



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado
Magisterio en Educación Primaria

iiiCiencia a-LUZ-inante!!! El relato de la mirada
de un maestro

A LIGHTing Science!!! The story about a
teacher's point of view

Autor

Daniel Carazo Belenguer

Directora

Ana de Echave Sanz

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Año 2018

El pasado es hermoso porque nunca comprendemos una emoción en el momento. Se expande más tarde, y por eso no tenemos emociones completas sobre el presente, tan solo sobre el pasado.

Virginia Woolf

Creo, finalmente, que la educación debe ser concebida como una continua reconstrucción de la experiencia; que el proceso y la meta de la educación son una y la misma cosa.

John Dewey

Índice

Resumen.....	2
Abstract	2
0. Justificación y presentación	3
1. Consideraciones y marco teórico del proyecto de referencia	3
1.1 La propia acción como objeto de reflexión en un marco de investigación-acción en el aula.....	3
1.2 La enseñanza de las ciencias experimentales en escenarios de TP y el aprendizaje en actividad	4
1.3 Modelos precursores de la luz y el razonamiento científico de los niños y niñas	4
1.4 Modelo de aprendizaje experiencial de Kolb (2015): Procesos y estructura.....	5
1.5 Claves del proyecto	6
2. Relato de una intervención en el aula.....	7
2.1 Principio de acción-intervención.....	7
2.2 Diseño de las sesiones: planificación	9
2.3 Desarrollo de las sesiones: acción, observación y reflexión	12
Escenario Didáctico de 5º de Primaria:	12
Escenario Didáctico de 1º de Primaria:	13
2.4. Resultados de la intervención	14
Fase 1 o fase de las ideas previas.....	14
Producciones ideas previas 1º Primaria.....	24
Fase 2 o de las experiencias	34
Fase 3 o del objeto-producto	36
3. Conclusiones y resultados de la intervención	39
4. Conclusiones TFG	40
5. Bibliografía	41
Anexo	42

Resumen

Este trabajo forma parte de un proyecto más amplio sobre la luz y el color en un ámbito STEAM (acrónimo de Science, Technology, Engineering, Art & Maths) desarrollado por profesorado de las áreas de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Expresión Plástica de la Universidad de Zaragoza desde el curso 2016-17 y que continúa en la actualidad. En este proyecto se aborda, entre otras cosas, la enseñanza de aspectos físico-químicos de la Educación Primaria en contextos de actividades de aprendizaje *más* holísticos e interdisciplinares, y pone especial atención en las posibles implicaciones para la formación inicial en el Grado de Magisterio. Es así que aunando esfuerzos provenientes de diferentes áreas de conocimiento se produce una propuesta de carácter *transdisciplinar*, en la que las ciencias y el arte son los elementos que van a actuar finalmente como hilo argumental durante las sesiones en las aulas.

La realización de este trabajo vinculado a un proyecto de estas características me ha permitido llevar a cabo una propuesta de aula personal en un contexto *transdisciplinar*, y explorar sobre mis propias habilidades y destrezas para llegar a ser un maestro activo y reflexivo también en un aula de ciencias orientada a los trabajos prácticos (TP) y con proyectos STEAM.

PALABRAS CLAVE

Luz y Color, Aprendizaje por Proyectos STEAM, Narrativa de un maestro

Abstract

This paper is a part of a larger project about light and color in a STEAM field (acronym for Science, Technology, Engineering, Art & Maths) developed by teachers in the areas of Experimental Science Didactics and Plastic Expression of the University of Zaragoza from the 2016-17 academic year and that continues at present. In this Project it is approached, among other issues, the teaching of physico-chemical aspects of Primary Education in contexts of more holistic and interdisciplinary learning activities, and it pays special attention to the possible implications for initial training in the Teaching Degree. Thanks to combining efforts from different areas of knowledge produces a proposal of a transdisciplinary nature, in which sciences and art are the elements that will eventually act as a storyline during sessions in the classroom.

The realization of this work linked to a project of this nature has allowed me to carry out a proposal of a personal classroom in a transdisciplinary context, and to explore my own abilities and skills to become an active and reflective teacher also in a classroom science oriented to practical work (PW) and STEAM projects.

KEY WORDS

Light and Color, Learning by STEAM projects, Teacher's Storytelling

0. Justificación y presentación

Este trabajo forma parte de un proyecto más amplio sobre la luz y el color en un ámbito STEAM (acrónimo de Science, Technology, Engineering, Art & Maths) desarrollado por profesorado de las áreas de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Expresión Plástica de la Universidad de Zaragoza desde el curso 2016-17 y que continúa en la actualidad. En este proyecto se aborda, entre otras cosas, la enseñanza de aspectos físico-químicos de la Educación Primaria en contextos de actividades de aprendizaje *más* holísticos e interdisciplinarios, y pone especial atención en las posibles implicaciones para la formación inicial en el Grado de Magisterio. Es así que aunando esfuerzos provenientes de diferentes áreas de conocimiento se produce una propuesta de carácter *transdisciplinar*, en la que las ciencias y el arte son los elementos que van a actuar finalmente como hilo argumental durante las sesiones en las aulas.

La realización de este trabajo vinculado a un proyecto de estas características me ha permitido llevar a cabo una propuesta de aula personal en un contexto *transdisciplinar*, y explorar sobre mis propias habilidades y destrezas para llegar a ser un maestro activo y reflexivo también en un aula de ciencias orientada a los trabajos prácticos (TP) y con proyectos STEAM. Este es el momento de expresar un especial agradecimiento a Francisco J. Serón, coordinador del Proyecto STEAM y a las maestras del CEIP Joaquín Costa, Aline García en 5º de Primaria, e Irene Cilla en 1º, sin cuya colaboración y ayuda no podría haberlo llevado adelante.

En el trabajo nos hemos centrado en los aspectos que conciernen especialmente a la didáctica de la física y de las ciencias experimentales. Comienza con una introducción de las bases teóricas de referencia acompañadas de la bibliografía final; el relato de la intervención y explicación del principio de acción en el aula utilizado; los resultados y conclusiones obtenidos de las experiencias de aula, tanto del maestro como de los niños y niñas y de sus maestras de referencia; y para finalizar las conclusiones y reflexiones que la realización del propio trabajo ha supuesto para el autor.

1. Consideraciones y marco teórico del proyecto de referencia

De manera general, se ha asumido el marco teórico del proyecto como marco de referencia. A continuación, se indican los aspectos y consideraciones que interesa destacar para el desarrollo de este trabajo.

1.1 La propia acción como objeto de reflexión en un marco de investigación-acción en el aula.

Según Latorre (2003), de las posibles metodologías que aporta la investigación educativa es la investigación-acción la que mejor se ajusta al perfil del docente como investigador. El profesorado la utiliza con la finalidad de mejorar su práctica educativa a través de ciclos de acción y reflexión, en la que cada uno de estos ciclos se configura en torno a cuatro fases: planificación, acción, observación y reflexión. El momento de la observación y el análisis de datos recogidos de forma sistemática es lo que la caracteriza como investigación.

Es así que el marco de investigación-acción en el que se desarrolla el proyecto de referencia, y el interés personal por el trabajo diario en el aula con los niños y niñas de Primaria, me permite comenzar a implementar un modelo de maestro que como dice Perrenoud (2004), utiliza la propia acción como objeto de reflexión. Seguir este modelo obliga a pararse a pensar sobre la acción desarrollada en el aula y también, a anticipar y preparar la acción que se va a desarrollar en el futuro.

1.2 La enseñanza de las ciencias experimentales en escenarios de TP y el aprendizaje en actividad

En cuanto al uso de los TP en la enseñanza de las ciencias, Hodson (1994) (citado en de Echave, 2016) en los años 90 del siglo pasado plantea la necesidad de una mirada crítica a este escenario didáctico, y sugiere que un buen diseño desde el punto de vista del maestro debe proporcionar oportunidades de aprendizaje enfocadas a que los estudiantes exploren, comprendan y evalúen sus propios modelos y teorías respecto a los de la ciencia escolar. También debe facilitar estímulos para el cambio y la evolución de esos modelos, por lo que son necesarios espacios y tiempos didácticos donde sea posible la reflexión en la línea de las experiencias *HandsOn* y *MindsOn*. Sin embargo, pese a las ventajas teóricas de los TP, en la práctica no siempre están bien concebidos y pueden resultar confusos e improductivos.

El papel esencial que las prácticas en el aprendizaje de la ciencia, por un lado, y las dificultades para el maestro tanto en cuanto a diseño eficaz, en el sentido indicado por Abrahams y Millar (2008), (citado en de Echave, 2016) como a la evaluación de los aprendizajes, suponen todo un reto que conviene ir abordando para un desarrollo profesional más pleno.

Greeno y Engeström (2014), (citado en de Echave (2016)), proponen una perspectiva desde el aprendizaje situado y un modelo de análisis sistémico de la actividad aplicable al escenario didáctico de TP. Argumentan que, los conceptos fundamentales en el aprendizaje profundo de un dominio, no son simplemente etiquetas verbales o simbólicas correspondientes a definiciones, sino que los conceptos se distribuyen entre los objetos materiales y las actuaciones de los y las participantes involucrados en la actividad.

En el modelo de Engeström, los tres componentes básicos son: *el sujeto o agente* (puede ser individual o grupo de personas), *el objeto o tema de trabajo*, y finalmente, *los recursos utilizados por los agentes para transformar el objeto según un fin*. En este tipo de análisis se asume que el sistema debe conseguir un resultado, es decir, que hay un objetivo común que da sentido al sistema. Tiene un sentido pragmático. Así, en los entornos de aprendizaje el objetivo sería que las y los estudiantes obtengan un determinado resultado de aprendizaje.

1.3 Modelos precursores de la luz y el razonamiento científico de los niños y niñas

Las ideas de los niños y niñas respecto a la luz, las dificultades conceptuales de aprendizaje y la comprensión/incomprensión de su modelo físico han sido y son ampliamente estudiadas en el área de Didáctica de Ciencias Experimentales desde los años 80 del siglo pasado. Ya en Guesne (1999) aparecen las claves conceptuales de estos modelos previos usualmente alternativos y cómo la percepción interviene y está presente en todo el proceso de aprendizaje de este campo conceptual.

En estos modelos previos, frecuentemente se concibe al sujeto como origen del proceso de visión en lugar de ser su receptor. El objeto “mirado” desempeña un papel pasivo, frente al ojo, que es activo, ya que este examina, prueba y mira. Por su parte, la luz está en el ambiente donde los objetos están bañados por ella y aunque se reconoce como necesaria para la visión, parece que solo sirve para iluminar. La existencia o no de luz viene asociada a su intensidad.

No obstante, aunque la idea de que la luz puede ser reflejada por los objetos ordinarios llega a ser admitida sobre los 13 años, como la noción de reflexión es fundamental en óptica (ya que no puede comprenderse la formación de imágenes de los objetos sin esta idea previa), se entiende que la enseñanza debe de estimular a los niños y niñas a que apliquen esta idea de forma más firme y generalizada.

En cuanto a las sombras, interpretar que no son producto de una reflexión asociada a un cuerpo o el producto de una luz oscura, sino explicarlas en términos de que el objeto constituye un obstáculo que impide el paso de la luz, implica que se la considera como una entidad que se mueve en el espacio y que se propaga en línea recta.

Generalmente, el modelo científico raramente se corresponde con el de los niños, especialmente cuando los objetos no son luminosos en sí mismos. Ya en estos primeros trabajos se identifica que la noción de luz en el espacio, disociada de su fuente y de sus efectos es un prerequisite necesario para tratar problemas de óptica, y que por lo tanto debe estar presente en la estrategia didáctica seleccionada.

En estudios más recientes orientados a estudiantes de escuelas de Infantil y de Primaria (Impedovo, Delserieys, Jegou, Kampeza & Ravanis, 2017; Arnantonaki, 2016; Arnatonaki, Boilevin & Ravanis, 2018), el interés se ha ido centrando en la construcción *adecuada* de “buenos” modelos precursores de la luz, así como de las implicaciones didácticas derivadas.

En cuanto a la interpretación de la evolución de estos modelos precursores, las categorías sobre el razonamiento científico en los niños propuestas por Tytler y Peterson (2004) constituyen una ayuda para el maestro en cuanto a reconocer qué modelos y cómo están siendo utilizados por los estudiantes. Estos autores distinguen:

- *Razonamiento basado en el fenómeno*, donde la explicación y descripción no son distinguibles y el propósito de la experimentación es *mirar* y *ver*.
- *Razonamiento basado en la relación*, la explicación se considera que implica la identificación de relaciones entre observables o datos tomados a entidades dadas en lugar de la búsqueda de una relación causal subyacente. Los enfoques exploratorios tienden a ser confirmativos y acríticos y la explicación emerge de los datos de una manera acrítica.
- *Razonamiento basado en el concepto* (pensamiento científico), en el que la explicación se introduce en términos de entidades conceptuales que representan una causa subyacente o a nivel más profundo; la experimentación se guía por la hipótesis, y se reconoce el papel significativo de las pruebas que no la confirman, así como la posibilidad de explicaciones alternativas. Este tipo está relacionado con los modos deductivos de razonamiento.

La categoría de razonamiento basado en relación presenta algunas características en común con el modelo de experimentación de la ingeniería, donde el propósito está más identificado con el logro de un resultado exitoso que con la identificación de la causa. El objetivo de su actividad está centrado en conseguir el éxito más que en buscar el fracaso.

1.4 Modelo de aprendizaje experiencial de Kolb (2015): Procesos y estructura

En un escenario didáctico basado en experiencias prácticas y dado que el objetivo último de la actividad del maestro son los aprendizajes de los estudiantes, resulta conveniente profundizar en modelos de aprendizaje, que como el de Kolb (2015), van a tenerlas en cuenta y entienden el aprendizaje como un proceso holístico de adaptación al mundo.

Para este autor, el *proceso de aprendizaje experiencial* puede describirse como un ciclo en cuatro fases de los distintos modos de aprendizaje adaptativos:

1. Experiencia concreta
2. Observación reflexiva
3. Conceptualización abstracta

4. Experimentación activa

Y en el que, a su vez, se distinguen dos dimensiones:

- Experiencia concreta-Abstracción entre las fases 1 y 3
- Experimentación activa-Observación reflexiva entre las fases 2 y 4

Las bases estructurales del proceso de aprendizaje descansan en las transacciones entre estos cuatro modos de aprendizaje y en la forma en la que la dialéctica adaptativa las resuelva.

Es interesante hacer notar que la **dialéctica abstracto-concreto** es del tipo **prehensión**, representando dos procesos diferentes y opuestos basados en la **experiencia** en el mundo, bien mediante la interpretación conceptual y representación simbólica (proceso de **comprensión**) o bien mediante la percepción de lo tangible y de las cualidades sensibles de la experiencia inmediata (proceso de **aprehensión**), interiorizada por *imitación*.

Por otro lado, la **dialéctica activo/reflexivo** es del tipo **transformación**, representando los modos opuestos que se centran en la representación figurativa de la experiencia, mediante la reflexión interna (proceso denominado **intención**) o la manipulación externa activa (proceso denominado **extensión**).

Así es que se distinguen dos formas opuestas dialécticamente de prehensión y simultáneamente dos formas opuestas de transformación de esa prehensión, por lo que el resultado va a ser una las 4 formas elementales de conocimiento:

- La experiencia captada a través de la prehensión y transformada mediante la intención tiene como resultado un conocimiento **divergente**.
- La experiencia captada a través de la comprensión y transformada mediante la intención tiene resultados en el conocimiento **asimilativo**.
- Cuando la experiencia es captada mediante la comprensión y transformada mediante la extensión, el resultado es conocimiento **convergente**.
- Y, cuando la experiencia es captada por aprehensión y transformada por extensión el resultado es conocimiento **adaptable**.

Desde esta perspectiva, la definición de *aprendizaje entendido como el proceso mediante el cual el conocimiento se genera a través de la experiencia*, adquiere sentido. Así, **el conocimiento resulta de la combinación de captar la experiencia y transformarla**.

La idea central de este modelo es que el aprendizaje y, por lo tanto, el conocimiento requieren de ambas dimensiones, aprehensión y transformación **y que los dos procesos tienen el mismo estatus**. La simple percepción de la experiencia, aunque necesaria, no es suficiente para aprender. Análogamente, la transformación sola no puede representar aprendizaje, ya que es necesario que exista algo que y sobre el que transformar.

1.5 Claves del proyecto

Es así que, en cuanto al diseño, la propuesta didáctica con carácter holístico e interdisciplinar del proyecto STEAM, está orientada a la elaboración de un producto-objeto didáctico. Este objeto material tiene como finalidad ayudar a situarse en el nivel de razonamiento científico de los niños (Tytler y Peterson, 2004); permitir estructurar y comunicar la actividad al maestro; y a los niños, reconocer objetivos e identificar las distintas fuentes de conocimiento durante el desarrollo de la actividad. Va a permitir adaptar estrategias didácticas orientadas hacia el éxito en el diseño de la experiencia. La clave de estos autores está en asumir que el aprendizaje a

través de la explicación y el uso de modelos de los niños y niñas avanzan gracias a la integración entre razonamiento y conocimiento científico.

Con este trabajo se ve la oportunidad de cerrar el ciclo didáctico del proyecto con una propuesta de intervención STEAM desarrollada por un maestro que está finalizando su formación inicial. Para el maestro supone también una oportunidad para explorar su propia acción en este tipo de escenarios didácticos.

Es por ello que este trabajo se fundamenta dentro de la transdisciplinariedad que nos permite el proyecto STEAM, en el que ya no solamente entra en juego el diseño y desarrollo como enseñanza y aprendizaje por proyectos, sino que el objeto didáctico en cuestión a producir se convierte en un elemento clave y transdisciplinar. Este objeto puede usarse, una vez elaborado, en varias áreas de conocimiento, dependiendo de la mirada que pongamos sobre él (en nuestro caso particular centraremos la atención en la S y en la A de STEAM, ciencias y arte), y da sentido a la intervención. Vemos el objeto final como algo que se construye y se deconstruye constantemente a lo largo de las sesiones, adquiriendo importancia desde el primer momento, centrando nuestra atención y esfuerzo en la creación a través de la ciencia de una obra artística, fundamentada en pensamientos relacionados con la física de la luz.

2. Relato de una intervención en el aula

En este apartado se construye el relato de la intervención, describiendo el contexto, modelo didáctico y los ciclos de acción y reflexión, constituidos por las fases de diseño (planificación) y desarrollo (acción, observación y reflexión) de las sesiones, utilizados.

2.1 Principio de acción-intervención

La intervención se desarrolla en 2 aulas de edades diferentes, 1º y 5º de EP en el colegio público Joaquín Costa de Zaragoza. El cuerpo docente de profesores de este centro se posiciona claramente en el paradigma constructivista, y actúa en consecuencia. Durante el diseño, puesta en marcha, y tras ella, tratamos de que el aprendizaje de los alumnos y alumnas sea en dirección a ese modelo didáctico en acción (Jiménez Aleixandre, 2000). Siendo un proceso autoestructurante, y teniendo en cuenta que el grado de aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognitivo de cada niño, se tratan los temas a desarrollar, en este caso la física de la luz, partiendo de lo que ya saben. Mantenemos que el aprendizaje es un proceso de reconstrucción de saberes culturales, que implica un proceso de reorganización de representaciones mentales que se ve favorecido gracias a la interacción del grupo clase. En este contexto, entendemos el aprendizaje como el proceso mediante el cual el conocimiento se genera a través de la experiencia y el conocimiento es resultado de la combinación de captar, tanto perceptual como conceptualmente, la experiencia y transformarla (Kolb, 2015).

El colegio público Joaquín Costa está situado a medio camino entre la zona Centro de Zaragoza, el Casco Antiguo y el barrio de La Almozara. Se encuentra bastante aislado en cuanto a otros centros educativos se refiere (el más cercano es Compañía María, y es de carácter privado-concertado). Pero sin embargo los alrededores del colegio son tremendamente ricos, si hablamos de cultura y actividad comercial y ciudadana. El Caixaforum, el museo Pablo Serrano, la plaza de toros de La Misericordia, el museo del fuego de los bomberos de Zaragoza o la antigua estación del Portillo, son ejemplos de lo antes mencionado, y no distan más de cinco minutos andando partiendo del centro educativo.

Estamos ante un centro educativo bilingüe, que cuenta con un alumnado muy diverso. El 20 % procede de familias de nivel cultural medio/alto que optan por una Escuela Pública que les garantice las oportunidades suficientes para cubrir sus expectativas de futuro. Un 30% procede de familias más modestas, tanto cultural como económicamente, a las que el centro aporta una buena educación sin cargas económicas. El otro 50% es población emigrante (muchos de los niños ya han nacido aquí) de los cuales el 20% ya es bilingüe, puesto que tienen lengua materna distinta al español, otro 20% tiene el español como lengua materna y otro 10 % todavía no tienen competencia suficiente en castellano.

En ambas clases el ambiente es propicio para la docencia. Con una riqueza intercultural enorme, tan sólo un pequeño porcentaje de los alumnos y alumnas es de origen español. Lo que favorece que el respeto por otras lenguas, culturas o etnias esté intrínseco en su comportamiento cotidiano. Bien es cierto que ambas profesoras se centran desde la primera sesión del curso en que esto sea así.

Tenemos la oportunidad de llevar a cabo la acción educativa en este Centro escolar; lo que nos ofrece retos de un gran interés, dada su riqueza intercultural y la gran cantidad de necesidades que el alumnado tiene de por sí. Esto, sumado al conocimiento y funcionamiento del centro, ya que fue el lugar en el que se han realizado las Prácticas III y IV, junto con la forma de trabajo del profesorado en cuestión y, por consiguiente, la del alumnado, va a permitir tener un rol de maestro integrado en el equipo docente más que el de un profesor invitado. No se trata a ojos de los niños y niñas de una intervención externa, no es algo aislado de lo que normalmente pudieran hacer en sus horas lectivas habituales.

Aunque estas sesiones no formaban parte de la programación inicial, la labor educativa integrada con ambas profesoras permite que se pueda llevar a cabo un diseño *real*. Sin su colaboración y participación no podría haberse planificado de esta forma. Contar con que la organización del grupo y el mantenimiento del ambiente de trabajo óptimo corren por su cuenta, ayuda a centrarnos en lo meramente académico, focalizamos esfuerzos en el diseño adecuado para lograr los objetivos.

Dicho esto, la elección de estos grupos no es algo aleatorio. Trabajar con estas dos clases nos permite observar con mayor claridad las diferencias que existen en periodos escolares tan distantes, sobre todo en cuanto a la maduración cognitiva y al proceso de enseñanza-aprendizaje se refiere, al abordar desde un enfoque interdisciplinar un tema que es a la vez, tan abstracto y tan vinculado a la percepción visual y así, realizar un trabajo comparativo más exhaustivo, entre ambos.

Se sabe que no hay detectadas grandes necesidades educativas, ni en 1º ni en 5º. Aunque bien es cierto que, en la clase de los más pequeños de Primaria, aunque no diagnosticadas, hay niños con algún tipo de retraso con respecto al ritmo del resto de compañeros y compañeras. Aparte

de las mencionadas necesidades educativas, no hay ningún punto reseñable con el que se deba contar para el diseño de las sesiones. Prestar algo más de atención a este pequeño número de alumnos es suficiente adaptación para llevar un ritmo homogéneo.

Trabajamos aspectos abstractos de una forma muy cercana y perceptible, teniendo en cuenta diferentes situaciones didácticas, en las que entran en juego una serie de elementos comunes, que, aunque puedan variar dependiendo del contexto, los podemos encontrar siempre que llevemos a cabo este tipo de intervenciones y experiencias. Actúan de una forma u otra como si en un escenario, en esta ocasión de tipo didáctico, se tratara.

Es así que, para describir las experiencias de aula vamos a utilizar la idea de escenarios didácticos que resulta útil dada la naturaleza transdisciplinar del proyecto. Aplicando el modelo de aprendizaje en actividad, este enfoque facilita realizar la reflexión sobre una acción resultado de un trabajo en equipo y con distintos agentes implicados. Observar quién y cómo interactúa con el recurso-objeto y el papel que los distintos agentes van asignando a éste en la experiencia.

El trabajar con los mencionados escenarios didácticos nos permite articular nuestra intervención de una forma más completa, abordando certeramente el tema de la física de la luz, sin perder de vista el objetivo-producto final, siempre presente a lo largo de las sesiones.

2.2 Diseño de las sesiones: planificación

Entrando de lleno en el grueso del diseño, se preparan todas las experiencias bajo la premisa de que “todos y todas somos artistas científicos”. La idea es utilizar este hilo conductor para trabajar la física de la luz, unido y materializado en un objeto. Con este relato se plantea realizar las actividades de tipo TP en un escenario didáctico adaptado para ello y fundamentado en un aprendizaje experiencial (Kolb, 2015), se preparan ejercicios de carácter empírico con la luz y sus propiedades.

Las clases son estructuradas de la misma manera en los dos grupos. Se trata de incorporar actividades apropiadas para ambos, siempre adaptadas a la edad y a las competencias del grupo al que van dirigidas.

Teniendo en cuenta el contexto del trabajo, el marco teórico en el que nos movemos, las características de las maestras y su método de impartir clase, los niños y la finalidad didáctica que tenemos, elijo con ayuda del profesorado que tutoriza el proyecto STEAM, las obras de Moholy-Nagy (ver Web artística consultada) para basar mi relato, y nutrir el hilo conductor de la actividad en él. Escojo esta opción, entre tantas otras, por el trato de la luz y el negativo, el juego con el blanco y el negro, el brillo y la perspectiva que este autor hace en su obra. La mirada que propone hacia objetos, más o menos cotidianos, o elementos banales, tan simplificada y abstracta, centrándose en lo esencial y la manipulación de una imagen, hace que, pese a la aparente paradoja, vea el potencial didáctico para trabajar con los niños y niñas en las clases. Lo primero, es imaginarse en el aula con los niños y niñas hablando sobre luz y sombras, un concepto que puede parecer sencillo por cotidiano, pero que en esencia es realmente complejo y profundiza en lo más hondo de la física de la luz. Es esto lo que finalmente decanta mi decisión por las obras de este artista húngaro, esta unión con una apariencia de ambigüedad que lleva a cabo entre lo concreto y abstracto para mostrar realidades, utilizando la ciencia para crear arte.

El diseño del objeto-producto merece atención debido al papel tan importante que tiene en el proyecto STEAM.

Es así que, en este caso, una vez elegido artista y obra y los aspectos científicos a tratar, es necesario materializar un diseño. A este diseño se le pide, además, que pueda ser utilizado en un aula de Primaria y que tenga utilidad didáctica. Por ello, se escoge la línea de explorar la luz como resultado de su interacción con los materiales del entorno conocidos por los niños y que puedan manipular y explorar sensorialmente sus propiedades.

Para el maestro, esta fase requiere poner en juego su propia creatividad y saberes. Durante la construcción del objeto se ve interesante introducir elementos móviles y la posibilidad de que pueda ser deconstruido y reconstruido en clase, pensando que esto puede aportar un mayor potencial didáctico.

Por ello, se escoge una estructura hecha con un tubo de cartón en la que se pueden colocar/colgar objetos de distintos materiales, transparentes, opacos, con huecos y formas distintas; materiales como plástico, corcho, madera, metal, alambre, cristal, cartón, y las creaciones de la actividad del teatrillo de sombras, que pegadas con celo a uno de los palos también están disponibles para colgar. Estos objetos se sujetan a palitos que pueden insertarse en el tubo de cartón central. Se comprueba que este diseño permita construir y deconstruir distintas producciones, es fácilmente instalable en el aula y es útil en el trabajo con las sombras.

El diseño estructural de las sesiones se realiza contando con dos sesiones de 45 minutos por grupo, y está compuesto de 3 fases, en las que trabajamos al comienzo las ideas previas y la introducción de la actividad presentando el objetivo a compartir y conseguir; continuamos con el desarrollo mediante trabajo autónomo, aunque guiado y apoyado por el maestro, de las experiencias prácticas, y terminamos con el trabajo con y sobre el producto objeto final. En ambas clases, a partir de la fase 2, la disposición del aula es por grupos de 5 a 6 alumnos. La composición de dichos grupos la realizan las profesoras de cada clase, para que las clases puedan seguir una dinámica de trabajo que les resulte más familiar y natural, y por lo tanto más productiva.

- 1) Mostramos varias obras de nuestro artista, Moholy-Nagy, para que los niños y niñas nos den su punto de vista sobre lo que ven, nos expresen sus intereses, sus inquietudes al respecto, mientras nosotros mediante una serie de cuestiones redirigiremos el discurso hacia el apartado más científico del asunto a tratar.
Introducido así de una forma visual, y casi tangible, el tema que nos compete, proseguimos en la búsqueda de llevar a cabo actividades realizables con la luz, pidiendo que nos muestren esos aspectos del diálogo mantenido que, individualmente les hayan sorprendido o interesado más; mediante un dibujo, esquema o texto que ellos elijan. Damos rienda suelta a sus pensamientos e imaginación; nos interesa saber qué pasa por sus cabezas, qué ideas tenían, y empiezan a tener de forma diferente sobre la luz y elementos próximos a ella.
- 2) Continuamos ese hilo conductor de artistas científicos que nos va a acompañar a lo largo de la intervención, explicando brevemente nuestro proceder en cuanto a las siguientes actividades. No perdemos en ningún momento de vista nuestro objetivo-producto final, ya que la consecución de las experiencias, que a continuación vamos a explicar más detalladamente, nos ayudan a comprender eficazmente los porqués y los procedimientos a tener en cuenta para su realización, a posteriori. Esta fase 2 se compone de 3 experiencias:

TÍTULO	POESÍA ENREVESADA
MATERIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Poesía Gloria Fuertes - Folio plástico negro (opaco) - Folio plástico translúcido - Folio de acetato transparente - Linterna
DESCRIPCIÓN	Con ayuda de varios folios de diferentes materiales y propiedades (dejan pasar la luz en diferentes grados) tienen que arreglar una poesía de Gloria Fuertes que tiene palabras de más (deben tapar la palabra sobrante usando el material opaco), y otras están al revés (deben jugar con el material transparente y el reflejo que la luz crea con determinada inclinación para leerla de forma correcta). Para poder ver la poesía correctamente se ayudarán no sólo de los materiales ya citados, sino que también dispondrán de una linterna, necesaria sobre todo para leer las palabras invertidas.
FINALIDAD DIDÁCTICA	Buscamos que los niños y niñas investiguen con los materiales disponibles, tratando introducir conceptos como reflexión, sin el uso de un espejo colocando el acetato en posición adecuada para ello, opacidad y transparencia, ayudados de una fuente de luz, en este caso artificial, la linterna

TÍTULO	TEATRO "A-LUZ-INANTE"
MATERIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Caja de cartón (teatrillo) - Folio plástico negro (opaco) - Folio plástico translúcido - Folio de acetato transparente - Linterna
DESCRIPCIÓN	Quizás este sea el más importante de los ejercicios preparados, ya que la relación con la actividad-producto final es muy directa. Usando los mismos materiales que ya disponían, tienen además cada grupo una caja de cartón, que hará las veces de teatrillo. Y pudiendo modificar y editar los materiales, con diferentes propiedades al interferir con la fuente lumínica, crear sombras que podrán mostrarnos en forma de dibujo en la ficha. Tienen libertad absoluta a la hora de experimentar con las sombras que se producen, no sólo investigan con los materiales que tienen, pueden probar a crear sombras con todo tipo de formas, objetos y herramientas que tengan a mano.
FINALIDAD DIDÁCTICA	Queremos que nuestros alumnos y alumnas comiencen a manipular los materiales que tienen para crear sombras. Jugando con las formas, la posición y las propiedades de dichos materiales, e incluso cambiar el punto de enfoque de la linterna. Investigando cómo afecta esto a la sombra que proyectan en sus teatrillos.

TÍTULO	EL VIAJE A LA VELOCIDAD DE LA LUZ
--------	-----------------------------------

MATERIAL	<ul style="list-style-type: none">- Folio plástico negro (opaco)- Folio plástico translúcido- Folio de acetato transparente- Linterna- Puntero láser- 3 recipientes transparentes- Agua- Leche
DESCRIPCIÓN	<p>Y si la anterior actividad tenía gran importancia por su similitud, esta no se queda atrás. Vamos a apuntar con un puntero láser a una serie de líquidos. Así nuestros alumnos verán la trayectoria de la luz de una forma más obvia, si cabe, que con la luz de una linterna (dado que su luz se disipa mucho más, y no es puntual). Colocamos 3 recipientes por grupo, llenos de agua, agua con leche disuelta, y sólo leche. Y utilizando todavía el teatrillo, veremos cómo actúa la luz roja del puntero láser. Si lo atraviesa, como lo hace y qué vemos en el interior de nuestra caja.</p>
FINALIDAD DIDÁCTICA	<p>Queremos que el alumnado comprenda de forma directa cómo “viaja” la luz, desde el foco hasta el lugar en que éste apunta. Ya comienzan a trabajar esto en la actividad anterior, pero en esta experiencia, gracias al puntero láser, es más evidente y visual.</p>

- 3) Concluida la segunda fase de la actividad pasamos la última experiencia de nuestras sesiones; en ella articulamos y agrupamos los saberes y procedimientos de las fases anteriores, de una forma práctica y manipulativa, tratando de seguir con la misma línea tanto de metodología, como de narrativa ya que seguimos siendo artistas-científicos. Consiste en colocar a lo largo de un tubo hueco, una serie de elementos para crear nuestro propio objeto, que más adelante creará sombras de diferentes formas. Dicho objeto y los elementos a colgar en él han sido creados y preparados con anterioridad, teniendo sólo que “decorar” nuestro tubo con los numerosos y ya mencionados materiales. La metodología de la actividad será similar a las anteriores, primero por grupos eligen un elemento, lo colocan y ceden el puesto al siguiente grupo. Así hasta que el tubo está totalmente lleno de objetos colgantes, que entonces, también por grupos, iluminarán con un foco (más potente que la luz de las linternas que hasta ahora tenían) y observarán la sombra que se crea. Con ayuda de uno de los docentes presentes en la clase, se moverán alrededor del tubo portando el foco, proyectando sombra en paredes, techo o suelo, observando cómo cambia y de qué forma lo hace según se muevan.

2.3 Desarrollo de las sesiones: acción, observación y reflexión

En este apartado utilizamos la idea de los escenarios didácticos para analizar y facilitar la construcción del relato desde la mirada del maestro.

Escenario Didáctico de 5º de Primaria:

Clase bien estructurada, en la que seguimos el guion establecido con anterioridad en el diseño de las actividades. Los niños y niñas tienen la predisposición y el nivel de motivación adecuada para realizar las experiencias y actividades sin ningún problema, ni actitudinal ni, a priori, cognitivo. El desarrollo del comienzo de la sesión se lleva a cabo sin dificultades, hasta que nos

percatamos del problema que nos va a perseguir durante el resto de la intervención en este grupo, que es la falta de tiempo.

Terminamos las actividades sin poder profundizar en exceso con relación al aspecto más conceptual de la práctica. Ya que aparecen comentarios, preguntas y cuestiones que son de un interés enorme para la actividad, y su manejo y respuesta requiere *tiempo*; un tiempo que gustosamente empleamos, ya que es aquí donde encontramos el aspecto más importante de las experiencias, el diálogo entre maestros y alumnado, y entre ellos. Pero este intercambio de impresiones e inquietudes sobre las actividades y sobre temas directamente relacionados con ello, comprobamos que requería de un tiempo que restaba al de las experiencias preparadas y previstas.

De forma genérica, el alumnado sigue el hilo conductor diseñado para la puesta en marcha de la intervención en las aulas, y logran realizar los ejercicios sin mayor problema, lo que nos permite paliar la falta de tiempo antes mencionada. Aparece un elemento con el que no habíamos contado previamente, y es que los alumnos que poseen un razonamiento científico más elaborado ayudan, dando explicaciones y manipulando los ítems de formas más precisas, al resto de sus compañeros. Se produce una labor de cooperación, que ayuda tanto a la consecución de los objetivos en cada actividad, como a que ese déficit de minutos que vemos acumularse sea más llevadero, sin que se trastoque apenas el desarrollo de la actividad.

Tras la consecución de las fases 1 y 2, abordamos la tercera. Preparamos nuestro objeto-producto final para ser trabajado y manipulado por el grupo siguiendo el guion previsto y acabando la experiencia con éxito. Y así finaliza la sesión, siendo la falta de tiempo una constante.

Así en este grupo, hemos realizado las actividades y experiencias una tras otra, sin dejar un tiempo adecuado para la reflexión. La consecución de cada uno de los puntos se lleva a cabo, pero como ejercicios estancos, y sin una conexión verdadera entre ellos, al menos de una forma aparente. Se echa de menos un relato que de sentido a la actividad. Nuestros niños y niñas logran encontrar sentido entre las experiencias gracias al nivel de razonamiento científico más elaborado de algunos de ellos, que actúan como agentes mediadores de los aprendizajes propios y de sus compañeros y compañeras. Durante la sesión reconocemos ese papel y lo potenciamos con preguntas y orientaciones que empujan a la clase a encontrar significado a su experiencia.

Escenario Didáctico de 1º de Primaria:

En este caso, nos encontramos un grupo muy heterogéneo, movido y algo disperso; pero la motivación y predisposición que muestran desde el primer momento, bien canalizada por las maestras y docentes que guían la acción, hacen que se cree un ambiente idóneo para la puesta en marcha de la sesión.

Comenzamos la intervención de misma forma que hicimos con los mayores, siguiendo el guion diseñado para el TP que nos compete. Ambos grupos están familiarizados con el método de trabajo, de hecho en el diseño se tuvieron en cuenta sus formas habituales de trabajo en clase. Dada la experiencia en el aula de 5ª, en esta clase aún se hizo más consciente y en mayor grado.

A diferencia del escenario didáctico que nos encontramos en 5º de Primaria, la forma de proceder aquí es más relajada en cuanto al tiempo disponible. Los horarios en esta etapa educativa inicial son más flexibles, y nos permite poder continuar con la intervención a pesar de finalizar los 45 minutos que tenemos por sesión.

La suma de un mayor conocimiento del grupo por ser donde se habían realizado Prácticas Escolares III recientemente, una mejor interpretación de las necesidades educativas de los niños y niñas, la flexibilidad de horario y de tiempo de práctica, y la propia reflexión realizada sobre la actuación en 5º, propician una adaptación de las actividades y experiencias respecto al diseño

inicial. El resultado hace que la relación entre fases, actividades y experiencias sea mayor, produciéndose casi un solapamiento de una con otra de forma natural. Se consigue evitar de esta forma la sensación de realizar ejercicios estancos e inconexos percibida en la anterior intervención; siendo el maestro capaz de interpretar las preguntas, comentarios e inquietudes del alumnado que surgen del diálogo continuo entre todos los agentes del escenario didáctico, y decidir con qué y cómo proceder durante la sesión.

Vemos desaparecer las fases, usando las actividades preparadas como una referencia educativa, la cual sirve de base para ir avanzando; variamos la actividad 3 (véase gráfica) comprendiendo que cambiando un puntero láser por un hilo y una linterna va a ser más útil, ya que son utensilios que ya han manipulado. Así como con el objeto-producto final, en la teórica fase 3 que, guardando un orden de intervención, siguen investigando con libertad, jugando y construyendo sombras y deconstruyendo el objeto a su antojo.

2.4. Resultados de la intervención

Una vez explicada nuestra actuación en el aula de forma detallada mostraremos el conjunto de resultados que hemos ido recogiendo. En el momento de llevar a cabo las sesiones en clase, recibimos el consentimiento de las familias de grabar la intervención didáctica. De esta forma y como se verá a continuación, pudimos recoger los diálogos, preguntas y producciones de los alumnos satisfactoriamente, para en el punto siguiente analizarlas exhaustivamente.

Fase 1 o fase de las ideas previas

En las tablas que siguen a continuación se recogen, para cada imagen presentada, los diálogos surgidos en ambas clases y reflexiones. El orden de la secuencia de imágenes es el expuesto en ambas aulas.

1. Photogram, 1940; Fotograma en gelatina de plata (Fotografía)		
	<p>1º)</p> <ul style="list-style-type: none"> - (Profesor): ¿Qué os parece que es esto? - (Alumno 1): Como una especie de naranja, pero con un cristal, que lo están cortando. - (P): ¿Cortado? - (A.2): Una sobrecarga - (P): ¿Muy buena idea! - (A.3): Una lupa. - (P): ¿Está acercada la imagen, y por eso está cerca? ¿O ves la lupa? - (A.3): La lupa. 	<p>5º)</p> <ul style="list-style-type: none"> - (P): ¿Qué os parece que es esto? - (A.1): Un espejo. - (A.2): Un cristal. - (A.3): Un queso. - (A.4): Una tarta, un pastel... - (P): ¿Y qué le pasa a la tarta? - (A.1): Que la están rompiendo con una pelota. - (P): Y justo en ese momento... ¡"chof"! , hace la imagen; esto no deja de ser arte, es arte.
<p>- Reflexión (P): Curiosamente, mientras en la clase de 1º son más detallistas con lo que están viendo en ese momento, en la de 5º son más holísticos; Miran la imagen como un todo, no entran a comentar</p>		

lo que les sugiere la foto parte por parte. En ninguno de los dos grupos se hace referencia todavía a cualquier fenómeno referente a la luz, pero en 1º nombran elementos interesantes, como pueden ser objetos (cristal, lupa) y sucesos eléctricos (sobrecarga).

2. A 19, 1927; Óleo y grafito sobre lienzo (Pintura)



1º)

- (P): ¿Esto qué os parece?
- (A.1): Una luna y una estrella.
- (A.2): Una luna y la estrella fugaz.
- (A.3): Es oscuro, pero la estrella está iluminada.
- (P): Mirad a ver qué pasa ahora... (Cambio de fotografía a color) ¿Es el mismo dibujo?
- (A.1) ¡No! Pero se parecen.
- (P): ¿Aquí qué tenemos, que antes no?
- (A.1): El rojo.
- (P): ¡Aquí tenemos colores! ¿Antes qué había?
- (A.2): Negro y blanco, y gris.

5º)

- (P): A ver esta...
- (A.1): Luz, Un Sol, Sol y luz...
- (P): Un foco de luz circular aquí en medio, ¿no? Y diferentes líneas interpuestas delante... ¿Puede ser? A ver qué os parece ahora... (cambio de imagen).
- (A.2): El mismo, pero con colores...
- (P): El mismo, pero con colores, es una imagen muy similar a la de antes pero ahora hemos puesto diferentes cosas, diferentes cristales delante, que hacen que tenga...
- (A.3): ¡Color!
- (P): ¡Color, muy bien!

- Reflexión (P):

Ambos grupos son conscientes del cambio que ha sucedido entre la primera imagen y la segunda; se percatan de que la imagen es muy similar tras el cambio, pero que en esta segunda ocasión ven colores, ya no es en blanco y negro. Aparecen conceptos como “oscuro” o “iluminada”, y “luz” y “sol” que nos dan pie para continuar por ese camino que estamos marcando.

3. Photogram, 1926; Fotograma en gelatina de plata (Fotografía)



1º)

- (P): ¿Y aquí?
- (A.1): Una mano.
- (P): ¿Y qué más?
- (A.2): Rayas
- (A.3): ¡Es una guitarra!

5º)

- (P): ¿Y aquí?
- (A.1): Una mano tocando una guitarra.
- (P): ¡Muy buena!
- (A.2): O un arpa...
- (P): Pero aquí ya no hay color, aquí ya no vemos colores, ¿Qué es lo que sí se ve mucho?
- (A.3): Blanco y negro y sombras.
- (P): ¡Sombras, muy bien!

- Reflexión (P):

Ambos grupos ven a primera vista de qué se trata, no da lugar a mayores conjeturas (en 5º se menciona otro instrumento musical de cuerda, como es el arpa, pero en esencia es la misma idea). Pero sí que es interesante que los más mayores identifican ya un elemento con el que vamos a seguir trabajando, las sombras.

4. Photogram, 1939 – 1940; Fotograma en gelatina de plata (Fotografía)



1º)

- (P): ¿Y esto? ¿Qué tenemos ahí?
- (A.1): Una bola.
- (A.2): Un pez. Un hombre-pez que se extinguió.
- (A.3): Tiene una antena
- (A.4): Un pez-bombilla.
- (P): ¿Y qué vemos aquí también? Antes hemos visto colores; ¿Ahora hay colores?
- (A.1): ¡No!
- (P): ¿Qué hay aquí? (Apunto con el dedo a la fotografía).
- (A.2): Negro, blanco y gris.

5º)

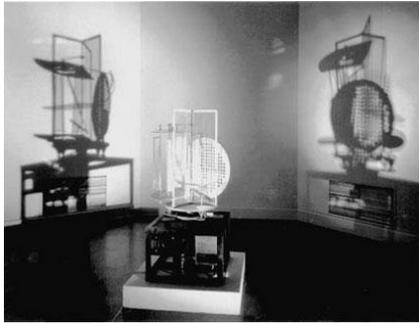
- (P): ¿Y esta?
- (A.1): ¡El esqueleto de un pez!
- (P): Bueno... es echarle mucha imaginación.
- (A.2): ¡Eso es un túnel! Lo que hay detrás de lo que me ha parecido un pez.
- (P): Voy a ponerme en tu sitio a ver, porque yo desde tu sitio no veo un túnel... ¿Y si me pongo aquí?
- (A.3): ¡Mira un ojo!
- (A.4): Yo veo un bebé; ¡Hay una cara!
- (P): Chicos, ¿Os habéis dado cuenta de que no todos vemos lo mismo? En diferentes lugares veo cosas diferentes

	<ul style="list-style-type: none"> - (P): Hay gris, hay tonos de negro, más clarito... 	<ul style="list-style-type: none"> - (A.5): Yo veo un marciano, - (A.6): Una radiografía.
<p>- Reflexión (P): Esta imagen crea mucha controversia; controversia que es aprovechada para comenzar a hablar de perspectiva (no veo lo mismo desde un sitio que desde otro, y no vemos lo mismo, tenemos diferentes estímulos, aunque lo que se vea no varíe). Mientras en la clase de 1º se habla del gris por vez primera, color relacionado con las sombras.</p>		

<p>5. Lab, 1938; Escultura de vidrio (Fotografía)</p>		
	<p>1º)</p> <ul style="list-style-type: none"> - (P): Y esto, ¿qué tenemos ahí? - (A.1): Otra antena. - (P): ¿Y qué le pasa a la antena? - (A.2): Es larga - (A.3): Está rota. - (A.1): Está enrollada. - (P): Y aquí, ¿qué vemos aquí? Está la antena, una mesa de color blanco... Y aquí, ¿qué vemos? - (A.3): ¡La sombra! - (P): ¡Muy bien, hay sombra! Y para que haya sombra... ¿Qué tenemos que tener detrás? - (A.1): ¡Luz! - (P): Luz, muy bien. ¿Y qué pasa aquí chicos, de qué está hecho esto? este muelle. - (A.2): ¡De metal! - (P): ¿De metal, por qué? - (A.4): De metal y cristal. - (P): ¿Y por qué de metal y cristal? - (A.4): Porque así luego, cuando está blandito lo enrolla... 	<p>5º)</p> <ul style="list-style-type: none"> - (P): ¿Y esto qué es? - (A.1): Un árbol. - (A.2): ¡Un muelle! - (P): ¿Y qué se ve aquí? - (A.1): ¡Sombras! - (P): Si, pero aun así... el muelle este... - (A.3): ¡Está iluminado! - (P): Tiene luz detrás, ¿Verdad? - (A.1): Eso es porque al estar iluminado y el metal se refleja, el metal se queda con un brillo. - (P): ¡Muy bien! Vemos el brillo del metal y aquí la sombra.

	<ul style="list-style-type: none">- (P): Pero... ¿Qué te lleva a pensar que este muelle está hecho de cristal o de metal?- (A.4): Pues que parece como una cinta...- (P): ¿Y qué es lo que te hace ver con tus ojitos, que esto es metal o cristal?- (A.1): Que la zona que está redondeada es de cristal y el palo es de metal.- (P): Y cuando le da lo que hemos dicho que había detrás... ¿Qué había?- (A.2): ¡Luz!- (P): ¿Qué le pasa al muelle?- (A.1): ¡Que brilla! Brilla por la luz.- (P): ¡Muy bien! Cuando viene la luz hace sombra, y... ¿Qué crea aquí?- (A.2): ¡Brillos!	
<ul style="list-style-type: none">- Reflexión (P): En 1º logramos que por ellos mismos comiencen a tratar elementos como sombra luz y brillo; relacionan ya cómo se comporta la luz cuando incide en diferentes materiales, y lo que ocurre a partir de que esto suceda (se crean sombras). Pasa lo mismo en 5º, pero tienen este tipo de conocimiento mucho más adquirido, no les sorprende en absoluto. En ambos grupos aparece la idea de reflexión como reflejo en un objeto que no es fuente de luz en sí mismo.		

6. Light Space Modulator a.k.a. Light Prop for an Electric Stage, 1930; Estructura de metal, plástico, cristal y madera con motor eléctrico (Escultura)



1º)

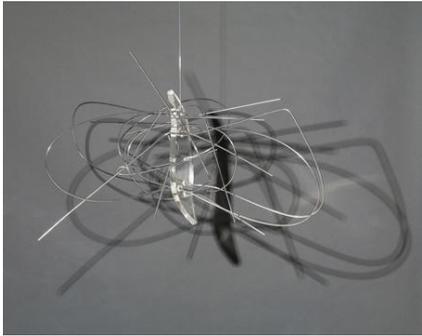
- (P): ¿Y esto?
- (A.1): ¡Un ventilador!
- (P): Pero vamos a fijarnos, más que en el objeto...
- (A.2): ¡Veó sombras!
- (P): ¿El qué vemos?
- (A.2): ¡Una sombra!
- (P): ¿Una o dos?
- (A.1): ¡Dos!
- (P): ¡Dos sombras! ¿Pero cómo puede haber dos sombras si sólo hay un objeto?
- (A.3): Porque el sol le da allí en frente y de lado.
- (P): Si pongo aquí una luz... (señalo un lateral del objeto en cuestión) ¿Dónde sale la sombra?
- (A.1): ¡Ahí! (señala correctamente)
- (P): ¿Y para que salga esa? (señalo la otra sombra de la imagen).
- (A.2): Tienes que poner dos luces.
- (A.3): Una a cada lado.
- (P): Pero, sin embargo, (...) ¿Es la misma sombra, es igual?
- (A.2): ¡No!
- (P): Entonces, ¿Qué pasa?
- (A.1): Porque se está poniendo de lado.
- (P): Se pone de un lado, sí; ¿Pero se ha movido el objeto, o qué se ha movido?
- (A.2): Es porque las luces están en otro sitio.
- (P): ¡Muy bien! Entonces tenemos una luz aquí (señalo un lateral de la imagen), y la sombra de este objeto, que es de

5º)

- (P): A ver aquí...
- (A.1): Veo una jaula.
- (A.2): Un matamoscas.
- (A.1): Hay dos...
- (A.3): Una probeta.
- (A.4): Una raqueta.
- (A.5): ¡Una bomba!
- (A.1): ¡...las sombras!
- (P): Se ha dicho una cosa muy importante... ¿Qué volvemos a ver?
- (A.1): ¡Dos sombras!
- (P): Parecido a lo que hemos dicho antes... Tenemos una luz que viene desde la derecha y otra desde la izquierda. Tenemos sombra en un lado, y sombra en el otro. Tenemos dos tipos de sombras.
- (A.1): Diferentes ángulos...
- (P): Muy bien, como hemos dicho antes, desde un sitio... Desde el sitio de Paula, que se veía una cosa y desde el tuyo otra. Con las sombras se ve una cosa diferente... o sea, es el mismo objeto, el mismo "matamoscas", la misma "bomba", que habéis dicho por ahí... pero se ven cosas diferentes, ¿No? ¿Es el mismo objeto?
- (A.3): ¡No!
- (P): ¿Cómo que no?
- (A.1): ¡SI!
- (P): Si, pero desde aquí se ve una cosa, y desde aquí, otra.
- (A.1): Pero son las mismas cosas, pero en distinto modo.

	<p>una forma... pero si cambio el foco al otro lado, sale otra diferente, aunque sea el mismo objeto.</p> <ul style="list-style-type: none">- (A.4): Pero si son diferentes... ¿Cómo va a ser el mismo objeto?- Date cuenta, porque el objeto es el mismo, ¿Verdad? El objeto no ha cambiado. Pero tengo una luz que viene desde un lado, ¿Ves que está iluminado? Y crea una sombra; pero desde el otro lado... (pregunto al niño que anteriormente lo ha respondido bien dónde podemos poner el foco para explicarle al compañero su duda) el foco aquí, muy bien; ¡Entonces la sombra es diferente! Mira desde aquí sale un círculo del objeto, y desde aquí aparece un cuadrado; ¿Te has dado cuenta de que es diferente? ¡Piensa en ello!	
<ul style="list-style-type: none">- Reflexión (P): En un inicio, tanto en 1º como en 5º, ver un artilugio tan estrambótico les incita a comentar solamente aspectos sobre él, pero en seguida advierten que existen dos sombras de un mismo objeto. Es un tema que requiere atención, mucha mayor en los más pequeños, ya que hasta el final no logran entender cómo puede suceder esto. Aparece la idea de las sombras disociadas del objeto.		

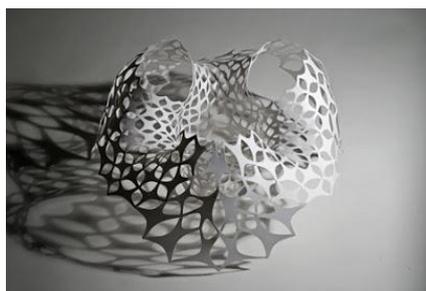
7. Dual Form with Chromium Rods, 1946; Plexiglás latón cromado (Escultura)

	<p>1º)</p> <ul style="list-style-type: none"> - (P): Anda... ¿Y aquí? - (A.1): Parece un saltamontes. - (P): Volvámonos a fijarnos detrás chicos, ¿Qué hemos visto antes que era diferente? - (A.2): Que hay otra sombra. - (P): Hay otra sombra, ¿Verdad? ¿Pero es tan oscura como antes, o es de otro color? ¿Qué le pasa a la sombra? - (A.3): Que se está moviendo, entonces ella (refiriéndose a la sombra) también se mueve. - (P): Si se mueve, se mueve su sombra, ¿Verdad? (lo ejemplifico con mi mano y la luz del proyector). ¿Pero habéis visto la sombra que hace mi mano? Es oscura, ¿Verdad? Es negra... y esta... (apuntando a la imagen) ¿Es negra del todo? - (A.1): ¡No! es gris. - (P): Es más clarita. ¿Qué pasará, por qué es más clarita? - (A.2): Porque es cristal - (P): ¡Es cristal! Entonces la luz... ¿Pasa o no pasa? - (A.1): No, del todo no, refleja. - (P): ¡Refleja, muy bien! - (A.4): Rebota la luz. 	<p>5º)</p> <ul style="list-style-type: none"> - (P): A ver el siguiente, chicos... - (A.1): Un mosquito. - (A.2): ¡Un insecto hecho de metal! - (P): Vamos a fijarnos en lo que ocurre detrás del "bicho"... - (A.1): ¡La sombra! - (P): ¿Pero es sombra, sombra o...? - (A.3): Se ve como más grande la sombra... - (P): Porque está... - (A.2): El foco más adelante. - (P): La posición del foco, ¿Verdad? Y se ve todo oscuro como en el de antes que era negra la sombra... ¿O hay algo...? - (A.3): Es suave. - (P): ... no termina de ser sombra total, ¿Verdad? No es como cuando hago sombra... (gestos en la pizarra aprovechando la luz del proyector para ilustrar la explicación) , ¿Verdad? No se ve sombra, sombra... se ve un poquito... - (A.4): Más clara. - (P): ¡Clara! - (A.5): Está muy lejos el foco me parece a mí. - (P): O bueno... el objeto cambia; lo que hemos dicho antes... cambia depende de donde lo ponga, qué ponga y como lo ponga. - (A.2): ¡Igual hay dos focos! - (P): O dos focos... ¡Puede ser! Fenomenal.
---	---	--

- Reflexión (P):

Esta imagen nos es muy útil para cerciorarnos de que han comprendido conceptos como reflejos, materiales opacos y transparentes (pasa o no pasa la luz por ellos), e incluso con los más mayores se empieza a hablar de la posición de la fuente lumínica, que hace que la sombra del objeto que alumbraba varíe también.

8. Light Space Modulator a.k.a. Light Prop for an Electric Stage (Parte de la escultura), 1930 (Escultura)



1º)

- (P): Aquí, ¿Qué le pasa también a la luz?
- (A.1): ¡Sombra!
- (P): ¿Y qué le pasa? ¿Es oscura o es también más clarita?
- (A.2): ¡Es como una rana!
- (A.3): Parece también como una pelota rota...
- (P): ¡Vamos a mirar! ¿Es oscura, o hay zonas un poquito más...?
- (A.4): ¡Blancas!
- (P): Más claritas, ¿Puede ser? Entonces, ¿Por qué es más clarita?
- (A.2): Porque la luz está a su derecha
- (P): ¡Sí, fenomenal! ¿Por qué creéis que es más clarita? A ver... ¿Por qué esta sombra es más clarita que esta?
- (A.1): Porque la luz está un poquito más lejos.
- (P): Entonces no le llega tan fuerte, ¿Verdad? ¡Fenomenal!
- (A.2): ¡Y en la otra está cerca!
- (P): Está más cerca, entonces la sombra es más... oscura, ¿No? Está más cerca de la luz; si yo me pusiera más lejos de la luz sería diferente (refiriéndome a la sombra que creo otra vez

5º)

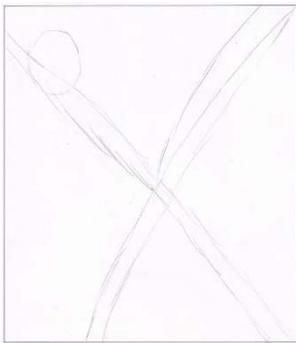
- (P): A ver, ¿Qué pasa aquí?
- (A.1): ... es como un...
- (P): Algo parecido, ¿No? El objeto... pues no sé qué es, la verdad...
- (A.2): ¿Son unos pendientes...?
- (A.3): ¡Eso es la estatua del parque del agua!
- (P): ¡Muy bien visto! (Dicen un montón de cosas que a ellos les sugiere). Puede ser una red, sí. Pero... ¿Qué le vuelve a pasar?
- (A.3): Parece un jarrón cuando la luz le da desde la derecha.
- (P): Entonces, ¿Qué pasa en el suelo?
- (A.2): Que está más...
- (P): Desenfocado, ¿Verdad? No es una sombra, como hemos dicho antes (repito gestos haciendo sombra limpia en la pizarra) que no es clara, no es oscura del todo, ¿No? ¡Muy bien chicos!

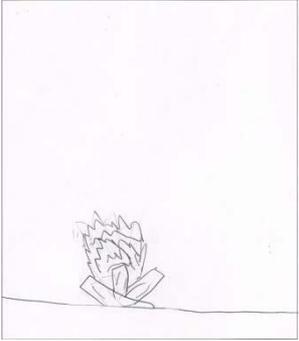
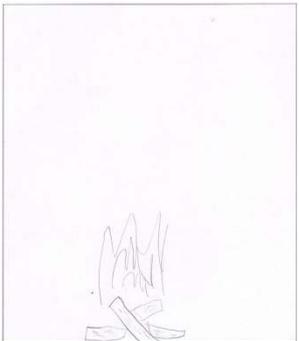
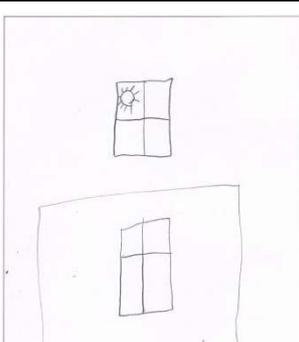
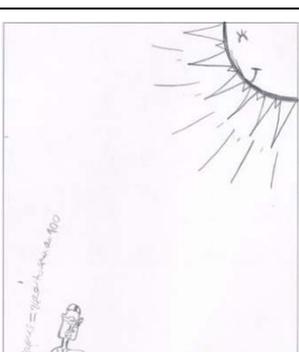
	<p>con mi mano en el proyector). Entonces lo que cambia es la...</p> <ul style="list-style-type: none">- (A.1): ¡Luz!- (P): La luz, que hará una sombra... ¡Muy bien chicos!- (A.3): ¡Yo también sé una Dani!- (P): ¿El qué?- (A.3): Porque el objeto es más blanco.- (P): ¿El objeto entonces brilla más? ¿Y qué le pasa al objeto cuando es más blanco? Que la luz...- (A.3): Le llega más clarita.- (P): ¡Muy bien!	
<ul style="list-style-type: none">- Reflexión (P): Con esta fotografía nos damos cuenta de que han comprendido el comportamiento de la luz sobre los objetos y sobre la sombra que la unión de éstos crea. Podemos concluir la introducción y pasar a la parte de Trabajo Práctico sin temor a que (al menos de forma general) quede algo por entender.		

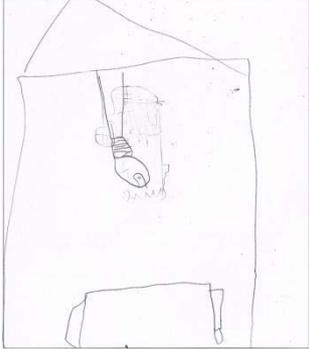
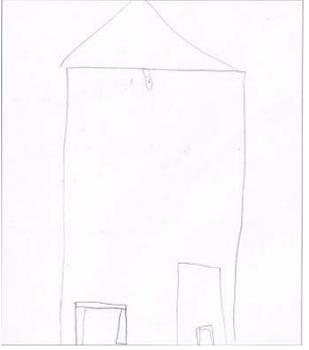
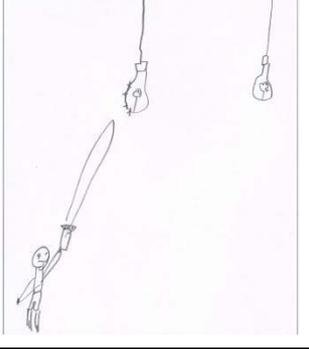
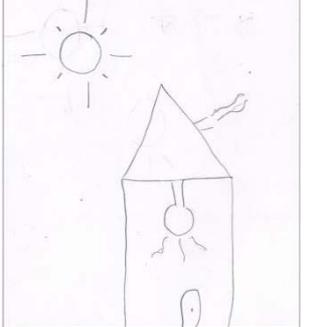
Producciones ideas previas 1º Primaria

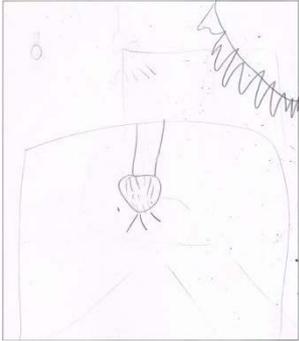
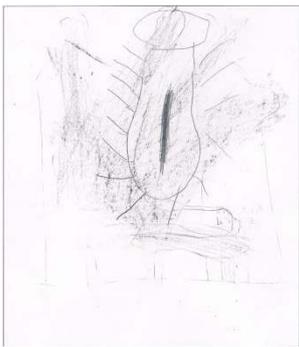
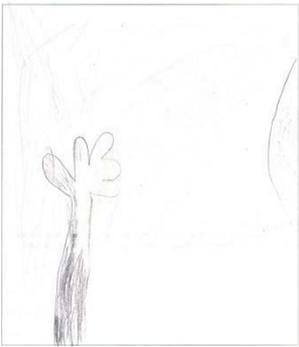
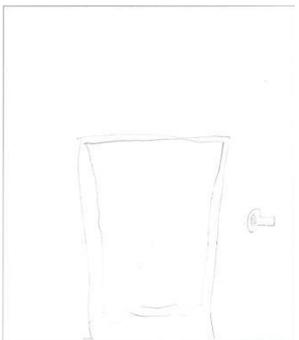
La clasificación de las producciones del grupo de 1º se realiza según aparezcan los siguientes elementos:

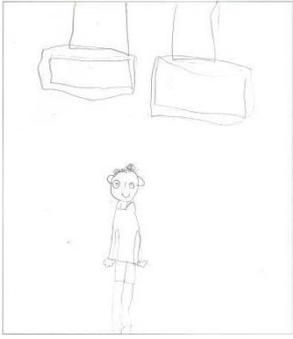
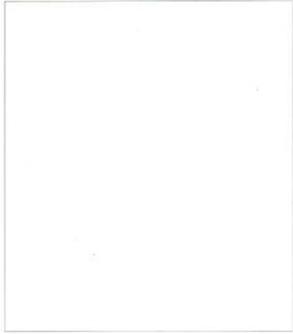
- 1) Reproducción de obras de Moholy-Nagy
- 2) Luz como fuente de energía lumínica (Divida en 3 subconjuntos):
 - 2.1) Luz natural
 - 2.2) Luz artificial
 - 2.3) Mixta
- 3) Luz y Sombras
- 4) Tecnología y Luz
- 5) NS/NC

Dibujos	Categoría	Explicación
	1	<p>Observamos 3 producciones que se corresponden con imágenes de la obra de Moholy-Nagy, vistas anteriormente en la introducción de la sesión. Curiosamente las 3 son sobre el mismo trabajo (la imagen número 2, A 19, 1927; Óleo y grafito sobre lienzo).</p> <p>Aparece tanto la imagen a color como la de blanco y negro, pero en todas predomina por encima de las líneas el círculo que parece recordarnos un foco de luz.</p>
	1	
	1	

	<p>2.1</p>	<p>Son un total de 5 dibujos los que tratan sobre fuentes de luz naturales. Y sorprende ver como dos de ellas (esta y la siguiente imagen) son una fogata, relacionando el fuego ya no sólo como energía calórica, si no como también energía lumínica. Pero más sorprende cuando en ningún instante se ha hablado del fuego como tal.</p>
	<p>2.1</p>	
	<p>2.1</p>	<p>Las otras 3 imágenes es el Sol el que actúa como fuente luminosa (como podríamos prever, llegado el caso).</p>
	<p>2.1</p>	<p>Este dibujo tiene una peculiaridad, aparecen dos vistas; la habitación desde fuera, donde se ve una ventana, y la otra, en la que se ve el Sol como si estuviéramos ya dentro de la sala. Habla muy bien de la red de conocimientos construidos tras la charla introductoria, en la cual hablamos de que al variar la posición en la que estemos, hacía cambiar lo que vemos.</p>
	<p>2.1</p>	<p>Es curioso advertir cómo se personifica al Sol en este dibujo, apareciendo una cara sonriente en la estrella. Nos dicen con este dibujo, que ven al Sol como algo bueno, algo que nos ilumina (al personaje dibujado debajo de él, en este caso) y resulta amable para los alumnos y alumnas.</p>

	<p>2.2</p>	<p>Disponemos de 3 producciones sobre luz de origen artificial. En todos ellos aparecen bombillas de filamento, imagen clásica en cuentos pero que difícilmente han podido ver en la realidad. Y en 2 de ellos alumbran una casa, que aparece de manera evidente.</p>
	<p>2.2</p>	
	<p>2.2</p>	<p>En este dibujo, también referente a la luz artificial, aparecen una vez más las bombillas de filamento, como en los anteriores. Pero aquí no se especifica qué espacio iluminan dichas bombillas. Otro elemento diferente es la presencia de un personaje, que parece iluminar con una linterna (otra fuente de luz artificial) a las bombillas (no está claro el porqué).</p>
	<p>2.3</p>	<p>En 2 ocasiones aparecen ambos tipos de luz, el Sol como natural y una bobilla (que no se ve en esta ocasión que sea de filamento) como artificial. En uno es una casa lo que ilumina el interior, mientras que en el otro es tan sólo un lugar cerrado. El exterior de ambos espacios es alumbrado por nuestra estrella.</p>

	<p>2.3</p>	
	<p>3</p>	<p>Esta categoría se corresponde con lo que quizás más nos interesaba observar, luces y sombras. En los dos siguientes dibujos se ve como una fuente de luz (artificial en el primero con otra bombilla de filamento, y otra no muy bien especificada en el segundo), crea sombras. Pero en este caso, no vemos que tenga muy claro qué alumbra y qué crea sombra ya que es la propia bombilla la que tiene sombras. Otra opción puede ser que sea el propio objeto el que haga sombra y la fuente lumínica no se especifique.</p>
	<p>3</p>	<p>Este dibujo es el claro ejemplo de la experiencia de luz y sombras. Una fuente de luz alumbra lo que parece una mano, o quizás un árbol, y en la zona opuesta a la que es iluminada se ve sombreada (bien es cierto que no aparece la sombra arrojada, ni en el suelo ni en la pared).</p>
	<p>4</p>	<p>En esta categoría incluimos elementos que tienen que ver con aparatos tecnológicos, relacionando luz con electricidad. Este dibujo en particular parece ser el aparato que Moholy-Nagy usó para crear sus sombras (lo podríamos haber introducido también en la categoría 1).</p>
	<p>4</p>	<p>Estas 2 producciones son muy similares. Parecen las pizarras electrónicas donde hemos impartido la introducción de la sesión (el personaje dibujado en uno de los dibujos puede que sea yo mismo dando las explicaciones pertinentes). Hay un elemento que se asemeja a un mando a distancia con el que hemos encendido dichas pizarras.</p>

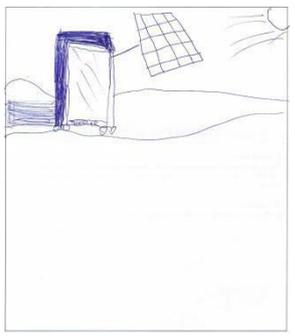
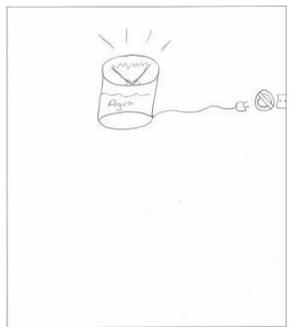
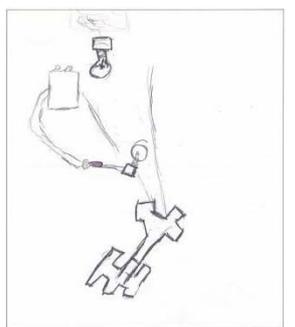
	4	
	5	NS/NC: 3 producciones están vacías, no sabían, qué poner, o quizás cómo ponerlo.

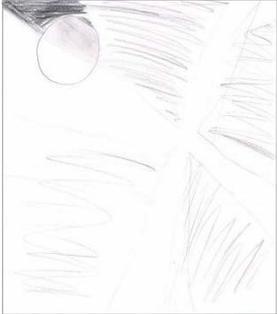
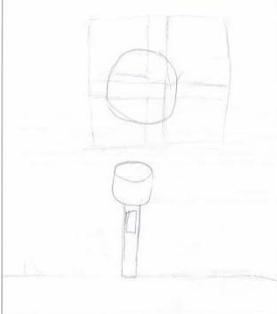
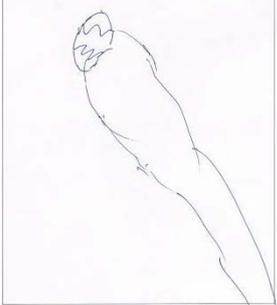
Producciones ideas previas 5º Primaria

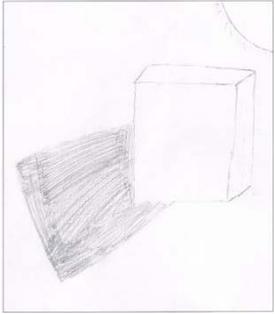
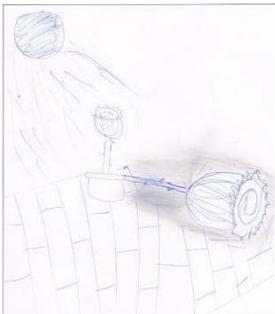
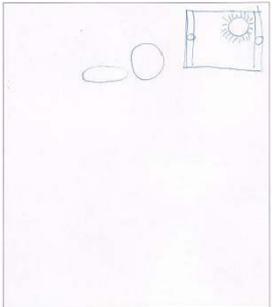
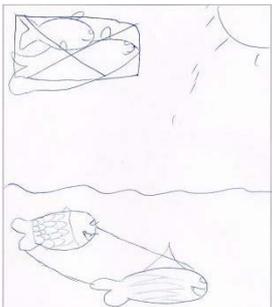
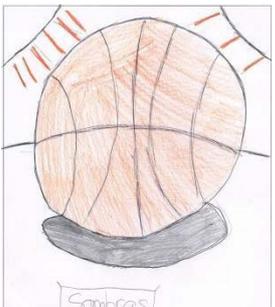
Como era de esperar, las producciones de los alumnos y alumnas de 5º son más elaboradas y realizar una taxonomía de ellas es más sofisticada, ya que dentro de una categoría aparecen muchos matices que modifican la idea principal.

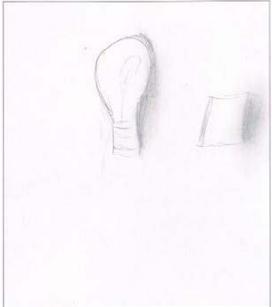
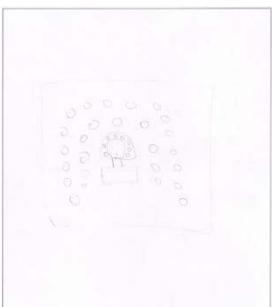
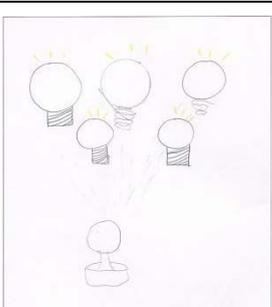
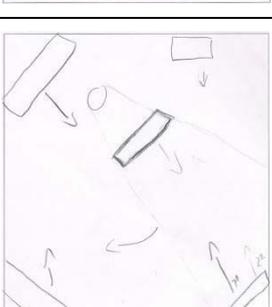
Las categorías son las siguientes:

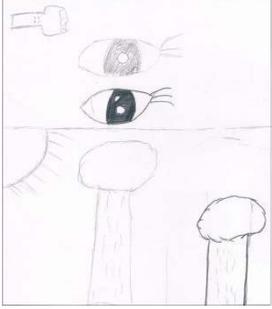
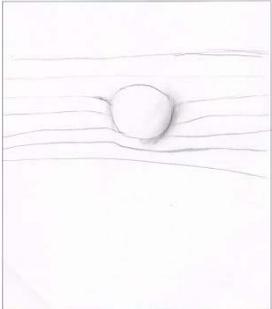
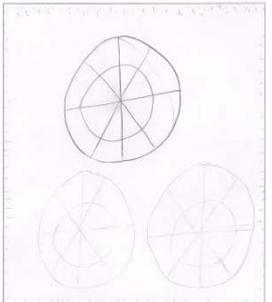
- 1) Tecnología
- 2) Reproducción de obras Moholy-Nagy
- 3) Objetos aleatorios
- 4) Luz y sombras
 - 4.1) Fuente de luz natural
 - 4.2) F. luz artificial
 - 4.3) F. luz mixta
 - 4.4) No se especifica tipo de fuente

Dibujos	Categoría	Explicación
	1.1	<p>Estas 4 siguientes producciones de la categoría 1 relacionan la luz con energía, y esta a su vez, con tecnología.</p> <p>Esta primera imagen nos muestra claramente el Sol como fuente de energía luminosa, que gracias a un panel conectado a un aparato (una televisión solar) hace que funcione.</p>
	1.2	<p>En este caso se relaciona "luz" como electricidad. Un cable que va a conectarse a la "luz" (vox populi), refiriéndonos así al enchufe y a la red eléctrica, hace que una especie de bombilla se ilumine en lo que parece un recipiente con agua (dicho sea de paso, que una señal de prohibido nos advierte de que pueda ser peligroso unir electricidad y agua).</p>
	1.3	<p>Este dibujo nos muestra un circuito eléctrico; una vez más relacionando "luz" como electricidad. Dicho circuito al ponerse en funcionamiento enciende una bombilla y una especie de aparato, que no se termina de especificar qué es.</p>

	<p>1.4</p>	<p>La producción número 4 de esta categoría es videoconsola, relacionando luz con electrónica y tecnología una vez más. Pero sorprende ver que ahora no hay ningún cable que conecte la máquina con la “luz”, funciona con otro tipo de energía (pilas o batería), haciendo patente que para que la pantalla se ilumine, y veamos lo que en ella aparezca, necesitamos luz.</p>
	<p>2.1</p>	<p>En la categoría 2, volvemos a ver, sorpresivamente, las mismas obras de Moholy-Nagy que en 1º de primaria dibujaron (la imagen número 2, A 19, 1927; Óleo y grafito sobre lienzo), y ambas producciones de los más mayores, también coinciden.</p>
	<p>2.2</p>	<p>Esta segunda además nos muestra el cómo se crea la obra del artista húngaro, colocando una linterna justo en frente del círculo, añadiendo así el proceso de creación previo con una fuente de luz artificial.</p>
	<p>3.1</p>	<p>El conjunto 3 contiene dos objetos que no sabemos muy bien qué relación pueden tener con la luz. No aparecen sombras, ni se especifica nada en concreto. Bien es cierto que el primero pueda llegar a parecer una bombilla (aunque tenga más forma de pez), colgada en la pared. Y el segundo tiene forma de huevo roto, que desprende una especie de estela, y sea algo luminoso (o tenga intención de serlo). Pero todo esto son conjeturas e imaginación, no hay nada realmente especificado.</p>
	<p>3.2</p>	

	<p>4.1.1</p>	<p>Llegamos a la categoría 4, donde encontramos unas producciones de lo más interesante para nuestros intereses (objeto de estudio). Tratan sobre la luz, y las sombras que se producen, y lo hacen de diferentes formas y maneras. Hemos subcategorizado de misma forma que hicimos con las de 1º, según sea la fuente de luz. Comenzamos con la luz natural, en la que el Sol es protagonista en todos los dibujos. En este primero la sombra arrojada de un cubo se muestra a la perfección en el suelo.</p>
	<p>4.1.2</p>	<p>Al igual que sucede en el dibujo anterior, se muestra la sombra arrojada en el suelo, esta vez de una rosa a la luz del Sol. Resulta curioso del dibujo que la maceta donde está la flor plantada no genera sombra alguna, y que la sombra tiene también todo detalle en las hojas, en vez de ser oscura y sombreada.</p>
	<p>4.1.3</p>	<p>En el dibujo 3 observamos en esencia lo mismo que en los anteriores, pero tiene peculiaridades. La luz del Sol se ve tras lo que parece una ventana, que ilumina un cuerpo esférico. Éste arroja una sombra blanca en el suelo, la cual, al no estar sombreada, y dado que aparece alejada del objeto, da lugar a error y parece que sean dos objetos independientes, en vez de uno y su sombra.</p>
	<p>4.1.4</p>	<p>La producción 4 nos presenta por vez primera otros temas que tienen que ver con la luz, pero no tanto con las sombras. Además, el fenómeno se produce en un medio diferente al aire, lo hace en el agua. En vez de encontrarnos con la sombra de un pez, lo que nos encontramos es la imagen distorsionada de éste en el agua.</p>
	<p>4.2.1</p>	<p>Las siguientes obras tienen como fuente de luz origen artificial, pero siguen el mismo patrón que las anteriores. En este primero nos muestra dos focos de luz en diferentes posiciones, pero sin embargo, una sola sombra aparece del objeto (un balón de baloncesto).</p>

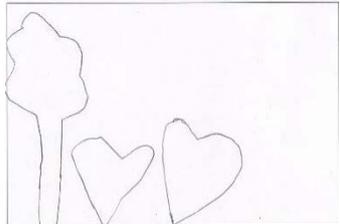
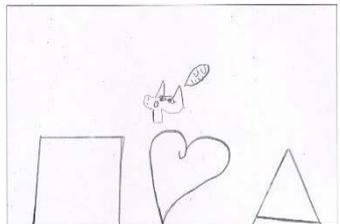
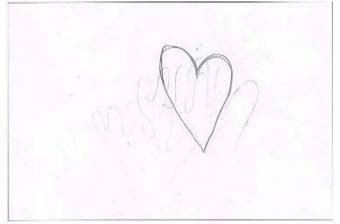
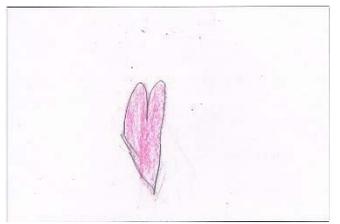
	<p>4.2.2</p>	<p>Este dibujo hace que reflexionemos si la bombilla está encendida y por tanto existe un error, ya que la propia bombilla no puede dar luz y tener sombra a la vez. O por el contrario, no se especifica la fuente de luz y tanto la bombilla como el otro objeto cuadrado producen la sombra de forma adecuada.</p>
	<p>4.2.3</p>	<p>En este dibujo se explica lo que ocurre cuando colocamos un objeto con agujeros encima de una bombilla encendida. Nos muestra la cantidad de círculos de luz que se producen en una situación en la que la sombra es lo que predomina, y no al revés.</p>
	<p>4.2.4</p>	<p>Varias bombillas iluminan un solo objeto, no se especifica lo que ocurrirá con su sombra.</p>
	<p>4.2.5</p>	<p>Similar al anterior dibujo. Pero aquí sí se muestra lo que le ocurre al objeto (un muñeco). De dos fuentes de luz (las cuales además no son las habituales, una es luz infrarroja y otra ultravioleta, que nos hace pensar en que quería abordar el tema del color de una forma curiosa) aparecen dos sombras perfectamente situadas.</p>
	<p>4.2.6</p>	<p>El dibujo 6 de esta categoría es algo difuso. Nos muestra lo que parece un foco circular, que arroja luz a un objeto rectangular. Pero por lo que nos enseñan las flechas del dibujo, la sombra que aparece de esta "rebota" hacia otro lugar del espacio, y así 3 veces más. Nos hace plantearnos si nos está hablando del reflejo de un juego de espejos de la primera sombra, pero no se ve especificado tal elemento en ningún momento.</p>

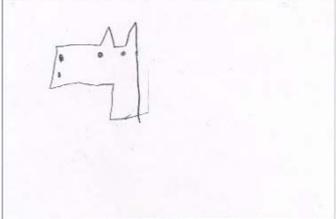
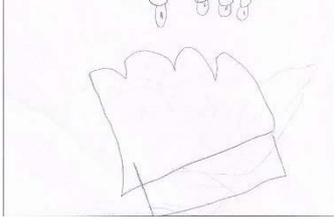
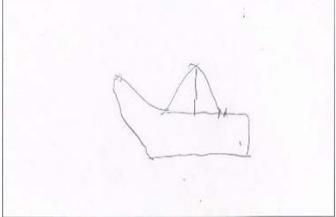
	<p>4.3</p>	<p>En esta subcategoría nos encontramos con un solo dibujo. Apareciendo luz artificial en la parte superior de la producción en forma de linterna, donde dos ojos observan, desde diferentes posiciones lo que en la parte inferior sucede; un Sol ilumina un árbol que proyecta lo que parece su sombra de forma vertical y además ésta guarda todo detalle, lo que nos hace plantearnos si es entonces su sombra, o por el contrario se trata de otro árbol.</p>
	<p>4.4.1</p>	<p>En el último subgrupo de dibujos no aparece ningún tipo de luz, pero sí la sombra que unos objetos proyectan sobre el espacio en el que están. En este primero sobre una superficie aparece la sombra a la derecha de la esfera, lo que nos indica que la fuente de luz está a la izquierda.</p>
	<p>4.4.2</p>	<p>Y terminamos con este objeto, que parece una red en forma circular, que por las dos sombras que aparecen, debe tener dos focos diferentes tras ella.</p>

Fase 2 o de las experiencias

Sobre la fase 2 disponemos tan sólo de las producciones que las alumnas y alumnos de primero nos realizaron en la actividad del teatro de sombras. No son muchos los dibujos que disponemos, ya que prefirieron, de forma general, manipular e investigar con la luz y las sombras, en vez de plasmar sus creaciones en la ficha (no especificamos que fuera obligatorio, hacerlo y sí opcional). En la clase de 5º, como ya comentamos, quisimos darle más importancia a la manipulación e investigación de los alumnos de forma autónoma, siendo que no disponíamos de mucho tiempo para la actividad en sí, que a la recogida de unos datos no del todo relevantes para nuestra investigación.

Hemos agrupado las producciones por formas conocidas (corazones, formas geométricas estandarizadas e incluso animales), por formas aleatorias y por imágenes sin uso del material:

	<p>Tenemos en este primer conjunto de creaciones, con las que jugaron y trabajaron en el teatro de sombras, imágenes estandarizadas, imágenes con formas conocidas, más o menos elaboradas, pero en todas podemos (sin tener que usar en exceso la imaginación) decir de qué se trata.</p>
	
	
	

	
	<p>Este grupo de imágenes son más creativas; no podemos a ciencia cierta decir qué es lo que los alumnos tratan de plasmar aquí.</p>
	
	
	
	<p>Las dos últimas producciones vemos que no son recortes, se trata de imágenes que han producido, una con su propia mano en el fondo de la caja que disponían a modo de teatrillo, y otra el círculo de luz que la linterna hacía aparecer allí.</p>

Fase 3 o del objeto-producto

Sobre la fase 3 disponemos de grabaciones y fotografías que ilustran perfectamente lo que venimos diciendo a lo largo del documento. Como ya hemos comentado, en esta experiencia damos total protagonismo a nuestro objeto-producto final; está presente de forma teórica durante toda nuestra intervención, ya que trabajamos para que llegado a este punto los aspectos conceptuales y procedimentales para/con él sean conocidos y el esfuerzo de nuestros niños y niñas se centre en investigar y jugar con él.

A continuación se recogen los documentos gráficos de los momentos clave de las sesiones, que ilustran cómo se procedió durante la fase 3 del proyecto:

5º de Primaria	
	Montamos la estructura de nuestro objeto en mitad de la clase, a vista de todos y todas. Mientras, por grupos, iban escogiendo un material y lo colocaban en el lugar que ellos querían.
	Procedimos así hasta que el tubo hueco estuvo repleto de objetos. Los docentes ayudamos en la elección y colocación, aconsejando dónde y cómo les interesaría ponerlo para que, a posteriori, viéramos mejor las sombras que éste proyectaría.
	Una vez terminado, con ayuda de un foco iluminamos el objeto creando sombras. Cada grupo proyectó su imagen, viendo en la pared, suelo e incluso techo, las sombras que cada equipo iba creando.

	<p>Finalizamos la actividad fotografiando a los niños y niñas junto a su creación, conjuntamente a su sombra proyectada en la pared.</p>
--	--

1º de Primaria



Elegimos los objetos que iban a “vestir” nuestro tubo. Por grupos de 4 niños y niñas salían a escoger un material que colocarían en nuestro objeto-producto “decorándolo” poco a poco, aprovechando todos los huecos que disponían.



Una vez elegidos, los colocamos en nuestro cilindro hueco, hasta que estuvo repleto de materiales. Tenían total libertad para tocar, ver y elegir qué y dónde lo ponían, convirtiéndose la experiencia en un verdadero juego en el que tenían autonomía absoluta.



Apagamos las luces y cedimos la fuente de luz a los niños y niñas de la clase, para que investigaran con las sombras que éste proyectaba en las superficies del aula. Salieron de uno en uno, jugando hasta que descubrieron la sombra que más les gustaba. Una vez descubierta, pasaron la luz al siguiente compañero, o compañera.



No sólo interactuaba el poseedor de la luz, las sombras proyectadas fueron un pretexto fantástico para que ese ambiente lúdico continuara. Esta experiencia se convirtió en un juego para los niños y niñas que miraban expectantes lo que iba sucediendo a su alrededor, tratando de ver qué es lo que se creaba ante sus ojos o imaginando qué podía asemejarse a esa imagen que aparecía.

3. Conclusiones y resultados de la intervención

Los resultados y conclusiones de esta intervención pueden ser divididos en 2 partes. Una que habla sobre el proceso seguido, desde el diseño preliminar y el relato subyacente de éste durante el desarrollo de las sesiones; y otra, sobre el material que nuestros niños y niñas producen a lo largo de las fases de nuestro proyecto. Tenemos en cuenta que dicha intervención didáctica se lleva a cabo en dos períodos extremos de la etapa de Educación Primaria, uno hacia los más pequeños de 1º, y otro hacia casi los más mayores, a los niños y niñas de 5º. Esto nos permite realizar una comparación de producciones y procedimientos de nuestro alumnado, así como de nuestro propio proceder en una y otra clase. Permite hacer una reflexión sobre los elementos clave a utilizar en adaptaciones a realizar en escenarios didácticos tan complejos como es el de los TP y con proyectos STEAM. Factores clave como la adecuación del escenario, la gestión del tiempo (ver Anexo), el relato utilizado y el papel de los objetos y recursos didácticos. Esto facilita la observación *in situ* en el aula. Se constata dentro del ciclo planificación y acción el papel clave de la fase de la reflexión y sus implicaciones en el hacer cotidiano en la escuela.

Además, se concluye que el modelo de aprendizaje experiencial utilizado también aporta herramientas al maestro sobre los propios aprendizajes experienciales, constituyendo un bagaje esencial en el futuro desarrollo profesional del maestro.

En cuanto a los resultados relacionados con los aprendizajes y el desarrollo de la actividad conviene destacar:

- Sobre la fase 1 y las ideas previas:
 - Se constata que coincide con la literatura didáctica consultada. En ese sentido se comprueba la utilidad que puede tener para un maestro el uso de este tipo de fuentes.
 - Comprobar el papel de las ideas previas y modelos alternativos también en este tipo de escenarios tan complejos. Aprender y adaptar nuestros procedimientos y metodologías a esto, leyendo y escuchando qué y cómo actúan nuestros niños y niñas es algo que debemos llevar a cabo siempre como maestros, y en escenarios didácticos de este tipo, TP y proyectos STEAM no es una excepción.

- Sobre la fase 2 y experiencias:
 - Las experiencias adquieren un papel protagonista; observamos cómo, a pesar de que todavía no hemos llegado a la tercera fase, el objeto-producto final ya tiene una gran importancia. No lo tenemos físicamente ante nuestros ojos, pero sí de forma teórica. Argumenta y da sentido a los experimentos, hace que no se trate de ejercicios estancos e inconexos, y gracias a él esta fase es provista de un hilo conductor que relaciona toda la acción, de comienzo a fin.
 - Referenciar dicho objeto tiene un sentido también finalista, e incluso lúdico, que ayuda a los niños y niñas a adquirir autonomía investigando y aprendiendo. Se comprueba que es un buen escenario para que se produzcan situaciones de aprendizaje colaborativo productivas.

- Sobre la fase 3 y el objeto-producto:
 - De la comparación de lo ocurrido durante estas fases en ambos grupos se concluye que para que la experiencia sea *realmente productiva* en el aprendizaje y enseñanza de las ciencias, el objeto-producto artístico, como objeto didáctico debe ocupar un lugar central en la actividad.

Así pues, se puede reconocer el éxito en cuanto a la consecución del objetivo marcado, el que ambos grupos trabajaran eficientemente la física de luz, en el sentido de que ésta, al encontrar un material en su trayectoria produce efectos cuando se proyecta sobre una superficie.

4. Conclusiones TFG

Con el desarrollo de este trabajo, he tenido la oportunidad de comprobar cómo la estrategia utilizada, mediante una propuesta globalizada que no pierde de vista un objetivo compartido, que además es perceptible y manipulable por un grupo clase, funciona de forma excepcional en la formación de conocimiento científico.

Esa unión de arte (en cuanto a la formación de una obra creativa final) y ciencia (trabajamos en un escenario didáctico de TP sobre la física de la luz, en este caso), nos permite afirmar, y en vista a los resultados obtenidos, que *funciona*. Trabajar por proyectos es una metodología acertada, que permite llevar a cabo una acción didáctica eficaz y transdisciplinar, uniendo áreas de conocimiento dispares en un comienzo, pero que con algo de esfuerzo pueden ir de la mano con relativa facilidad.

Desde el comienzo, cuando simplemente este proyecto era un cúmulo de ideas y pensamientos sobre qué y cómo podíamos trabajar la física de la luz en la etapa de Educación Primaria, ya constituía todo un reto para mí. El desconocimiento de muchas pautas sobre metodología, marco teórico y con la complicación añadida de incorporarme a un proyecto de investigación de las áreas didácticas correspondientes, ya en marcha han aumentado las dificultades previstas en el desarrollo de un TFG. Sin embargo, el superar las dificultades y terminarlo me ha aportado un conocimiento y unas herramientas didácticas inesperadas.

En este sentido, el hecho de tener que escribir y construir un relato desde mi propia mirada como maestro, es lo que ha hecho posible estos aprendizajes.

5. Bibliografía

- Abrahams, I. & Millar, R. (2008). *Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work. International Journal of Science Education*, 30, 1945-1969.
- de Echave, A. (2016). *El problema didáctico de la combustión. Metodologías combinadas entre trabajos prácticos y realidad mezclada en el caso de una vela encendida. Tesis Doctoral*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Greeno, J. G. & Engeström, Y. (2014). Learning in Activity, *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Ed. R. Keith Sawyer. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 128-148.
- Guesne, E. (1999). La luz. En Driver, R.; Guesne, E. y Tiberghien, A. (Coord.) *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia* (31-61). Madrid: Morata.
- Impedovo, M.A., Delsérieys, A., Jegou, C., Kampeza, M. & Ravanis, K. (2017). Didattica della fisica nella scuola dell'infanzia: la comprensione della formazione delle ombre con il modelo precursore. *RICERCAZIONE*, 9(1), 15-27.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias* 12 (3), 299-313.
- Jiménez Aleixandre, M.P. (2000). Modelos didácticos. En Perales, F.J. y Cañal, P (Coord.) *Didáctica de las ciencias: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (165- 186). Madrid: Marfil.
- Kolb, D.A. (2015). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. New Jersey: Pearson Education.
- Latorre, A. (2003). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Graó.
- Perrenoud, P. (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar: profesionalización y razón pedagógica*. Barcelona: Graó.
- Tytler, R. & Peterson, S. (2004). From "try it and see" to strategic exploration: Characterizing Young children's scientific reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(1), 94-118.

Web artística consultada

<https://moholy-nagy.org/>

Anexo

Transcripciones de las entrevistas con las maestras

Clase de 5º:

1- ¿Cómo te viste como maestra a la hora de la realización de la actividad?

Tanto a mi como a la clase nos pareció un proyecto muy atractivo, se hicieron experimentos muy chulos para ellos; yo me sentí muy a gusto con la forma en que se llevó a cabo la clase.

2- ¿Llevarías a cabo en futuras ocasiones alguna propuesta similar a esta?

Yo creo que sí, porque, por ejemplo, la parte de los frascos, lo de la leche y el agua con el láser para ver la trayectoria de la luz, es algo sencillo de hacer y para ellos muy significativo. Y el otro que también me gustó mucho fue el del objeto final, por su carácter interdisciplinar con “Art” y Educación Física, similar a un teatro de sombras.

3- ¿Cambiarías algo de nuestra propuesta?

Creo que la organización fue muy buena. Todo el material estaba preparado ya para llegar y entregar a los alumnos. Los experimentos se ajustaban tanto a las características de los chicos, como a lo que se pretendía hacer. Lo único que vi, es que deberíamos haber hecho, o menos experimentos o más tiempo para llevarlos a cabo, con una tercera sesión, por ejemplo.

4- ¿Crees que ha aportado algo al grupo este concepto de unir ciencia y arte?

La visión de unión en proyectos y no como cosas aisladas ha sido muy beneficiosa, hemos visto que pueden ir de la mano.

5- ¿Te ha llamado la atención alguna respuesta que haya podido realizar el grupo-clase?

Estaban todos muy emocionados y expectantes al comienzo, con todo ese material y con la sesión novedosa. Y me sorprende, cuando dijiste que eras un científico vestido con tu bata, que había muchos alumnos que querían ser científicos, como Marcus o Carlos, que estaban emocionadísimos, participando y buscando algo más de lo que se estaba haciendo. O Bárbara, que no tenía una gran motivación al principio, y estaba descentrada; en seguida se adaptó a la actividad, y se mostró participativa, queriendo ser científica; terminó muy motivada.

6- Reflexión personal general de la propuesta.

Salió muy bien la actividad. Un poco lo que ya hemos dicho, lograste enganchar a todos, incluso a los que su predisposición es más reducida de normal. Y eso, nos faltó ese poquito de tiempo para ver todo en profundidad.

Clase de 1º

1- ¿Cómo te viste como maestra a la hora de la realización de la actividad?

Me sentí muy cómoda, porque controlaste muy bien la clase, tanto a nivel emocional, como de objetivos y contenidos. Fui una alumna más, y realmente me sentí muy a gusto, disfruté mucho de la actividad, desde la presentación del artista, hasta el juego final con el objeto.

2- ¿Llevarías a cabo en futuras ocasiones alguna propuesta similar a esta?

Sí, porque tanto el tema como la presentación del taller resultó perfecta para la edad y características de los niños y niñas. Trabajamos de una forma similar durante el curso,

guardando las distancias, ya que no todos los días podemos llevar a cabo experimentos de este calibre, lo que ha hecho que hayan estado en ese equilibrio perfecto entre estar acostumbrados a una metodología de clase conocida, y motivados y emocionados por hacer algo diferente y divertido, y contigo.

3- ¿Cambiarías algo de nuestra propuesta?

Realmente no cambiaría nada. La propuesta fue perfecta de comienzo a fin. Quizá, por decir algo, aumentaría el tiempo del juego final; estaban pasándolo tan bien, e investigando con la luz de la linterna y las sombras que estaban creando que podrían haber estado toda la mañana con esa actividad.

4- ¿Crees que ha aportado algo al grupo este concepto de unir ciencia y arte?

Este tipo de actividades fomenta las competencias clave, por hablar en un marco teórico. Logran incentivar la creatividad e imaginación del grupo con actividades de carácter científico, que no es nada fácil. Desarrollamos competencias clave con juegos y experimentos interdisciplinarios. El trabajo por proyectos ayuda a que esto suceda.

5- ¿Te ha llamado la atención alguna respuesta que haya podido realizar el grupo-clase?

Los niños y niñas son capaces de entender y reflexionar de manera espontánea. Entendiendo conceptos que pueden resultar complicados de manera fácil y sencilla. Incluso los niños con unas necesidades educativas algo más importantes, y que su ritmo es más lento han terminado comprendiendo conceptos tan complejos como son los relacionados con la física, y además manejarlos con facilidad.

6- Reflexión personal general de la propuesta.

Sin duda la ilusión y las ganas que has puesto en ofrecer a los niños y niñas lo mejor de ti mismo, genera momentos especiales como los que se han creado en la clase. Agradecerte esa entrega y animarte a seguir con ello es lo único que me queda por decir.