ ¿En cada observación veías la sombra con la misma intensidad?
- ✓ ¿Crees que estar ubicado en el coliseo o en el parquecito, representa alguna diferencia al momento de observar las sombras?
- ✓ ¿Podrías hacer una organización de las observaciones que realizaste?

Finalizado el taller, el docente orientará un conversatorio, basado en las siguientes preguntas, las cuales fueron utilizadas por Piaget (citado en Stoichita, 1997, p. 33), previo a un trabajo con los niños:

- ✓ ¿Qué es una sombra?
- ✓ ¿Cómo se forma?
- ✓ ¿Por qué hay sombra?
- ✓ ¿Por qué es negra?

Una vía de continuación al taller podría ser las sombras de colores

En este taller diseñamos dos guías, una para el docente y otra para el estudiante. La guía del niño se escribió de forma tan clara, que el niño puede tomarla y resolver las

actividades propuestas allí, sin necesidad que el adulto se las explique. En la guía del docente se explicitan las actividades destacándose los objetivos en términos didácticos y pedagógicos.

Sistematización del taller 3.

Desde la producción gráfica de los niños en el taller anterior notamos la incursión de la variable *posición de la sombra*, tal como se ve en la clasificación de los dibujos, en donde a veces la sombra estaba debajo, a veces al lado y a veces en paralelo (ver figuras 73 a77).

A partir de esta interpretación ví propicio la fundamentación de este nuevo taller, en el análisis de las condiciones necesarias para la producción de la sombra, en otras palabras la definición de variables pertinentes.

En el mismo taller contamos con variables tales como: nitidez, tamaño, orientación, luminosidad (referenciada por medio del lugar y hora de la observación). Leonardo Da Vinci, nos brinda elementos conceptuales en torno al significado de variable, como lo expusimos en el capítulo dos.

Identificación de variables en las representaciones gráficas y verbales.

En este tercer taller decidimos partir de la reflexión de situaciones de la cotidianidad. Las situaciones se realizan en los espacios de la institución educativa, los niños tienen la posibilidad de hacer sus observaciones libremente, para poder construir el fenómeno a estudiar: la sombra.

Los niños, en esta etapa de la implementación de la propuesta, se muestran más activos en la conversación, argumentan de manera más profunda sus planteamientos, a diferencia de las socializaciones del primer taller donde temían hablar, en cambio para esta etapa se sienten

motivados al sentir que están conformando *hechos* importantes. Pues de manera consciente saben que la construcción de conocimiento depende de ellos mismos, de lo que logren abstraer de sus observaciones y de las conversaciones con sus compañeros y docente.

De esta manera, nuestros diálogos se tornan en una explicación en proceso, en los cuales los niños hacen uso de expresiones para referirse a la sombra tales como: grande-pequeño, claro-oscuro, más luz-menos luz, más caliente-menos caliente, etc. Estos términos cualitativos se refieren a variables, nos deja ver asuntos vinculados con la medición.

Al respecto presento en las siguientes líneas un diálogo sostenido por mí con un grupo de niños, mientras dibujaban la observación que habían hecho de su propia sombra a las 10:00 a.m.

Víctor: Cuando hay más sol, la sombra es oscura. Cuando hay menos sol está más clara [la sombra].

P: ¿Y cómo la veremos a las 12 del día?

Samuel L: Más oscura, ah no, un poquito más clara, más clara.

V: No, más oscura, porque hay más sol.

P: ¿Y el tamaño?

Valery S.: Más grande.

En esta conversación pude ver la relación que establecen los niños entre la nitidez de la sombra (más clara, más oscura), la intensidad de la fuente de luz (el sol) y el tamaño de la sombra.

Relaciones entre variables para que se forme la sombra.

El desarrollo del taller permite evidenciar variables, como el tamaño de la sombra, la cual los niños asocian en relación con su propio cuerpo; la posición de la sombra vinculada a

la hora del día, la cual está estrechamente afectada por la posición del sol; la luminosidad, que se refiere al lugar en el que se realiza la observación.

La relación de estas últimas dos variables (ubicación de la sombra y luminosidad) afectan la posición, tamaño y nitidez juntas de la sombra. Si la observación se hace en un lugar abierto, en horas de la mañana con condiciones favorables de luminosidad, entonces el tamaño de la sombra será mayor que si se hace al mediodía; la sombra se verá más oscura o más nítida y la posición de esta dependerá de la relación entre la posición de la fuente de luz y el cuerpo.

Podríamos decir que, tamaño y posición juntos resulta ser una variable más compleja que el tamaño y la posición independientemente. Por ejemplo, en los siguientes diálogos, podemos interpretar cómo los niños se refieren a diferentes relaciones entre variables:

Relación fuentes de luz y nuestro cuerpo.

Podemos ver cómo los niños se refieren a elementos como las fuentes de luz y el propio cuerpo, como elementos indispensables para que haya sombra. Recurren principalmente al sol, aunque identifican que hay otras fuentes como las lámparas o la luna.

P: ¿Cómo se forma una sombra?

Samuel L.: Con la luz y si uno mismo está en la luz del bombillo o del sol o de la luna, que la luna también puede dar la sombra a nosotros mismos.

Sofía Z.: Necesitamos un sol, también necesitamos muchas cosas que alumbren porque la sombra se forma con el sol.

Juan Esteban: necesitamos luces para hacer la sombra.

P: ¿solo luces? ¿con eso basta?

Valerie S.: Para que haya sombras necesitamos mucha luz y también nuestro cuerpo, nuestro cuerpo es una parte importante o sino no va a salir nada de sombra.

Valentina D.: la sombra está en todas partes, porque en la noche con las lámparas, en la luz en la noche, se pueden ver [las sombras]. En la tarde se puede ver más clarito, en el día como el sol es tan grande se puede ver por todas partes.

Marialejandra: las sombras se pueden hacer con sol o con cualquier tipo que se haga con luz.

Camilo: el sol está arriba y cuando le cae a uno, ahí mismo le sale [la sombra] para el frente, pero si el sol es al lado..., uno se voltea pero todavía está al frente o al lado, detrás o adelante.³³

Tamaño de la sombra.

En la dinámica del taller, correspondiente al “Después” los niños introducen el tamaño de la sombra como variable en el estudio de la formación de sombras. Tal como puede verse en la siguiente transcripción.

La sombra se alarga y se va volviendo pequeña, pequeña, pequeña, cuando vuelve a crecer cuando ya es de día. Cuando ya es de noche ya no se ve, pero cuando vuelve a amanecer ya se ve un poquito más pequeña y cuando ya aparece todo el sol, ya se vuelve a crecer del todo (Camilo).

Por la noche, con la luz de los postes se ve muy grande [la sombra] (Víctor).

Relación hora del día, nitidez y tamaño de la sombra.

En la siguiente conversación se hace muy notoria la necesidad, por parte de los niños, de relacionar hora del día con nitidez y tamaño de la sombra. Si bien, no hay consenso en las opiniones, se nota una consciencia en la interrelación de estas variables y las diferencias que pueden haber en cada observación. Es de rescatar que la comprensión de estas interrelaciones resulta compleja por la estrecha relación entre estas tres variables en simultáneo (hora del día, tamaño y nitidez de la sombra). Por lo tanto como docente, intento a través de preguntas orientar la conversación en esta relación: hora del día y nitidez de la sombra.

Simón: Yo vi a las 8:00 a.m. que la sombra es muy clarita porque casi no hay sol.

P: ¿Y a las 10:00 a.m.?

Simón: Regular de clarita y oscura porque hay más sol.

P: ¿Y a las 12:00 m.?

Simón: Muy oscura

³³ Esta transcripción corresponde a una de las actividades del taller llamada “Después”, en la cual estamos haciendo una plenaria en el aula, alrededor de algunas preguntas. En este caso la pregunta es: ¿Cómo se forma una sombra? Julio 24.

P: ¿Por qué crees que está más oscura a las 12:00 m?

Simón: Porque a las 12:00 m. sale mucho sol.

Sara: A las 8:00 a.m. está muy clarita, porque el sol por la mañana no sale tan duro [menor iluminación] como cuando está a las 10:00 y por la tarde, entonces por eso la sombra a las 8:00 a.m., está tan clarita y ya a las 10 está muy oscura.

P: ¿Por ahí a las 5 de la tarde, entonces cómo va a ser la sombra?

Jerónimo Z.: Mientras más va pasando el día, más oscura se va poniendo la sombra

Victor: Mientras más tarde se hace, la sombra se hace más grande

P: ¿Cuando salimos a las 8 de la mañana, de acuerdo a lo que dice Víctor, entonces la sombra cómo era?

Tomás Z.: Pequeña y clarita

P: ¿Y a las 10:00 a.m.?

Camilo: Medio oscurita y medio grande

P: ¿Más grande que la de las 8 o más pequeña que la de las 8?

Coro: Más grande

P: ¿Y a las 12 m.?

Camilo: Era más pequeña y un poquito más gordita

P: ¿Qué pasará por ahí a las 3:00 de la tarde con la sombra?

Jerónimo Z.: Se ve más pequeña pero oscura

P: ¿Y a las 5:00 p.m.?

Camilo: Se vería más grande que la de las 8:00 a.m.³⁴

Especialmente hay diferentes posturas con el tamaño de la sombra al medio día, pues para unos la sombra va creciendo desde las 8: a.m. hasta las 5:00 p.m quizás en la misma dirección, para otros puede existir la relación entre la ubicación de la sombra respecto a la posición del sol.

Intensidad.

También noté en las conversaciones de los niños sobre la observación que hicimos de sombras la introducción de otros términos como *oscuro*, *calor*, *calientico* para referirse a la

³⁴ Plenaria en el aula, correspondiente a la actividad del “después” sobre la pregunta: ¿el tamaño de las sombras es siempre el mismo? Julio 24.

intensidad del sol, asociando calor con luminosidad, los cuales a su vez resultan vinculados con el lugar.

Alejandro A.: El parquecito es un espacio libre y el coliseo es un espacio tapado

P: ¿Y entonces qué hace ahí la diferencia?

Alejandro: la diferencia es que en el coliseo es oscuro y en el parquecito hay mucho sol

Juan Esteban: porque en el parquecito hace mucho calor y en cambio en el coliseo está... bueno, calientico

Víctor: la diferencia entre el parquecito y el coliseo, es que en el coliseo la sombra se ve de lado porque tiene techo y en el parquecito se ve debajo porque no tiene techo

P: ¿Qué opinan de lo que dice Víctor? ¿Siempre vamos a ver en el parquecito la sombra debajo?

Coro: ¡Nooo!

Valery: En el parquecito también puede ir [la sombra] en el lado, adelante, de lado y detrás

P: ¿Y en el coliseo?

Valery: En el coliseo puede haber en los dos lados y algunas veces atrás

P: ¿Y cuál será la razón?

Valery: Porque en el coliseo hay una parte que tiene el sol y en el parquecito siempre hay sol en todos los lados.³⁵

Con esta conversación puedo decir, que la relación entre espacio abierto (parquecito) y semiabierto (coliseo), no representa mayor diferencia entre los estudiantes para establecer la relación: lugar y nitidez de la sombra. Esperaba que los niños dijeran que la sombra en el parquecito es más nítida, porque el espacio está despejado con respecto a la fuente de luz que usamos en este caso: el sol, a diferencia del coliseo, en donde el techo interfiere en esta relación. Sin embargo para los niños esta relación no fue tenida en cuenta, y se concentraron más en aspectos como el térmico y la luminosidad.

³⁵ Plenaria en el aula, correspondiente a la actividad del “después” sobre la pregunta: ¿En cada observación se veía la sombra con la misma intensidad? Julio 24.

Incursión de un nuevo concepto: el reflejo.

Además de las variables propuestas en el taller, los niños agregan en su discurso, mientras se hacía el proceso de observación de sombras en un lugar abierto, un término nuevo: *reflejo*. El cual al principio pareciera que lo pusieran en paralelo al concepto de sombra, sin embargo ellos mismos establecen que entre estos dos términos hay diferencias.

Jerónimo Z.: Profe, allí hay una pared [el suelo] y había agua y en el agua estaba la sombra.

P: ¿verse en una pared donde hay agua es sombra o es otra cosa?

Coro: Es reflejo

P: ¿Cuál es la diferencia entre sombra y reflejo?

Valery: El reflejo tiene color y la sombra es negra no más

Simón: El reflejo tiene que ser en una cosa brillante como los espejos y las sombras en un espacio abierto, porque si lo hace en un espacio cerrado no se ve la sombra.³⁶

Los niños introdujeron el concepto de “reflexión”, sin haberse planteado de manera explícita en el taller. Además, la manera de explicar de los niños es fenomenológica, pues lo hacen a partir de experiencias.

Valoro la introducción de este concepto, el cual se hará visible en el taller número cinco: la cámara oscura, donde la comprensión de este concepto es determinante en el proceso de experimentación con este *instrumento*.

Conclusión del taller.

Después de enriquecer la experiencia con observaciones, diálogos y la construcción colectiva de conceptos. Se cierra la socialización retomando el concepto de sombra. Se notó la necesidad manifiesta en los niños de recurrir al propio cuerpo como elemento fundamental

³⁶ Conversación entre un grupo de niños y yo, mientras estos hacían observaciones a campo abierto, como actividad correspondiente al taller. Junio 2.

para las explicaciones, esto da cuenta del uso que hacen los niños de un contexto experimental para llegar a la comprensión de los fenómenos.

P: ¿Qué es una sombra?

Juan Andrés: una imagen de nosotros que es negra

Sara: es cuando nos refleja el sol arriba o al lado o al lado izquierdo y también es negra porque el sol es muy claro

Valentina D.: una sombra es una parte de nuestro cuerpo que es negra y nunca se puede despegar de nosotros porque es una parte de nuestro cuerpo

Victor: la sombra es el reflejo del sol en un objeto

Santiago B.: el reflejo de la sombra, es cuando uno está parado en la luz, que el sol lo refleja a uno y sale la sombra

P: ¿solamente con nuestro cuerpo se pueden hacer sombras?

Coro: ¡Noooo!

Valentina D: también las matas y todas las cosas pueden tener sombra

P: ¿Entonces de qué depende que haya la sombra?

Tomás Z.: también depende de lo que alumbre, puede dar luz y uno hacer sombra

P: ¿Por qué hay sombra?

Valentina D.: la sombra es una parte oscura de nuestro cuerpo, si no existiera la sombra entonces todo se vería negro y no habría ninguna luz, entonces por eso hay luz para crear sombras³⁷.

De este diálogo puedo recoger varios elementos para destacar. Por ejemplo: los niños tienen referentes experienciales sobre la reflexión y hacen evidente la relación sombra y reflejo, cuando enuncian, respectivamente, que una sombra es *una imagen de nosotros que es negra* y *la sombra es el reflejo del sol en un objeto*.

Valentina D. aporta dos elementos llamativos: uno cuando le da la connotación a la sombra de “ser”, para ella la sombra “es”, pues dice que es parte del cuerpo de la que no puede

³⁷ Plenaria en el aula, correspondiente a la actividad del “después” sobre la pregunta: ¿Qué es una sombra? Julio 24.

desprenderse, además hace referencia al claroscuro como necesario para la formación de sombras. Lo cual da pie para el siguiente taller.

Dentro del diálogo, en general, con los niños se interpreta la necesidad de hacer relaciones entre variables, además de la construcción por parte de los niños de un sistema que les permita consolidar sus argumentos en cuanto a la formación de sombras; sistema, entendido como un entramado de relaciones entre componentes individuales. Por ejemplo, ante el pedido de realizar frases que lleven la palabra sombra, los niños utilizaron expresiones como: *La sombra lo acompaña a uno a todas partes* (Thomás R.). En esta expresión se nota una relación del objeto (el niño) y la sombra.

El sol puede hacer la sombra, porque cuando uno camina el sol lo ilumina entonces la sombra se ve (Sara). *La sombra se hace con el sol* (Simón). *Cuando uno prende un bombillo puede hacer sombras con las manos y le da una sombra* (Hillary). *Cuando el sol baja la sombra se desaparece* (Marialejandra).

En estas frases se nota que se establece una relación entre la fuente, sea el sol o un bombillo y la sombra. Esta relación se plantea necesaria dentro del contexto de la socialización.

Objeto, fuente y sombra son las partes de un sistema que es construido por los niños desde la conversación. Este sistema se constituye por las relaciones que se establecen entre las partes. El pensar por sistemas es una intención que me planteé desde el diseño del taller y la cual valoramos como una estrategia para el proceso de construcción de conocimiento científico, en cuanto a la relación variables-sombra.

. En la segunda frase, Sara plantea lo que el sol hace: formar la sombra cuando ilumina, ella presenta la variable *iluminación*. El “hacer” al que se refieren a través de sus frases Sara y Simón nos muestra el carácter independiente de la variable iluminación, que afecta la dependencia, por ejemplo, de la nitidez de la sombra.

En una segunda fase de la construcción de frases, en compañía de los padres, los niños presentaron frases como:

Un árbol da sombra (Thomas Camilo), *mi pecera tiene sombra* (Samuel A.), *la ropa hace sombra* (Juan A.), *un balde da sombra* (Sofía Z.), *la palmera en el desierto da sombra* (Sara), *el paraguas es para que me de sombra* (Jerónimo Z.). En estos casos el cuerpo ya no es el del niño, cualquier objeto puede *dar* sombra y la palabra sombra se presenta además como abrigo. Pues es como si la sombra protegiera, acá la sombra no resulta de la relación de una fuente de luz, con el cuerpo del niño y el piso, sino que el elemento que pareciera esencial es aquel nuevo cuerpo (representado en el objeto) que se interpone entre la fuente de luz (en este caso el sol) y la figura humana, pues esta es esta última quien consigue la existencia de la sombra como protección.

También se nota en algunas frases un significado identificado con el lado malo del comportamiento de los hombres, lo que refleja características religiosas del contexto familiar, como la que sigue: *Si Dios creó la sombra es para atacar mejor la luz* (Isabela C.). Lo cual me hace pensar en la utilización de la analogía como estrategia de pensamiento. La analogía recoge elementos de la influencia directa del entorno social y cultural en la formación de conceptos y el uso de ellos en el establecimiento de situaciones para la explicación.

Es importante resaltar que los términos y las experiencias que los niños muestran con sus frases sobre el término sombra, lo presentan como algo que hace parte de su cotidianidad, por ello le imprimen un carácter lúdico: *las sombras bailan en la casa* (Ximena), *las sombras son muy divertidas* (Susana). Podemos decir que se le da animismo al término.

Noción de sistema en la formación de sombras.

Se tiene entonces un sistema compuesto por un objeto (por ejemplo el cuerpo del niño), una fuente (sol), un lugar y la sombra. El objeto es constante, la fuente es una variable independiente, cuya posición varía según la hora, lo que afecta el tamaño de la sombra, y su posición. Otro aspecto de esta composición está relacionado con la nitidez de la sombra que se logre, la cual depende, en este caso, de las condiciones meteorológicas del clima (soleado, nublado, parcialmente nublado, lluvia) ya que con estas, el lugar se afecta y con ello la nitidez de la sombra. Por ello, la sombra es la variable dependiente.

El punto no es solo notar cómo afectan las diferentes variables la formación de sombras, sino que a su vez la misma variable también se ve afectada, pues esta depende también de unas condiciones, por ejemplo, la fuente, que en este caso es el sol, para nosotros depende de las condiciones del clima. Este aspecto puede resultar complejo para un proceso de análisis y procesamiento de la información con los niños, porque son varios aspectos que hay que considerar a la vez, por ello la idea de sistema.

Sin embargo, en el diálogo con los niños, puedo reconocer que ellos mismos identifican todas estas variables y sus relaciones, aunque en el proceso de organización de la información, de procesos de pensamiento que ayuden a organizar sus ideas, resulta un poco

más complejo, tener en cuenta todas estas variables para explicitarlas al momento de realizar las socializaciones.

En los siguientes dibujos podemos ver, que ellos reconocen la existencia de variables: tamaño, nitidez, posición de la sombra.



Figura 89. Representación de la sombra a las 8:00 a.m.
Autor: Ana Sofía V

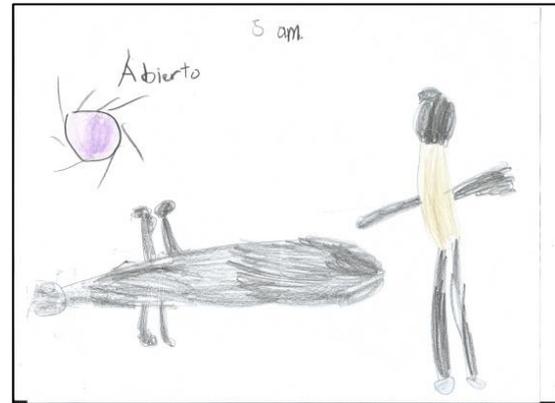


Figura 89. Representación de la sombra a las 8:00 a.m. Autor:
Samuel A.

En estas imágenes, Ana Sofía V. y Samuel A. (figuras 88 y 89) hacen una clara diferencia entre el tamaño de la sombra y el tamaño del cuerpo, para ambos la sombra a esta hora del día (8:00 a.m.) es más grande que el cuerpo; sin embargo, hay diferencias en cuanto a la *posición* de la sombra con respecto al cuerpo, en el dibujo de la izquierda la sombra está en el suelo, mientras que en el de la derecha está paralela al cuerpo, también hay diferencias en cuanto a la *ubicación* de la sombra pues uno la hace a la izquierda y la otra a la derecha del cuerpo. Si bien es claro que en ambas representaciones reconocen la existencia de variables: posición y ubicación de la sombra, no hay un consenso entre estas y sus relaciones, (hora del día).

Consideraciones finales.

Si bien hay unas variables definidas desde el taller mismo en la observación de sombras, en el diálogo con los niños noto que se refieren a otras propiedades, por ejemplo con el sol se refieren a grados de iluminación, que asocian con el tamaño de la sombra: *temprano es pequeña* y se asocia con que hay más *poquito* sol a esta hora del día.

Así que, los niños no solo plantean variables, sino también relaciones entre ellas. Lo importante no es el objeto en sí, sino sus propiedades, es decir, no el sol en cuanto tal, sino su *luminosidad*; no es la sombra en sí misma, sino el grado de *nitidez*, *tamaño*, *posición*. Este tipo de asociaciones se hace de forma experiencial, en relación con elementos de su entorno como es el caso de su estatura. En este sentido, se notan procesos cualitativos de medición desde un referente claro como su propia estatura.

Si bien se menciona que hay procesos de cambio de tipo actitudinal, procedimental y cognitivo en los niños, pues sus explicaciones son más elaboradas, las preguntas que hacen son más complejas, etc. Esto se hace para evaluar el taller en cuanto a pertinencia y no para pretender hacer diagnósticos de errores en los niños, para que luego sean superados.

Es importante aclarar, que el centro de análisis no es el porcentaje de niños que emitieron determinada respuesta, sino explorar la potencia del taller, y la construcción colectiva del fenómeno y su explicación.

En los dos talleres anteriores el énfasis se hizo en la producción de cada niño, como individuo desde su experiencia personal. Por lo tanto, la comunicación en los espacios de socialización con los otros se establece desde sus puntos de vista individuales. No obstante, en este tercer taller empiezo a provocar una *construcción colectiva*, en donde ya no se trata de

escuchar al otro para preguntarle por qué piensa de aquella o de esta forma, sino, en cambio, de escucharlo para aportarle y para que la unión de las ideas propias con las ideas de los otros, posibilite espacios de construcción social de conocimiento.

Si bien estos talleres se desarrollaron con un grupo de primer grado de escolaridad, bien podrían ser llevados a cabo con jóvenes o incluso adultos, docentes, sin necesidad de hacer grandes adaptaciones, siendo pertinente su concepción y justificación, en tanto su constitución apunta a la construcción colectiva de pensamiento, en la que cualquier grupo humano puede tomar parte.

Por otro lado, cabe mencionar, que además del proceso vivido por los niños durante la realización de los talleres, también como docente experimenté cambios en la relación que tenía con los niños, pues a medida que construí la propuesta y realicé su sistematización noté que tenía menos temor por permitirles expresarse, sentía menos afán por *corregirlos* y tenía más interés por escucharlos y comprenderlos, y sobretodo había una creciente valoración de qué tanto ellos como yo, somos sujetos de conocimiento.

Sombras en la luna: Taller 4

TALLER # 4. SOMBRAS EN LA LUNA

PRIMERA PARTE

Sesión 1

1. Imaginemos dos regiones: una iluminada y otra no iluminada.
 - A. ¿En ambas regiones podemos ver objetos? ¿Por qué si o no?
 - B. Dibujen las zonas iluminada y oscura
 - C. ¿En dónde comienza lo iluminado y en dónde termina?

Sesión 2

2. ¿Qué necesitamos para que una zona esté iluminada?
3. ¿Podemos ver en zonas donde hay mucha iluminación?
4. Dibuja un objeto:
 - A. En una zona con muchísima luz
 - B. En una zona que no reciba nada de luz.
 - C. Da ejemplos de situaciones similares a las dos anteriores.
5. ¿Qué condiciones necesitamos para ver bien un objeto?

SEGUNDA PARTE

1. Haz un dibujo de la luna y describe sus características.
2. Escucha la siguiente adaptación de una parte de la biografía del científico y astrónomo Galileo Galilei*

Hace muchos, muchos años (nació en 1564, murió en 1642); vivía en Italia un hombre al que le gustaba buscar explicaciones para las situaciones que ocurrían a su alrededor, para ello realizaba montajes, que le representaran de algún modo la situación que quería explicar. Este hombre se llamaba Galileo Galilei. Él hizo montajes experimentales de muchas situaciones y fenómenos. Una de ellas fue observar la luna, a través de un telescopio que él había ido perfeccionando para facilitarse la interpretación de lo que miraba.

En estas observaciones, él pudo notar que la luna tenía como una especie de manchas, pero él las describió como sombras, y reflexionando sobre esto, dijo que esas sombras querían decir que la luna tenía como una especie de montañas y cráteres, que se parecían a ciertos relieves de la tierra. Esto fue algo revolucionario para la época, pues se pensaba que la luna era totalmente lisa.

3. ¿Alguna vez has observado la luna y has visto estas manchas o siempre la has visto lisa?
4. ¿Qué opinas de que se pueda identificar un objeto sólo con observar su sombra? ¿Podrías dar un ejemplo de otra situación, diferente a la de Galileo con el relieve lunar, en que con observar una sombra se pueda reconocer un objeto?

TERCERA PARTE

En tu grupo, realiza una conversación a partir de las siguientes preguntas y otras que puedan surgir durante la sesión: ¿Qué elementos son necesarios para que se dé una sombra? ¿Cómo se producen las sombras?

* Adaptación realizada por Andrea Sosa a partir de la lectura de Biografías y vidas. *Galileo Galilei*, <http://www.biografiasyvidas.com/monografia/galileo/>

Justificación.

Con el presente taller se pretende dar a los niños, del grado primero, pautas para reflexionar acerca de dos aspectos principalmente: uno de ellos las condiciones necesarias para que se pueda ver, para esto existe una escala de posibilidades que van desde la ausencia de luz hasta la existencia de mucha luz, teniendo en cuenta diferentes grados de iluminación, en esta situación se destaca que en los extremos de estas escalas no se posibilita el ver, es decir, en iluminación total o en carencia absoluta de luz. Al respecto, de Hosson (2007, p. 165) interpreta el trabajo experimental de Alhazén (1015) acerca de exponer el ojo a varias situaciones con la luz llegando al extremo deslumbrante y a la oscuridad total; para decir que “una luz fuerte impide la visión, mientras que un poco de luz la favorece”.

El otro es, que a través de las sombras que se forman, se pueden identificar, con mayor o menor exactitud, los objetos que las originan, pues son varios los factores que inciden en el tamaño y la nitidez de la sombra. Así lo expresa Dubreuil (1651, p. 127), citado en Stoichita, (1999):

la diversidad de las luminarias hace diversas formas de sombras; pues si el cuerpo que ilumina es más grande que el que es iluminado, la sombra será más pequeña que el cuerpo; si son iguales, la sombra será igual al cuerpo iluminado; pero si la luz es más pequeña que el objeto, la sombra se irá agrandando siempre (p. 131).

Los niños ya han tenido experiencias al respecto, y han encontrado la relación entre la hora del día, la posición del sol y la intensidad de la luz, con el tamaño y la nitidez de la sombra. Todas estas experiencias, si bien han sido reflexionadas en la escuela, responden a su vez a experiencias de la vida cotidiana de los niños, las cuales les permiten encontrar

correspondencias entre fenómenos naturales como la luz del sol con fuentes artificiales de luz como lámparas y linternas.

Si bien, situaciones como el ver y la identificación de objetos a través de su sombra, son experiencias que se encuentran en la cotidianidad, reflexionar al respecto trae consigo otro tipo de elementos, como las condiciones favorables para que estas dos situaciones sean posibles, lo cual lleva a un campo experimental, pues no se restringe a un aspecto en específico; por lo tanto, la indagación se vuelve un fenómeno.

Estos aspectos son esenciales en la construcción conceptual de las características de las sombras; pues si a través de la actividad experimental los sujetos (los niños) logran hablar desde su comprensión de la experiencia, de una relación entre el objeto y la fuente, estaremos formando bases de un pensamiento sistémico que viene siendo uno de los fines que persigue la enseñanza de las ciencias, más que una recitación teórica al respecto.

Para este taller he tomado a Galileo Galilei, pues su curiosidad y necesidad de experimentar, lo llevaron a compartir opiniones acerca de las manchas que observó en la luna, lo cual fue revolucionario para su época.

Sistematización.

Este cuarto taller es continuación de los anteriores, pues refleja los procesos de reflexión que viví, en los cuales tuve en cuenta consideraciones de los anteriores, como por ejemplo, la construcción colectiva y los fundamentos teóricos desde las diferentes variables que influyen en la formación de sombras. De aquí, partimos para diseñar estrategias que optimicen el proceso de transformar la sombra de un objeto de estudio a un objeto de conocimiento.

Para la sistematización de este taller tendremos en cuenta dos aspectos: uno tendiente a establecer las condiciones que posibilitan el ver y el otro relacionado con los aspectos que influyen en la formación de sombras.

Nuestras actividades responden a un proceso reflexivo de los niños mediado por la ampliación de su campo experiencial y experimental. En este cuarto taller cambiamos la estrategia de trabajo de aula, hicimos nueve grupos de cinco integrantes. A fin que los estudiantes tuvieran un primer encuentro para la socialización y puesta en común de ideas, antes de pasar a la plenaria general. Este modo de trabajo de aula nos permitió realizar trabajo colaborativo y no solamente individual, pues requiere llegar a acuerdos para realizar las actividades, antes de pasar a la socialización grupal. Esto no era conveniente hacerlo desde el primer taller, pues los niños aún necesitaban romper la brecha entre pensar que la verdad recae sobre una sola persona: el docente o situación, a la de pasar a sentirse sujetos activos dentro del proceso de construcción de conocimiento.

Por ello, dentro de las actividades propuestas está partir del trabajo en grupos, discutir, dibujar y socializar con el resto del salón, a partir de preguntas o situaciones presentadas por la docente, tales como:

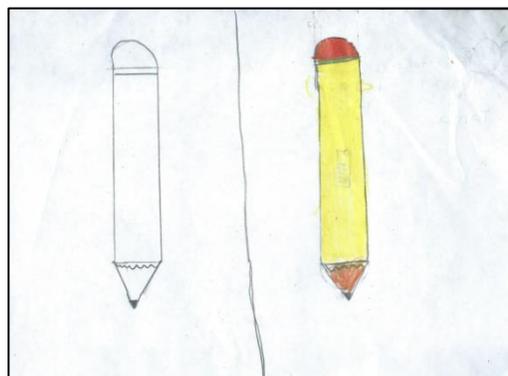


Figura 90. Grupo 1. Dibujo de un mismo objeto en una zona iluminada y otra sin iluminación. Agosto.

Dibujar un objeto en una zona con muchísima luz y en una zona que no reciba luz.

En esta representación (figura 90) se nota como los niños de este grupo están asociando la iluminación con el color, pues el mismo objeto en una zona oscura se ve sin color. Sin embargo, en ambos ocurre lo mismo: son visibles, de tal manera que se espera que con las siguientes reflexiones al respecto, se pueda establecer porque en la zona sin luz no sería posible ver el objeto, en este caso, el lápiz.



Figura 91. Grupo 2. Dibujo de un mismo objeto en una zona iluminada y otra sin iluminación. Agosto.

En esta representación (figura 91) es de destacar la utilización del color negro, para denotar la ausencia de luz. También es clara la necesidad de representar fuentes de luz, tanto naturales como artificiales para resaltar que la zona está iluminada, las cuales ya habían sido planteadas como condición para las sombras desde el taller anterior.

Sin embargo, en la zona no iluminada aparecen también las fuentes artificiales de luz, pero apagadas, para reforzar la idea de ausencia. Al igual que en la representación anterior, en ambas zonas la visión es posible.

En la figura 92, los niños representan un paisaje nocturno, sus autores hacen énfasis en los objetos que representan iluminación o carencia de ésta. Por ejemplo, en la zona no iluminada incluyen al murciélago, mientras que en la zona iluminada resaltan la cantidad de estrellas. Como en los casos precedentes, el paisaje es visible desde ambas perspectivas.

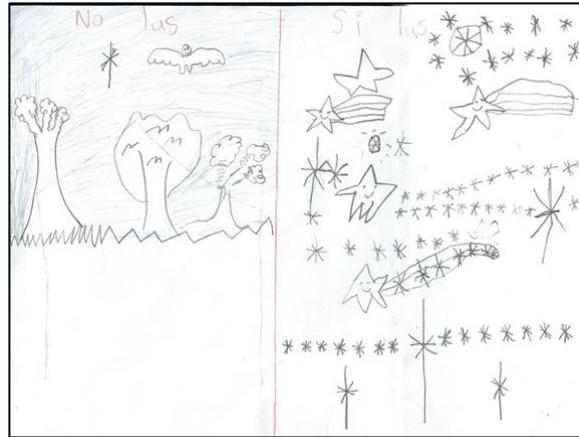


Figura 92. Grupo 3. Dibujo de un mismo objeto en una zona iluminada y otra sin iluminación. Agosto.

Aún así, a partir de la socialización de la pregunta: *Da ejemplos de situaciones similares a las dos anteriores (zonas muy iluminadas y zonas sin nada de luz) y ¿Qué condiciones necesitamos para ver bien un objeto?* La cantidad de argumentos se dispararon, pues, desde el diálogo en los pequeños grupos y la escucha de las opiniones de los demás grupos, se empezó a hacer evidente la construcción colectiva del saber y la toma de consciencia sobre experiencias similares.

Por ejemplo, Tomás Z. mencionó que *si uno coge una linterna y la tiene muy pegada y se alumbra los ojos, eso es igual a cuando hay mucha luz, su compañero Jerónimo Z. agregó y eso hace doler los ojos y no deja ver.* Con este tipo de comentarios sus compañeros fueron recordando situaciones parecidas. Así fue como Simón expresó que *en un lugar que no haya*

luz, no se ve nada; pero si está haciendo mucha luz en el lugar, uno mira y la luz está muy dura y ya uno cierra los ojos.

De esta manera el grupo fue construyendo la idea que tanto en una zona muy iluminada como en una oscura no es posible ver.

En cuanto al otro objetivo, referido a lo que influye en la formación de sombras. Los estudiantes venían con una nutrida incorporación de experiencias al respecto, por eso haciendo evocación de las mismas llegaron a consensos como: *para hacer la sombra se necesita luz y un objeto* (Santiago H.), *para hacer una sombra se necesita luz, el reflejo y el cuerpo* (Didier), *luz, cuerpo y base* (Víctor), *necesita todo lo que tenga luz: el sol, la lámpara y para que se forme de últimas la sombra necesita el cuerpo, pero no se puede ver ni los ojos ni la boca, porque la sombra es negra entonces no se puede ver nada* (Alejandro A.), *el sol con algo que esté oscuro puede reflejar, porque si es transparente no, porque el transparente la traspasa la luz* (Sara).

En los anteriores comentarios de los niños, se nota la incursión en el lenguaje de términos como la palabra *reflejar*, que al parecer la utilizan para referirse a la sombra que se forma, también notan la necesidad de un cuerpo que no deje pasar la luz para que sea posible observar la sombra, al cual llaman *oscuro* en contraposición a los cuerpos transparentes. De acá, quiero resaltar que se van estableciendo unos acuerdos en el lenguaje, pues cuando se habla de reflejo o de cuerpo oscuro, el subgrupo está hablando de unas características experienciales que le resultan familiares y que son comprensibles por el resto del grupo. Dicha construcción ha sido colectiva (no corresponde al proceso de construcción de uno solo de los estudiantes), por eso, todos captan los términos en el uso que se presenta para la clase.

Conclusiones.

Los estudiantes en tanto sujetos constructores de conocimiento incorporaron en sus procesos la dimensión conceptual, lo cual se refleja en la elaboración del hecho científico. El escuchar, por ejemplo, la biografía de Galileo, además de parecerles fascinante, los puso en diálogo con los científicos, de tal manera que ellos se asumen así mismos como sujetos de saber: se sienten partícipes de su propio conocimiento.

Situaciones concretas como, hacer observaciones a través de un telescopio, posibilitan experiencias con las que el niño puede ampliar su campo de experimentación y conectar con situaciones de su cotidianidad (experiencia). Los niños podrían interesarse por conocer la altura de los objetos, estableciéndola a partir de la medición de sus sombras, como lo hizo Galileo con las sombras de la luna, por poner un ejemplo.

Me gustaría compartir una experiencia práctica orientada a validar estrategias de pensamiento a partir del uso de analogías. Este es el caso de las observaciones de Galileo y las analogías que estableció entre el relieve lunar y el relieve terrestre, cuando expresa que:

Comencemos, pues, hablando de la faz lunar que hacia nosotros mira, la cual divido para facilitar la comprensión en dos partes, la más clara y la más oscura. La más clara parece rodear e invadir todo el hemisferio, mientras que la más oscura empaña como una nube la misma faz, llenándola de manchas. Ahora bien, estas manchas un tanto oscuras y bastante extensas son por todos visibles, habiendo sido observadas en todas las épocas, [...], a diferencia de otras manchas de menor extensión, aunque tan numerosas que recubren toda la superficie lunar, especialmente la parte más luminosa. Ciertamente, nunca nadie las observó antes que nosotros, por lo que de la tantas veces repetida inspección de las mismas hemos derivado la opinión, que tenemos por firme, de que la superficie de la Luna y de los demás cuerpos celestes no es de hecho lisa, uniforme y de esfericidad exactísima, tal y como ha enseñado de ésta y de otros cuerpos celestes una numerosa cohorte de filósofos, sino que, por el contrario, es desigual, escabrosa y llena de cavidades y prominencias, no de otro modo que la propia faz de la Tierra, que presenta aquí y allá las crestas de las montañas y los abismos de los valles. He aquí las apariencias a partir de las cuales he podido inferir tales cosas” (Galileo, 1610, p. 41,42).

Con este tipo de ejemplos, como docente, pude posibilitar a través de mis clases reflexiones y espacios para experimentar, los cuales me permitieron aportar a la idea de una ciencia que se construye por los sujetos y que, por eso, es cultural. En esta construcción los sujetos tomamos en cuenta nuestras experiencias, de ahí que orientarla supuso una reflexión más profunda al respecto y, si se quiere, la necesidad de experimentar.

Por tales razones, me enfoqué en el uso de estrategias de pensamiento que permitieran la reflexión, por ejemplo, tanto en los aspectos que influyen en la formación de sombras, como en las condiciones que posibilitan el ver; este fue uno de los propósitos que me tracé para la realización de los talleres con los niños. Así mismo, fue importante centrar la mirada en aspectos tocantes a la fenomenología de la sombra en el contexto galileano, tal como la describe el autor:

Observamos luego que las mencionadas manchas pequeñas convienen todas ellas en lo siguiente, en presentar la parte negruzca vuelta hacia el lugar en que se halla el Sol, si bien por la parte opuesta al Sol aparecen coronadas de contornos muy luminosos cual montañas refulgentes. Ahora bien, precisamente tenemos una situación completamente similar en la Tierra a la salida del Sol cuando, aún no inundados los valles de luz, vemos con todo que los montes que los circundan por la parte opuesta al Sol están ya todos resplandecientes y refulgentes. Y a la manera en que las sombras de las cavidades terrestres disminuyen a medida que el Sol se alza, así también estas manchas lunares pierden sus sombras a medida que aumenta la parte luminosa (Ibíd., p. 43).

Para la planeación de una experiencia escolar que pretendía desarrollar los objetivos que se enumeran en los anteriores párrafos, debí tener en cuenta cuestionamientos como los de Arcà (1999):

¿Qué referencias empíricas se requieren (o son suficientes) para arrancar la primera elaboración de un conocimiento científico? ¿Qué parte del pensamiento científico ocupa naturalmente el pensamiento común? ¿Qué parte y qué tipo de pensamiento abstracto debe estar implicado en la mediación entre datos de la experiencia y la reconstrucción racional? ¿Cómo obtener de los hechos el conocimiento sobre los hechos? (p.194).

Este tipo de cuestionamientos me permitió hacer evidente la necesidad de pensar las clases de ciencias naturales en pro del desarrollo de procesos de pensamiento científico en los estudiantes, pues se partía de las ideas que ellos tienen de su propia realidad y se les invitó y orientó a reflexionar y experimentar sobre ellas. Así como estas, hay muchas preguntas y niveles de profundización sobre los acontecimientos de la cotidianidad, sobre los cuales, los niños tienen curiosidad por comprender y explicar, y que la escuela debería potencializar. Como por ejemplo: ¿Por qué sentimos que la luna camina con nosotros? ¿Por qué a veces las sombras se ven diferentes? ¿Cómo reconocer características de un lugar en el que no estamos parados, como en el caso de la luna?

Apoyarse en la biografía de un científico, y reconocer su trabajo y los aportes de este a la ciencia, pretendieron ser un aliciente para que los estudiantes se percibieran a sí mismos como sujetos de saber, a la vez que sentían entusiasmo y confianza por cuestionarse sobre los fenómenos que los rodean, ya que no era el uso de instrumentos lo que lleva a la construcción de los hechos de la ciencia, sino que fue la interpretación que los sujetos hicimos de los fenómenos lo que permitió su elaboración.

Quando el estudiante construye su propia comprensión, se responsabiliza de sus lecturas [en este caso de las interpretaciones], se posiciona ante los textos (ahora en un sentido amplio) y no asume ninguna lectura como verdad absoluta, pero sí como verdad válida en la posición determinada que ha asumido. Para nosotros, esto contribuye a formar una visión y postura crítica de los estudiantes que va más allá de la escuela (Cassiani, 2011, p. 58).

De esta manera, la escuela es formadora de sujetos y ciudadanos críticos que, a su vez, construyen conocimientos y asumen posturas reflexivas sobre su realidad, lo cual los lleva a no ser lectores pasivos de su cotidianidad, sino artífices de su entorno, de una manera propositiva y autónoma.

La cámara oscura: Taller 5

TALLER #5. LA CÁMARA OSCURA

Parte I. Presentación del fenómeno

A. Imagina que nuestro salón está totalmente cerrado, no hay ventanas, ni ranuras. Pero en la pared que da a la zona verde (es la parte por donde entra la mayor iluminación natural) hay un orificio del tamaño de un pupitre. Describe lo que sucede al interior del salón.

- Realizar el mismo ejercicio imaginando el orificio de diferentes tamaños, como: el reloj de pared, el tamaño de un balón, de una naranja, de un limón.

B. Si la pared que está al frente del orificio es blanca, ¿habría algún cambio en lo que se ve, si la pared fuera negra? Y si fuera de otros colores, ¿habría cambios en lo que se observa?

Parte II. Propuesta de experimentación

A. Si quisiéramos representar la situación del salón con un objeto que pudiéramos manipular, ¿cómo podría hacerse? ¿Qué elementos o materiales necesitaríamos para hacerlo?

B. Completar la situación imaginando la proyección en la pared opuesta, modificando: la pantalla, el color y el material.

C. Completamos la simulación de la situación de la parte I: Caja con la parte superior semiabierta

Se espera que el grupo proponga, simular la situación del salón con una caja. Al igual que se discuta sobre los materiales para introducir en ella una pared (pantalla) elaborada de un material traslúcido.

1. Cada grupo de cinco integrantes tendrá una caja con posibilidad de 4 tamaños de orificio: del más grande al mínimo. Se espera que vean en la pared opuesta al orificio la formación de una imagen.

- Por grupos, observar a través de la caja lo que pasa con la imagen si se cambia el tamaño del orificio. Al mismo tiempo, hacer cambios en la pantalla utilizando materiales como: papel celofán, hojas de mantequilla y tela.

- Analizar y discutir sobre el tipo de material y el tamaño del orificio más idóneos para ver la imagen.

2. Discutir sobre la relación entre distancia del objeto al orificio y distancia de la pantalla al orificio.

Parte III. Explicación del fenómeno

A. Partiendo de la evidencia de la formación de una imagen invertida, retomar la situación del salón oscuro, propuesto en la primera parte. Discutir si en esta situación sería posible, recrear una situación como la que observamos en la caja.

B. Mostrar las imágenes del Alcázar de Segovia*.



Figura 1. Alcázar de Segovia. Detalle de las ventanas de los desvanes. Orificio de ventilación de las ventanas desde el interior de los desvanes.



Figura 2. Proyección de la ciudad de Segovia a través del orificio de una ventana sobre un grupo de alumnos (fotografía de exposición prolongada, 15 seg.).

C. Enfocar la observación hacia la ventana del aula.

D. Buscar dar explicaciones a este fenómeno.

Parte IV. El fenómeno usando la lupa

A. Si utilizáramos una lupa, en lugar del montaje realizado con la caja, ¿crees que sería posible lograr ver lo mismo en la pared opuesta?

B. Por grupos, manipular lupas buscando que los estudiantes proyecten objetos durante el ejercicio.

C. Analizar y discutir una posible explicación al fenómeno, valiéndose de la idea de que la lupa como el orificio, concentra la luz. Buscar relacionar el objeto y la imagen y dar una forma geométrica a la propagación de la luz.

D. El docente presenta la explicación geométrica de este fenómeno, para lo cual puede apoyarse de las imágenes realizadas por Da Vinci**, otras de la época o cercanas (más sencillas a las más complejas –con volumen–).

Los niños establecen relaciones con lo anterior desde la imagen, para concluir una “explicación geométrica”

* Imágenes tomadas de Corrales & de Miguel. (2014).

http://abacus.universidadeuropea.es/bitstream/handle/11268/3572/x_jiuu_2014_92.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Universidad europea de Madrid.

** Ver figura 31: La cámara oscura y el ojo humano.

Justificación.

Hace unos mil años el físico, astrónomo y matemático Abu ‘Ali al-Hasan bin al-Hasan bin al-Haytham, conocido como Alhazen, se vió en la necesidad de realizar un montaje que le permitiera interpretar el *mecanismo de la visión*, para explicar que la luz se refleja desde los objetos hacia el ojo, y no al revés como se pensaba desde las teorías griegas.

Este montaje lo llamó la cámara oscura, la cual se convirtió desde entonces en objeto de estudio para quienes se interesaron por la óptica. Este fue el caso del astrónomo y matemático Johannes Kepler, quien según de Hosson (op. Cit.), ante la física de la cámara oscura

se abre una nueva interpretación geométrica de la visión. De hecho, él compara la apertura de la cámara de la pupila y la retina en la pantalla en la que se forman los objetos de figuras, y supone que lo que sucede en el cuarto oscuro debe ocurrir de manera similar en el ojo. (p. 159).

Este aporte a la ciencia sirvió de fundamento para el posterior desarrollo de técnicas para el dibujo y, después, para la invención de las cámaras fotográficas. En el caso del dibujo, Da Vinci (1490, p. 173) habla del paso de la luz por un pequeño orificio que proyectará, en la pared opuesta, una imagen con los detalles de color y forma del objeto que la origina, solo que este aparecerá al revés. El autor habla directamente del uso de la cámara oscura para lograr la precisión en forma y color de los dibujos, además de otros aspectos geométricos que éste agrega a la explicación.

En cuanto a la fotografía Benjamin (op. Cit.) reconoce en Daguerre el uso que hizo de “placas de plata iodada y expuestas a la luz en la cámara oscura; [las cuales] debían ser sometidas a vaivén hasta que, bajo una iluminación adecuada, dejaran percibir una imagen de

un gris claro” (p. 2). Pues bien, aquí se reconoce cómo el uso de la cámara oscura, agregándole otros elementos, dio pie a plasmar las imágenes, que se proyectaban en la pared opuesta, de tal manera que no sólo quedarán como proyección, sino que, pudieran ser impresas y por lo tanto transportarlas a donde se quisiera.

Espero, entonces, con este taller que los niños puedan reconocer el uso que se ha hecho en la vida cotidiana de elementos sencillos en su elaboración, como lo es la cámara oscura.

Sistematización.

En el desarrollo de este taller hubo muy buena disposición por parte de los niños. La primera parte que consistió en un planteamiento ficticio: ellos tenían que imaginar el salón sin ventanas, sin puerta, totalmente cerrado, ninguno de ellos había tenido una experiencia similar con la cual poder establecer relación. Al respecto Arcà (1999) plantea que: “Para hacer menos árido el conocimiento científico, [la escuela] debe ofrecer oportunidades concretas para experimentar no sólo cómo van las cosas, sino también el placer de pensar, inventar nuevas posibilidades, tener intuiciones brillantes”. Bajo esta perspectiva escuchamos muchos aportes como los que presento a continuación ante mi planteamiento: “Imagina que nuestro salón está totalmente cerrado, no hay ventanas, ni ranuras. Pero en la pared que da a la zona verde (*es la parte por donde entra la mayor iluminación natural*), hay un orificio del tamaño de un pupitre. Describe lo que sucede al interior del salón”. Se escuchan varias voces al tiempo que dicen:

- *No podemos ver y hay calor*
- *Entra un poquito de luz.* Un grupo de niños la corrigen y le dicen que es mucha.

-
- *Está oscuro, pero con un poquito de luz.*

Situación con el agujero del tamaño de un balón (ver taller 5, Parte I, numeral A):

- *Veo un poquito de luz acá adentro*
- *Veo luz circular*
- *Hay menos luz que antes*

Situación con el agujero del tamaño de una naranja (ver taller 5, Parte I, numeral A):

- *Hay un poquito de luz, no es suficiente para ver todo lo que hay adentro.*
- *Se ve muy poquita luz*
- *Las mesas se ven pequeñas*

Situación con el agujero del tamaño de un limón (ver taller 5, Parte I, numeral A):

- *Si pego la cara solo se me ve el ojo*
- *Hay muy poquita luz*
- *No se están viendo los objetos*

Uso de explicaciones científicas.

En estas expresiones puede notarse, en primera instancia que los niños no sólo se concentraron en la luz, al proponerles la situación del salón cerrado, sino que además establecieron relaciones con la oscuridad y asociaron la situación con *sentir calor*. En segunda medida, quizás apoyados en los planteamientos del taller anterior, reconocen que esta ausencia de iluminación no permite ver lo que hay al interior del salón.

También hay un consenso en las ideas, acerca de cambiar el color de la pared opuesta al orificio, pues mencionan que no hay diferencia entre cambiar el color de la pared del fondo o no hacerlo, pues no se puede ver nada, ya que el hueco por donde entra la luz es muy pequeño. En esta situación se podría decir que se nota cierta madurez conceptual por parte de los estudiantes, ya que relacionan, de manera consciente, varios aspectos relacionados con las posibilidades del ver, como que el espacio no puede tener demasiada iluminación y tampoco puede haber ausencia de ella.

Además resalto, que sólo una niña mencionó que podríamos hacer tangible esta situación que estábamos recreando en el salón utilizando una caja, otra niña menciona que podíamos coger un vaso y cubrirlo con un trapo, de esa manera quedaría oscuro.

Construcción conceptual.

En la realización del experimento, al observar a través de la cámara oscura (figura 98), los niños más que buscar *razones científicas* al porqué observaban el exterior invertido, trataron de explicarse esto y explicárselo a sus compañeros. De allí salió el argumento de Valery donde decía que:

Esto es como lo que usted [la profesora] nos enseñó del espejo, que la mano derecha de nosotros se ve a la izquierda en el espejo. Así es la cámara oscura, se ve al revés como si [la pantalla] fuera un espejo que hace ver las cosas al revés. (Septiembre 3 de 2015).

Pues como dice Arcà (1999) “Necesitamos estrategias cognitivas que, permitan articular el razonamiento sobre la base de pistas, interpretar el mundo macroscópico de los procesos microscópicos para enlazar un hecho particular a una teoría más general”. Este es el caso de Valery, la niña que cito en el párrafo anterior, ella está utilizando la analogía como

estrategia cognitiva, al expresar: “esto es como...”, en donde hace uso de experiencias anteriores, para intentar explicarse lo que a simple vista no era tan evidente.



Figura 93. Observaciones con la cámara oscura. Septiembre 3. (Fotografía de Andrea Sosa)

De esta manera, con la construcción de la cámara oscura (figura 93) y la proyección de imágenes utilizando la lupa, los niños hicieron asociaciones de este proceso con las cámaras fotográficas, aunque no se profundizó en el aula sobre este último aspecto, estoy segura que en estos niños queda el deseo de indagar por su cuenta, sino ahora, más adelante, pero hay en ellos un deseo por comprender el funcionamiento de las cosas, especialmente de los fenómenos que son cercanos a su cotidianidad.

Conclusiones de la investigación

Una imagen de ciencia tradicional, lleva consigo una imagen que hace ver la clase de ciencias naturales desde la perspectiva de verdades absolutas. Esta postura resta oportunidades para hacernos preguntas y desarrollar habilidades de pensamiento que fomenten la creatividad y el espíritu investigativo, pues si todo está dado no hace falta pensar. Esta situación aplica tanto para profesores como para estudiantes.

De ahí la importancia de que como docente me cuestione, no solo por los asuntos pedagógicos, sin dejarlos de lado por supuesto, sino que además me sienta constructora de conocimiento; pues en esa medida, estaré favoreciendo un proceso de enseñanza-aprendizaje en donde los niños también se sientan sujetos de conocimiento, reconociendo esta postura en nosotros mismos pero también en el otro, llámese profesor o compañero de clase. De esta manera se deslegitima la existencia de verdades únicas.

Estos espacios colaborativos de socialización, de construcción del conocimiento, nos enriquecen como “dispositivos de trabajo” (Suárez, 2007), los cuales “generan y proyectan relaciones horizontales” (Ibíd. p.33), en este caso esta horizontalidad se hace visible en la relación entre pares que logré establecer con los niños del grado 1ºA en cuanto a la construcción del conocimiento se refiere; ya que, las ideas no eran solo las que como docente proponía para la clase de ciencias naturales y mucho menos imponía mis opiniones como criterio de verdad, sino que más bien a través del trabajo en equipo y el compartir ideas entré en un diálogo horizontal con los niños.

También dentro del proceso de la investigación, en cuanto a la elaboración del trabajo de investigación, talleres y sistematización, viví la misma relación de paralelismo con la

asesora de este trabajo, dentro del vínculo como investigadoras académicas que nos une. Ya que el espacio de asesorías correspondía a un diálogo entre nosotras, más que a la escucha de una cátedra vertical asesora-estudiante.

Pujol (op. Cit.), expresa esta idea con las siguientes palabras:

Lograr que todos los escolares se sientan invitados a participar en la construcción de sus propios aprendizajes implica un cambio en la forma tradicional de entender el papel del profesorado y el de los escolares en el aula. Lejos de un modelo de gestión vertical, supone establecer un modelo horizontal participativo en el que sea posible que todos los miembros del aula se comuniquen en igualdad de condiciones, aportando cada uno aspectos diferenciados en función de su punto de partida (p. 160).

Leo los niños desde ellos mismos, pero mediados por el objeto de conocimiento, en este caso: la sombra, y utilizando la narrativa no solo como método de investigación, sino que esta es parte constitutiva del trabajo, desde lo cultural y lo histórico-epistemológico.

Bajo esta dinámica del conocimiento que incluye nuestro diseño de talleres propios, como los cinco talleres que presentamos para esta propuesta, de acuerdo a las necesidades y a la ruta que marca el grupo, como colectivo de pensamiento, nos permitimos recuperarnos como sujetos de conocimiento (tanto el profesor como el estudiante). De esta manera, los estudiantes pierden el *miedo* a dar a conocer sus ideas, pues de antemano en el aula nada se asume como erróneo y por lo tanto no se juzga. Así que, participar con opinión se convierte en una necesidad de resolver dudas y de estrategia de aprendizaje.

Realizar procesos de experimentación con la intervención de diferentes variables, hace que la comprensión del fenómeno luz, oscuridad, ver, color, iluminación, sombra, en sí resulte más cercana a los sujetos, además que nos permitió procesos de reflexión: de conocimiento.

De este mismo análisis, surgió la necesidad de indagar y profundizar en aspectos que se relacionan con la problemática: la sombra como objeto de estudio, de tal manera, que el acervo cultural creció, en la medida en que se posibilitaron espacios de socialización: en tanto nos comunicamos y profundizamos en la comprensión de los objetos de estudio abordados en los talleres (ya sea porque escuchamos a otros o porque nuestra necesidad de hacernos entender, nos “obliga” a estructurar nuestras ideas y a ampliar nuestros argumentos a fin de favorecer una comunicación efectiva).

Hacer y presentar este tipo de análisis de los talleres le da más solidez a la propuesta que planteamos en esta investigación, la ubica en un marco conceptual sólido, desde un componente histórico-epistemológico que exhibe que no se trata de un sentir personal, sino que otros, en este caso los científicos han indagado por problemáticas similares a las que aquí se plantean.

Referencias Bibliográficas

- Alarcón, N. (2014). *Los caminos del saber Ciencias I*. Bogotá: Ed. Santillana.
- Alvarez, Y., Alvarez, T., Castrillón, C. & Gallego, L. (2002). *La experiencia, un medio para construir ciencias en el grado preescolar*. Trabajo de grado de licenciatura no publicado. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Arcà, M. (1999). La représentation scientifique de la réalité : expérience et expérimentation À l'école primaire. *L'expérimental dans la classe. Aster (28)*, 191-218.
- Arcà, M. (2002). ¿Cómo funciona la interacción profesor/alumno y la interacción entre iguales en el aula de ciencias? En Benlloch, M. (comp.). *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*. (pp. 69-89). Barcelona: Paidós Educador.
- Arcà M., Guidoni P. & Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Barcelona: Ed. Paidós.
- Arcà, M., & Guidoni, P. (2000). Modelos infantiles. *La enseñanza de las ciencias*, 133-148.
- Avendaño, Claudia. (2014, septiembre 23). *El hecho religioso en cultura*. Conferencia efectuada en el marco de la resignificación del plan de estudios de la I.E. Escuela Normal Superior María Auxiliadora, Copacabana, Colombia.
- Bautista, G. & Rodríguez, L.D. (1996). La ciencia como una actividad de construcción de explicaciones. *Revista Física y Cultura: Cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias*, (2), pp. 65-73.
- Benjamin, W. (1980). *Pequeña historia de la fotografía*. España: Ed. Paidós

Biografías y vidas. *Galileo Galilei*. Recuperado el 11 de julio de 2015, de <http://www.biografiasyvidas.com/monografia/galileo/>

Brickhouse, N. & Bodner, G. (1992). The Beginning Science Teacher: Classroom Narratives of Convictions and Constraints. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(5), 471-485.

Bruner, J. (2003). *La fábrica de historias. Derecho, literatura, vida*. Buenos Aires: fondo de la cultura económica.

Cabello, M.J., (2011). Ciencia en Educación infantil: la importancia de un “rincón de observación y experimentación” ó “de los experimentos” en nuestras aulas. *Pedagogía Magna*, (10), 58 - 63. Recuperado el 14 de abril de 2014 de <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3628271.pdf>

Cámaras oscuras del mundo. *Historia - Cámaras oscuras del mundo*. Recuperado el 24 de julio de 2015, de <http://www.camaraoscuraworld.com/es/historia/>

Cassiani, S. (2011). Lenguaje e historias de la apropiación social de la ciencia y la tecnología: Perspectivas educativas. En Pérez Bustos, T & Lozano Borda, M. (ed.) (2011). *Ciencia, Tecnología y Democracia: Reflexiones en torno a la apropiación social del conocimiento*. Memorias del Foro-Taller de Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Colciencias, Universidad EAFIT. Medellín.

Corrales, E. & de Miguel, E. (2014). Los desvanes del Alcázar de Segovia convertidos en aula-cámara oscura. Una actividad educativa transversal entre los grados de óptica y arte. En *memorias de XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria* [en línea]. (pp. 92-99). Disponible en

http://abacus.universidadeuropea.es/bitstream/handle/11268/3572/x_jiu_2014_92.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Universidad europea de Madrid.

Da Vinci, L. (h. 1490). *Tratado de pintura*. Gonzalez, A. (1998). (editor). Madrid: Ediciones Akal, S.A.

De Hosson, C. (2004). Contribution a l'analyse des interactions entre histoire et didactique des sciences. Elaboration d'un support d'enseignement du mecanisme optique de la vision pour l'ecole primaire et le college et premiers elements d'evaluation. domain stic.educ. Universit Paris-Diderot - Paris VII. French.

De Hosson, C. (2007). *Using historical reconstruction to implement inquiry-based teaching in primary school*. (161-168). Proceedings of the 3rd south-east european conference for Hands'on primary science education, october 14-17, 2007, Belgrade, Serbia.

De Hosson, C. &Schneeberger, P. *Las recientes directrices del diálogo entre la investigación educativa y la historia de la ciencia*. RDST [Online], 3 | 2011 publicada el 15 de octubre de 2013, Consultado el 24 de noviembre de 2014. URL: <http://rdst.revues.org/363> Orientations récentes du dialogue entre recherche en didactique et histoire des sciences

Didactalia. (2011). *Experimentos caseros para niños: cámara fotográfica*. Recuperado el 21 de julio de 2015, de <https://didactalia.net/comunidad/materialeducativo/recurso/experimentos-caseros-para-ninos-camara-fotografica/4a554df6-53ba-4c6b-91c3-811d0758b08d>

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood- Robinson, V. (1994). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Aprendizaje-visor.

Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1999). Algunas características de las ideas de los niños y sus implicaciones en la enseñanza. En Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (comps.). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* (pp. 291-304). Madrid: Ediciones Morata, S.L.

[Elicnetorg] (Entrevistador) & Viennot, L. (Entrevistado). (2011, agosto 11). *Expositora del 6to. Congreso Mundial para el Talento de la niñez* [Archivo de video de la entrevista]. Recuperado el 6 de diciembre de 2014 de <https://www.youtube.com/watch?v=qHmp4pciBtM>

Elkana, Y. (1977). La ciencia como sistema cultural: Una aproximación antropológica. En Granes, J (Ed.) (1983). *Boletín Sociedad Colombiana de Epistemología*. Bogotá, D.C. Vol. III, No. 10-11, Ener-Dic. 1983, pp. 65-80. Tomado de Mathieu-P. Rossi, V. (comp) (1977). *La Culture scientifique dans le monde contemporaine*, p. 275-311, coedición UNESCO- Scientia., Roma.

Fleck, L. (1986). *Consecuencias epistemológicas de la historia del concepto de sífilis*. En L. Fleck. *Génesis y desarrollo de un concepto científico*, p. 67-98.

Foucault, M. *Vigilar y castigar. Nacimiento de la prisión*, Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina, 2002, pp. 198, (primera edición 1975).

Fundación secretos para contar (2011). *Tan distintos y parientes. Las relaciones de las cosas*. Medellín: secretos para contar.

Galileo, G. & Kepler, J. (1610). *El mensaje y el mensajero sideral*. Solís, C. (1990). (traductor). Madrid: Alianza Editorial.

Gallego, A., Castro, J. & Rey-Herrera, J. (2008). El pensamiento científico en los niños y las niñas: algunas consideraciones e implicaciones. *IIEC*. 2 (3), 22-29.

García, E. (2010). *La pregunta como intervención cognitiva*. México: Ed. Limusa-Noriega.

Guesne, E. (1999). La luz. En R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Comps.). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* (pp. 31-61). Madrid: Ediciones Morata, S.L.

Guidoni, P. & Arcà, M. (2001). *Sistemas y variables*. Seminario Didáctico de la Ciencias Universidad de Napoles, Italia, 2-20. Traducción: María Mercedes Ayala & Priscila de Castro. Departamento de Física, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

Holton, G. (N.A). La imaginación en la ciencia. En Preta, L. (comp.) (1992). *Imágenes y metáforas de la ciencia*. Alianza Editorial

Latour, B. Pasteur y Pouchet: heterogénesis de la historia de las ciencias. En Serres, M. (1998). *Historia de las ciencias*. pp. 477-501. Madrid: Ed. Cátedra.

¿Lo sabía? La cámara oscura sigue siendo algo actual. (2014). *Tamron*. Recuperado de <http://www.tamron.eu/es/revista/blog/detail/camera-obscura-331/>

Mach, E. (1948). El Concepto. En E. Mach. *Conocimiento y error*. (pp. 110-125). Buenos Aires: Espasa-Calpe Argentina S.A.

McEwan, H. (1998). Las narrativas en el estudio de la docencia. En McEwan, H. & Egan, K. (comp.). *La narrativa en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación*. Buenos Aires: Amorrortu editores

Martinez, C. & García, S. (2008). Interpretando fenómenos ópticos cotidianos. En *Padres y maestros. Publicación de la Facultad de Ciencias Humanas y Sociales (316)*, 23-27., (316), 23-27.

Mathé, S., Méheut, M. & de Hosson, C. (2008). Démarche d'investigation au collège: quels enjeux? *Didaskalia (32)*, 41-76.

MEN (2004). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales. República de Colombia.

MEN (2010). Programme de physique-chimie en classe de première scientifique générale et technologique. *Bulletin officiel du ministère de l'Éducation nationale*, spécial n° 9 du 30 septembre 2010. República de Francia.

Mendoza, M.L. (29 de abril de 2014). Los maestros siguen pensando que son dueños del conocimiento: Roberto Llinás. *El Espectador*. Recuperado de <http://www.elespectador.com/noticias/educacion/los-maestros-siguen-pensando-son-duenos-del-conocimient-articulo-489552>

Muñoz, C. (2000). Ciencias Naturales Activas. En *Integrado activo 1*. Santafé de Bogotá: Ed. Santillana. p. 287.

Padial, J., Padial, M., & Palma, I. (2014). ¿Qué son los elementos aristotélicos? Curiosoando. Recuperado el 13 de junio de 2015, de <https://curiosoando.com/que-son-los-elementos-aristotelicos>

Passeggi, M. (2011). Aproximaciones teóricas a las perspectivas de la investigación (auto)biográfica en educación, traducido del portugués por Dora Lilia Marín. En *Revista Educación y Pedagogía*. 23 (61), 25-40.

Profesor en línea. Recuperado el 18 de enero de 2015, de http://www.profesorenlinea.cl/cursos/3b_Cs_Naturales.html. Es propiedad: www.profesorenlinea.cl Registro N° 188.540

Pujol, R. M. (2007). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Síntesis Editorial. ISBN: 84-9756-141-4.

Rodríguez, L.D. & Ayala, M.M. (1996). La historia de las ciencias y la enseñanza de las ciencias. En *Física y cultura: cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias*, (2), 75-95.

Rodríguez, M.L. (1998). *Construcción de una alternativa para la enseñanza de la óptica: las sensaciones y su organización como eje estructurante*. Trabajo de grado de licenciatura no publicado, Universidad Pedagógica Nacional, Santafé de Bogotá, Colombia.

Saltiel, E. & Viennot, L. (1985). ¿Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes? *Historia de las ciencias y enseñanza*. 137- 144.

Shapin, S. Una bomba circunstancial: La tecnología literaria de Boyle. En Callon, M. & Latour, B. (ed.) (1991). *La science telle qu'elle se fait*. La découverte, París. Traducido por Germán Pineda, (1995). Santafé de Bogotá: Universidad Nacional.

Sosa, A. & Rodríguez, L. D. (2014). La experimentación en la clase de ciencias naturales en

- primaria: Aportes de la historia y la epistemología de las ciencias. En *Memorias de la III Conferencia Latinoamericana de Historia, Filosofía y Didáctica de las Ciencias (IHPST-LA 2014)* [en línea: http://laboratoriogrecia.cl/?page_id=2157]. (pp. 431-440). Santiago de Chile.
- Stoichita, V. (1999). *Breve historia de la sombra*. Madrid: Siruela.
- Suárez, D. (2007a). ¿Qué es la documentación narrativa de experiencias pedagógicas? *Documentación narrativa de experiencias y viajes pedagógicos*. (2), 7-49.
- Suárez, D. (2007b). Docentes narrativas e indagación pedagógica del mundo escolar. Hacia otra política de conocimiento para la formación docente y la transformación democrática de la escuela. *e-Eccleston. Formación Docente*.7 (3), 7-36.
- Suárez, D., Ochoa, L., Dávila, P. Man, L., Roizman, G., Grandal, S. & Bolaña, M. (2004). “La Documentación Narrativa de Experiencias Pedagógicas como Estrategia de Investigación Cualitativa-interpretativa”. En *IX Jornadas nacionales de investigación educativa y iii simposio internacional sobre las relaciones entre la teoría y la metodología en la investigación educativa*. Laboratorio de políticas públicas: Buenos Aires.
- Tarazona, L. (2006). *El ver y la luz: su problemática y relación con la experiencia. Perspectivas mecanicistas*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C., Colombia.
- Torres, C. (2015, agosto 21). Cuando uno no sabe casi nada de algo debe de buscar lo sencillo y no complicarse: Vicente Sanjosé. *Notieducación*. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia.

-
- Torres, D. (1996). *El átomo: un pretexto para cambiar la imagen de ciencia e iniciar procesos en el aula*. Trabajo de grado de especialización no publicado. Universidad Pedagógica Nacional, Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Vallverdú, J. & Izquierdo, M. (2010). Error y conocimiento: Un modelo filosófico para la didáctica de la ciencia. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 28(1), 47-60.
- Varas, A. (2014, octubre 09). *Daguerrotipo. Grupo dos Fotografía*. Recuperado de <http://thesecondflash.blogspot.com.co/2014/10/daguerrotipo.html>
- Viennot, L. & Kaminski, W. (1991). Participation des maitres aux modes de raisonnement des eleves. *Enseñanza de las ciencias*. 9 (1), 3-9.