



# **Trabajo Fin de Grado**

## **Magisterio en Educación Primaria**

Construyendo modelos científicos desde edades tempranas:  
Una propuesta para trabajar luces y sombras en un aula de 1º  
de primaria.

Constructing scientific models from an early age: A didactic proposal to teach light and shadows in a first grade classroom.

Autor:

David Maldonado Sicilia

Director:

Oscar Pueyo Anchuela

Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza.

2025

## Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Resumen</b>                                     | <b>3</b>  |
| <b>1. Introducción</b>                             | <b>5</b>  |
| <b>2. Marco teórico</b>                            | <b>6</b>  |
| <b>3. Metodología</b>                              | <b>12</b> |
| <b>4. Marco curricular</b>                         | <b>13</b> |
| 4.1 Elementos curriculares                         | 14        |
| 4.2 Contexto del alumnado                          | 16        |
| 4.3 Evaluación                                     | 17        |
| <b>5. Guión del profesor (Propuesta didáctica)</b> | <b>19</b> |
| Actividad previa                                   | 19        |
| Actividad 1  | 20        |
| Actividad 2  | 23        |
| Actividad 3  | 25        |
| Actividad 4  | 25        |
| Actividad posterior                                | 26        |
| <b>6. Análisis de la intervención</b>              | <b>28</b> |
| <b>7. Análisis general de los dibujos</b>          | <b>34</b> |
| 7.1 Pre-test                                       | 34        |
| 7.2 Post-test                                      | 36        |
| 7.3 Comparación de los resultados                  | 37        |
| <b>8. Discusión de los resultados</b>              | <b>39</b> |
| <b>9. Conclusiones y reflexiones</b>               | <b>50</b> |
| <b>Bibliografía</b>                                | <b>53</b> |
| <b>Anexos</b>                                      | <b>56</b> |
| Anexo I  | 56        |
| Anexo II   | 57        |
| Anexo III  | 60        |
| Anexo IV   | 117       |

## **Resumen**

Este trabajo aborda el diseño e implementación de una secuencia didáctica relacionada con la formación de las sombras en primer curso de primaria. La metodología didáctica se ha centrado en el aprendizaje experiencial, con interacción guiada y libre, mediada por el docente y se ha desarrollado desde un enfoque constructivista. El propósito ha sido diseñar, aplicar y evaluar una intervención educativa en un aula de primer curso de primaria que permita al alumnado construir modelos mentales más ajustados al conocimiento científico sobre la luz y las sombras. Para ello, se ha planteado una secuencia de actividades basada en la manipulación de materiales y la observación directa del fenómeno, siguiendo el ciclo de aprendizaje de Kolb (1984). La evaluación se realizó mediante un pre-test y un post-test en forma de dibujos, permitiendo identificar los cambios en los estudiantes y el efecto que ha tenido la actividad. Los resultados muestran una evolución positiva en la comprensión de conceptos como la orientación de la sombra, el color, la ausencia de detalles y su forma, aunque se observan ciertas dificultades en aspectos como el lugar o el tamaño de la proyección. El trabajo concluye con una reflexión sobre la importancia de trabajar estos conceptos desde edades tempranas para asentar modelos precursores que faciliten aprendizajes futuros más complejos.

**Palabras clave:** Luces, sombras, primaria, didáctica, modelos

## **Abstract**

This project focuses on the design and implementation of a didactic sequence related to shadow formation in a first-grade primary classroom. The teaching methodology was centered on experiential learning through both guided and free interaction, mediated by the teacher and developed from a constructivist learning perspective. The main goal was to design, apply, and evaluate an educational intervention that would enable students to construct mental models more aligned with scientific understanding of light and shadows. To achieve this, a series of hands-on activities and direct observation of the phenomenon was implemented, following Kolb's (1984) experiential learning cycle. Evaluation was carried out through a pre-test and post-test in the form of drawings, allowing the identification of changes in students' conceptions and the impact of the activity. The results show positive progress in the understanding of concepts such as shadow orientation, color, absence of detail, and shape, although some difficulties remain in aspects like the location and size of the projection. The study concludes with a reflection on the importance of addressing these concepts from an early age in order to establish precursor models that support more complex learning in later stages.

**Key words:** Lights, shadows, primary, didactic, models

## **1. Introducción**

En este trabajo se va a presentar la propuesta de una intervención didáctica, fundamentada en un marco teórico de aprendizaje experiencial y contextualizada en el currículum de Aragón, en un aula de primero de primaria, seguida del análisis de la intervención junto con una interpretación de los resultados y finalmente, una conclusión y reflexión del trabajo realizado.

Además, la idea inicial era realizar una actividad dirigida a cursos superiores (5.<sup>º</sup> o 6.<sup>º</sup> de Primaria), centrada en la construcción de un modelo Sol-Tierra-Luna para explicar fenómenos astronómicos como las fases lunares o los eclipses. Sin embargo, se encontró con una necesidad de adaptar la intervención a un curso inferior, concretamente primero de primaria, trabajando los fenómenos físicos relacionados con la luz y las sombras teniendo en cuenta que para llegar a explicaciones complejas relacionadas con el sistema Sol-Tierra-Luna es imprescindible construir previamente modelos más sencillos que construyan una base cercana al pensamiento científico.

El presente trabajo se sustenta en un enfoque constructivista, entendiendo que la enseñanza debe fomentar la construcción de significados a partir de la experiencia directa. En este caso, se ha diseñado una secuencia de actividades basadas en el modelo de aprendizaje experiencial de Kolb (1984), con el objetivo de avanzar en su comprensión de los conceptos seleccionados.

La intervención se ha estructurado en torno a seis conceptos clave que componen el "modelo de experto" sobre las sombras: su orientación respecto a la fuente de luz, su color y ausencia de detalles y su lugar, forma y tamaño con respecto a donde se proyecta. A través de una evaluación basada en dibujos previos y posteriores a la intervención, se ha permitido analizar la evolución de los modelos mentales del alumnado y comprobar el impacto de la intervención.

## **2. Marco teórico**

La enseñanza de las ciencias en primaria es una gran oportunidad para comenzar a plantear y dar respuesta a la realidad que nos rodea, y desarrollar aprendizajes a partir de enfoques y aproximaciones a los conceptos y fenómenos desde una perspectiva científica. Entre los muchos que pueden explorarse, especialmente en edades tempranas, se encuentran los relacionados con la luz, el comportamiento de los materiales ante ella y la formación de las sombras.

Diversos estudios han mostrado que el alumnado suele construir ideas y explicaciones a partir de su experiencia personal y, que en muchos casos, pueden generar ideas o modelos alternativos respecto al modelo científico (Ravanis et al., 2010; Guesne, 1985; Gallegos Cázares et al., 2009). Estos modelos que parten de la experiencia personal de la interacción con la realidad, representan el punto de partida para el trabajo en el aula, y sobre el que desarrollar, desde una perspectiva constructivista, las intervenciones didácticas. Estas intervenciones tienen como objetivo hacer surgir dichas ideas (previas o alternativas) y facilitar la construcción de un modelo precursor que sirva como base para comprender conceptos científicos más complejos en el futuro.

El presente trabajo parte de un “modelo de experto”, el cual se articula en tres conceptos básicos acerca de la luz y las sombras que podríamos dividir en seis, éstos son:

- La sombra como ausencia de luz. El objeto de estudio, cuando es opaco, no permite el paso de la luz, de manera que la ausencia de luz desde el foco genera la sombra. Esta ausencia de luz se materializa también a partir de la ausencia de color y de detalles dentro de la sombra.
- La orientación de la sombra respecto a la fuente de luz. La sombra se produce por no llegar luz a un punto concreto por encontrarse con un objeto opaco, de manera que la sombra se produce en el lado contrario de la localización de la fuente con respecto al objeto.
- La sombra representa la proyección de la forma del objeto y define tanto su posición, tamaño y la propia morfología de la sombra.

De este modo, el marco teórico que se expone ofrece una visión acerca de cómo los niños y niñas comprenden estos conceptos, qué dificultades suelen presentar y qué modelos o estrategias se van a utilizar para la intervención en un contexto de primer curso de primaria.

Lo primero a exponer es ese “modelo de experto” que se va a tener en cuenta, es decir, el modelo científico docente, sobre el que desarrollar el diseño y posterior implementación en aula, el cual recoge todos aquellos conceptos de las sombras explicados de manera rigurosa y sencilla con una base científica consultados en diferentes fuentes (Ravanis et al., 2010; Guesne, 1985; Gallegos Cázares et al., 2009; Piaget e Inhelder, 1967).

- **La orientación de la sombra respecto a la fuente de luz:** La sombra se forma en la dirección opuesta a la fuente de luz, ya que la luz viaja en línea recta hasta que se encuentra con un objeto, momento en el cual se genera una zona detrás de éste y que no recibe luz directa a la cual llamamos sombra.
- **La sombra como ausencia de luz desde la perspectiva del color:** Al no llegar luz a esta zona (sombra), no se aprecian colores en ella, por lo que en condiciones ideales, es decir, con una única fuente de luz, la sombra es negra (ausencia de color) o muy oscura.
- **La sombra como ausencia de luz en cuanto a los detalles del objeto:** Precisamente por tratarse de ausencia de luz y ausencia de color, la sombra no reproduce los detalles internos del objeto (colores, rasgos, patrones).
- **La sombra como una proyección en cuanto a la posición:** La sombra es el resultado de una proyección del objeto sobre una superficie, determinada por la orientación de la fuente de luz.
- **La sombra como proyección en cuanto al tamaño:** El tamaño de la sombra varía según la distancia entre el objeto, la fuente de luz y el plano donde se proyecta, dando lugar a que cuanto más cerca está el foco al objeto más grande es la sombra y cuanto más lejos está el objeto del foco, más pequeña es la sombra. De igual manera, si la fuente de luz incide más verticalmente (la luz está en una posición alta con respecto al objeto), la sombra será más pequeña, mientras que si la luz incide más horizontalmente (está más baja con respecto al objeto), la sombra será más alargada.
- **La sombra como una proyección en cuanto a la forma:** La forma de la sombra corresponde con el contorno del objeto.

Por continuar el orden expuesto anteriormente, los modelos previos que los estudiantes han podido generar por su experiencia, intuición e interacción frente al modelo, requiere analizar la forma en que éstos comprenden estos conceptos o las dificultades que surgen. Este análisis, permitirá obtener una visión de qué podemos encontrar y cómo orientar el diseño de la actividad. Parker (2006, citado en Ravanis et al., 2010), plantea que

comprender la formación de una sombra requiere una síntesis compleja de nociones sobre la luz como entidad, su propagación, reflexión y absorción, la formación de la sombra como zona de oscuridad y la percepción de nuestro ojo como receptor, por lo que es probable que se encuentren errores de manera alterna en alguno de los seis conceptos. Es decir, es muy complicado que un niño realice un dibujo en el que todos estos conceptos aparezcan de manera correcta porque se requiere de una unificación y coordinación de varios modelos, principios y su interacción.

Ravanis et al. (2010, en sus estudios sobre la interpretación de la luz y las sombras, se encuentra que hay muchos niños de 10 años que no comprenden que la sombra se genera en el lado opuesto de la fuente de luz. Por este motivo, en dicho artículo se trata la relación espacial de fuente de luz, objeto y sombra y plantea trabajar también la dirección opuesta, sombra-objeto-fuente de luz.

Desde la perspectiva de la psicología del desarrollo, autores como Piaget e Inhelder (1967) destacan que los niños/as antes de llegar a la etapa de operaciones concretas (aproximadamente entre los 7 y 8 años) muestran pensamientos protagonizados por la centración, la irreversibilidad y una perspectiva egocéntrica del espacio. Esto implica que tienen dificultades para combinar relaciones espaciales complejas (como el sistema fuente de luz-objeto-sombra) y tienden a centrarse en un solo aspecto (por ejemplo “la sombra siempre va a la derecha”), lo que hace que no cambien sus respuestas si alguno de los elementos del sistema cambia de dirección o posición.

Por su parte, Gallegos Cázares et al. (2009), en sus investigaciones sobre aprendizajes científicos en etapas escolares tempranas, demuestran que los estudiantes tienden a representar la sombra como una reproducción del objeto, introduciendo en ella colores, expresiones u otros patrones, demostrando unas nociones no físicas del fenómeno de formación de las sombras. A través de propuestas de enseñanza basadas en la experimentación, los autores muestran que es posible realizar un cambio conceptual, llevando al estudiante a reconocer que la sombra no reproduce el objeto, sino que es fruto del bloqueo de la luz que realiza éste y por tanto, aparece como una zona oscura sin detalles.

Estas aportaciones permiten comprender que la intervención didáctica llevada a cabo debe partir de las ideas previas del alumnado, comparar modelos iniciales con modelos más ajustados al científico y ofrecer situaciones manipulativas y experienciales con el objetivo de construir una base para comprender fenómenos más complejos en un futuro.

La última idea expuesta hace referencia a la construcción de modelos intuitivos y preliminares sobre la propia interacción de los estudiantes con su entorno. En conceptos

complejos o donde hay varios elementos involucrados, puede ocurrir que aparezcan modelos alternativos. El enfoque principal de la intervención diseñada y realizada se centra en desarrollar, a partir de los conocimientos previos y la generación de nuevas experiencias, el desarrollo de modelos científicos, de tipo precursor, en estas edades tempranas.

¿Qué son los modelos científicos precursores? Estos se definen como representaciones iniciales, funcionales y adaptadas a la edad del alumnado, que si bien no abordan de manera directa el modelo científico en su profundidad, permiten a los niños y niñas interpretar fenómenos naturales de manera coherente y científicamente correctos en base a su nivel cognitivo (Canedo-Ibarra et al., 2012). En el contexto de primer ciclo de primaria, sería muy optimista esperar que el alumnado adquiera modelos científicos complejos tal y como lo entendemos los adultos o la propia ciencia. Sin embargo, la luz y las sombras son fenómenos conocidos y sobre lo que los estudiantes ya tienen percepciones y modelos de interacción nacidos de la propia experiencia, por ello se plantea diseñar una actividad que permita crear un modelo precursor eficaz como precedente para futuras modelizaciones más complejas. Así, aspectos como la dirección de la luz o la formación de las sombras no solo permiten explicar ciertas situaciones cotidianas, lo cual ya es interesante para los niños/as, si no que también se convierte en un punto de partida para que quizás, en cursos posteriores, se comprendan con mayor facilidad fenómenos astronómicos como las fases lunares o las estaciones del año. Estos modelos ayudan a guiar esas ideas espontáneas de los niños/as hacia explicaciones más cercanas a la ciencia y sobre todo, a través de actividades experienciales, que es otra de las claves de la intervención propuestas en este trabajo.

Los párrafos anteriores han permitido tener una visión amplia de la articulación de este trabajo, teniendo en cuenta los conceptos que se pretenden evaluar (“Modelo de experto”), las dificultades y orientaciones que algunos autores sugieren en cuanto a la enseñanza de los conceptos de luz y sombra, así como los posibles beneficios de trabajar tempranamente estos contenidos. El enfoque metodológico principal que sirve como estructura del diseño de la actividad planteada sigue el ciclo de Kolb (1984) de aprendizaje experiencial y que va evaluarse a partir de la realización de un pre-test y un post-test.

El análisis desarrollado centrado en un pre-test y post-test permite evaluar los conocimientos previos del alumnado, para posteriormente a la implementación de la actividad diseñada, tomar datos de nuevo, siguiendo la misma estructura de la evaluación previa, para comparar resultados y observar directamente los conocimientos que han adquirido o no. Este enfoque evaluativo permite, por un lado, analizar tanto la propia actividad desarrollada, su

eficiencia y enfoque que permita perfeccionarla, como también evaluar si los estudiantes, a partir de la secuencia, han adquirido o progresado en su modelo mental explicativo del origen de las sombras. Este enfoque por un lado se centra en analizar el modelo mental a partir de su exteriorización al dibujar, sea de manera intuitiva o reflexiva del significado del mismo, como también dotar de una colección de experiencias sobre el fenómeno trabajado para ampliar la experiencia respecto a las interacciones previas desarrolladas. En este sentido, aún considerando el modelo experiencial de Kolb, se plantea la realización de una secuencia de actividades en las que se desarrollan de manera indagatoria con una estructura guiada.

La actividad planteada permite incorporar las ideas previas que los estudiantes tienen, pero también la generación de nuevas experiencias guiadas para ampliar sus interacciones previas y construir una nueva experiencia personal propia. En esta progresión, de tipo experiencial, el alumnado construye el modelo mental sobre el fenómeno a partir de interactuar mediante diferentes materiales con el fenómeno elegido, en este caso, la formación de sombras. De manera implícita se desarrollan también aprendizajes sobre el comportamiento de la luz, cómo interactúan los objetos con ésta y cómo cambia la sombra en relación a la posición objeto-foco-lugar de aparición de la sombra-tamaño.

El uso de aprendizaje experiencial en el aula de ciencias permite al alumnado construir sus conocimientos a partir de la interacción con el fenómeno. El modelo de aprendizaje experiencial de Kolb (1984) propone que el conocimiento se genera a través de un ciclo formado por cuatro fases:

- **Experiencia concreta:** Esta etapa se caracteriza por adquirir el conocimiento a través de la experiencia directa. Aquí se sitúa el núcleo experiencial de la intervención propuesta, donde los niños/as van a manipular linternas, objetos opacos, transparentes y con distintas formas. Este enfoque favorece el aprendizaje a partir de la interacción directa con el fenómeno de estudio.
- **Observación reflexiva:** La mera observación del fenómeno no permite generalizar o modelizar el fenómeno si no está sustentado en la reflexión y comparación con experiencias pasadas. En este momento, el alumnado observa lo que ocurre, se hace preguntas, contrasta lo que ve con lo que pensaba antes o esperaba que ocurriera. Esta fase requiere de un apoyo o refuerzo del docente introduciendo conversaciones dirigidas, preguntas abiertas, ejemplos visuales... a través de actividades de estructuras de indagación o bien estructurada o guiada.
- **Conceptualización abstracta:** Esta etapa se caracteriza por la creación de generalizaciones de los fenómenos observados hacia la construcción de modelos

predictivos, teorías y conceptos abstractos basados en la experimentación y en la observación. En el caso de la actividad propuesta y considerando la edad de los estudiantes, ésta es una de las fases aparentemente más complejas. Los niños y niñas de corta edad pueden no ser capaces de elaborar explicaciones más complejas fuera del contexto de construcción de la actividad diseñada. Sin embargo, de lo que trata esta fase y la actividad en sí es conseguir modelizar el fenómeno a partir de la causalidad, y donde los niños/as consiguen interaccionar con el fenómeno, modelizar y exteriorizar su modelo mental a través de la representación gráfica (dibujar). Es decir, el alumnado muestra su modelo a través de los dibujos, que se ha generado a partir de la experimentación. En este punto, es importante recalcar que los niños/as no reproducen lo que ven en el momento, ya que a la hora de dibujar no van a tener la experimentación con el material, es decir, van a representar el modelo que tienen en la cabeza a partir de recordar lo realizado.

- **Experimentación activa:** En esta fase, el alumnado aplica lo aprendido en nuevas situaciones y prueban variaciones. Dado que la intervención se va a dividir en varias actividades y por tanto varios días, los estudiantes van a tener la posibilidad de probar lo aprendido en situaciones distintas a lo largo de varios días. Además, el papel del docente siempre está presente ya que va a potenciar esta fase permitiendo “jugar” libremente, levantándose, moviendo el objeto, usar la linterna en la pared o suelo y con distintos materiales. La experimentación activa implica por un lado la puesta en práctica del modelo mental al realizar, de manera intuitiva, predicciones al trabajar con los materiales (aumentar la sombra, reducirla, cambiar la orientación o la posición de la misma).

En el caso de la interacción entre la luz y distintos objetos y materiales, la formación de las sombras es un tópico que permite integrar algo ya conocido por los estudiantes pero sobre los que quizás no se han parado a analizar. La oportunidad de aprender experimentando resulta lo más adecuado, ya que engloba conceptos abstractos que no siempre se comprenden a través de niveles teóricos o abstractos. Además, este enfoque va acorde con las teorías constructivistas del aprendizaje, que afirman que el conocimiento no se debe transmitir, si no que lo construye el alumnado en función de sus aprendizajes previos (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978). Por otro lado, como se ha observado en estudios sobre la enseñanza de la luz y las sombras (Feher y Rice, 1988; Gallegos Cázares et al., 2009), el aprendizaje experiencial permite pasar de representaciones iniciales e infantiles a modelos más ajustados al científico desde un enfoque de progresión de modelos desde el punto de vista de Oliva (2019).

### **3. Metodología**

La metodología de esta propuesta didáctica va muy ligada al marco teórico anteriormente explicado. Se desarrolla en este apartado la estructura y secuencia tanto de la actividad realizada por el docente como por los estudiantes. En este sentido se desarrollan en este apartado aquellos conceptos y elementos de manera más específica.

La metodología de análisis de la actividad se ha desarrollado a través de realizar una representación gráfica previa al inicio de la actividad (pre-test) para conectar con sus saberes previos como también para poder evaluar la percepción sobre el tópico de las sombras. Posteriormente a la actividad se realiza una nueva recogida de información a través de dibujos (post-test) en el que se solicita dibujar con el mismo objetivo inicial (post-test). La comparación de ambos dibujos permite observar el impacto de la actividad, es decir, es una forma de evaluar si la actividad que hemos realizado ha tenido efecto. Se compara lo que los estudiantes sabían previamente a la actividad (pre-test) y lo que los estudiantes saben después de ésta (post-test).

¿Cómo se ha aplicado? Dado el grado o nivel madurativo de los niños, se ha decidido utilizar el dibujo como elemento de observación principal, tanto en el pre y post test, como en el desarrollo de la actividad. La secuencia temporal y el momento de recogida de información ha sido:

- **Pre-test:** Plantilla guiada donde el estudiante debe dibujar la sombra sombra que proyecta una persona a partir del sol. **ANEXO I**
- **Intervención educativa:** Realización de la actividad diseñada
- **Post-test:** Plantilla guiada con un dibujo similar al pre-test (mismo objetivo) pero modificando la orientación y la figura sobre la que se solicita realizar el dibujo de la sombra. El utilizar un gráfico similar permite comprobar si ha habido mejora o progreso en los dibujos pero sin replicar el mismo dibujo previo.

Cabe indicar que en el momento de la realización de los dibujos no se contaba con los dibujos realizados previamente como tampoco del material de trabajo sobre luces y sombras. Es decir, se solicita dibujar a partir de lo que recuerdan de sus saberes previos (pre-test) y de dichos saberes y nuevos desarrollados a partir de la actividad (post-test).

#### **4. Marco curricular**

En el presente apartado, se enmarca la intervención educativa en la normativa curricular de educación primaria de la comunidad autónoma de Aragón

En el presente apartado, se enmarca la intervención educativa en la normativa curricular de Educación Primaria de la Comunidad Autónoma de Aragón. Dicha normativa se desarrolla a partir del marco estatal establecido por la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, modificada por la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre (LOMLOE), y concretado en el Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se fijan las enseñanzas mínimas para esta etapa. En el ámbito autonómico, la Comunidad Autónoma de Aragón regula el currículum a través de la Orden ECD/1112/2022, de 18 de julio, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación de la Educación Primaria (BOA, 27 de julio de 2022).

En primer lugar se presentarán los elementos curriculares asociados a la secuencia didáctica, así como los objetos didácticos y la evaluación, posteriormente un pequeño contexto del alumnado para comprender ciertos aspectos o mecanismos de la actividad y por último, algunos aspectos más sobre la evaluación.

#### **4.1 Elementos curriculares**

En este apartado se va a explicar y justificar todo lo relacionado con elementos curriculares y evaluación:

Para la unidad didáctica, de acuerdo con el currículum, se va a trabajar la competencia específica 2, partiendo de los perfiles de salida que engloban cada una de ellas. (**TABLA 1**)

*CE.CN.2 Plantear y dar respuesta a cuestiones científicas sencillas, relacionadas con las Ciencias de la Naturaleza utilizando diferentes técnicas, instrumentos y modelos propios del pensamiento científico, para interpretar y explicar hechos y fenómenos que ocurren en el medio natural, social y cultural.*

Se ha seleccionado la competencia específica 2 porque trata lo principal en las actividades que se van a realizar, interactuando con el fenómeno directamente e intentando darle explicaciones sencillas. .

Dentro de la competencia, se trabajan los criterios de evaluación, del primer ciclo, 2.1, que engloba la parte de intentar dar respuesta al fenómeno que se va a trabajar y el 2.5, que trata la parte de la actividad de recoger de manera gráfica la experiencia que se va a llevar a cabo.

*“2.1. Formular preguntas y realizar predicciones mostrando curiosidad por objetos, hechos y fenómenos cercanos.”*

*“2.5. Comunicar de forma oral o gráfica el resultado de las investigaciones escolares explicando los pasos seguidos con ayuda de un guión.”*

En cuanto a los saberes básicos, se han concretado los siguientes (**TABLA 1**) porque están de acuerdo con lo que se va a trabajar durante las actividades.

Por otro lado, los objetivos didácticos se tratan de aquellos conceptos o conocimientos que se quiere que los estudiantes adquieran con respecto al tema y fenómeno seleccionado.

Por último, se ha dado un peso del 70% al criterio 2.5 porque supone la parte principal de la intervención educativa, donde los niños/as recogerán en dibujos sus conocimientos, tanto en el pre y post-test como en el guión del alumnado durante las actividades. Se ha dado un peso del 30% al criterio 2.1 porque no es la parte principal, aunque se verá reflejado ese intento de generar preguntas y respuestas durante la actividad.

| <b>Perfil es de salida</b>  | <b>Competencias específicas</b> | <b>Criterios de evaluación</b> | <b>Saberes básicos</b>  | <b>Objetivos didácticos</b>  | <b>Instrumentos de evaluación</b>             | <b>Criterios de calificación</b> |
|---|---------------------------------|--------------------------------|---|--|---|----------------------------------|
| CCL1<br>CCL2<br>CCL3<br>STE<br>M2<br>STE<br>M4<br>CD1<br>CD2<br>CC4 | CE.CN.2                         | 2.1.<br><br>2.5.               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- La luz y el sonido como entidades físicas.</li> <li>- Procedimientos adecuados a las necesidades de la investigación escolar (observación en el tiempo, identificación y clasificación, búsqueda de patrones...).</li> <li>- La curiosidad y la iniciativa en la realización de las diferentes investigaciones como actitudes presentes en la construcción del conocimiento científico.</li> </ul> | <p>Comprender la orientación de la sombra con respecto a la fuente de luz</p> <p>Comprender el concepto de sombra como ausencia de luz</p> <p>Comprender la sombra como una proyección</p> | <p>Lista de cotejo</p> <p>Lista de cotejo</p> | <p>30%</p> <p>70%</p>            |

**TABLA 1. Análisis elementos curriculares**

## **4.2 Contexto del alumnado**

La intervención se ha desarrollado en una clase de 1º de primaria, con 23 alumnos/as. Se trata de una clase bastante movida, donde destaca que la mayoría de los niños/as se levantan mucho de su sitio buscando excusas para ello.

Específicamente, dentro del grupo clase se encuentra un niño dentro del trastorno del espectro autista (TEA), el cual tiene un baja comunicación con el resto y no se mantiene por mucho tiempo en el sitio (está mucho tiempo de pie o desplazándose por el aula). El nivel de concentración suele ser bajo en el momento de trabajo y muchas veces muestra desinterés por las actividades. Sin embargo, tiene capacidad para realizar muchas de las tareas aunque con una adaptación con respecto al resto del grupo clase. Por otro lado, se encuentra un niño con trastorno específico del lenguaje, que limita su comunicación y expresión con el resto de compañeros y el profesorado. Además, muestra problemas de gestión de las emociones y suele presentar comportamientos asociados a la frustración. Por último, como necesidades específicas, hay una niña con discapacidad física-orgánica, derivado de una enfermedad genética, que le afecta sobre todo en la coordinación y la percepción, incluyendo ojo-mano, lo que supone un cierto retraso madurativo.

Además, se trata de una clase, que por su etapa madurativa, tiene poca autonomía y bastante falta de atención, En muchas de las tareas que se les plantea presentan una baja capacidad de atención aunque su capacidad es más que suficiente para realizarlas sin problema. Sin embargo, suelen tardar mucho en empezar, no terminan el trabajo y se distraen con facilidad.

### **4.3 Evaluación**

La evaluación tiene dos componentes, por un lado la evaluación de aprendizajes de los estudiantes y por otro lado la efectividad de la actividad implementada. El desarrollo de la actividad cuenta principalmente con el acompañamiento durante la intervención donde se prioriza la evaluación formativa durante el desarrollo. El docente tiene en consideración el modelo de experto en el desarrollo de la actividad e interviene para ayudar a experimentar y ver lo que está sucediendo o cómo afecta una determinada variable. En esta actividad el docente actúa de apoyo estando presente en todo momento, realizando demostraciones, correcciones, preguntas abiertas, etc, con la directriz de que adquieran esos conocimientos que están marcados en los objetivos didácticos.

En cuanto a la evaluación de la implementación y sobre la eficiencia del diseño desarrollado se ha realizado principalmente a través de un análisis de los dibujos realizados en el pre-test y post-test. Esta forma de evaluación se ha elegido tanto por la etapa madurativa de los estudiantes como también por la forma de exteriorizar el modelo mental de los estudiantes. Hay dos momentos de evaluación muy marcados, en primer lugar el pre-test, previo a toda la intervención en el aula, que funciona como una evaluación diagnóstica para tener en cuenta qué conocimientos previos tiene el alumnado, en segundo lugar el post-test, posterior a todas las actividades, donde se va a poder comparar qué sabían antes y qué saben después.

La forma de comparar los resultados obtenidos del análisis de los dibujos del pre-test y post-test va a ser a través de una lista de cotejo en forma de tabla. En esta tabla se analizan los dibujos, aunque el guión del alumnado también va a ser observado, específicamente en aquellos apartados donde se introducen los términos de transparente y opaco (actividad 1), y que se consideran importantes para posteriormente adquirir conocimientos de la formación de las sombras y comportamiento de la luz.

La lista de cotejo, observada en la **Figura 1**, consiste en marcar con una “X” las variables donde se encuentre ese dibujo, siendo las celdas verdes lo que se consideran correctas con respecto al modelo docente científico (modelo de experto), para más detalle, consultar anexos (**ANEXO III**).

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra blanca o clara               |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra junto al objeto              |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           |          |          |          |           |          |          |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

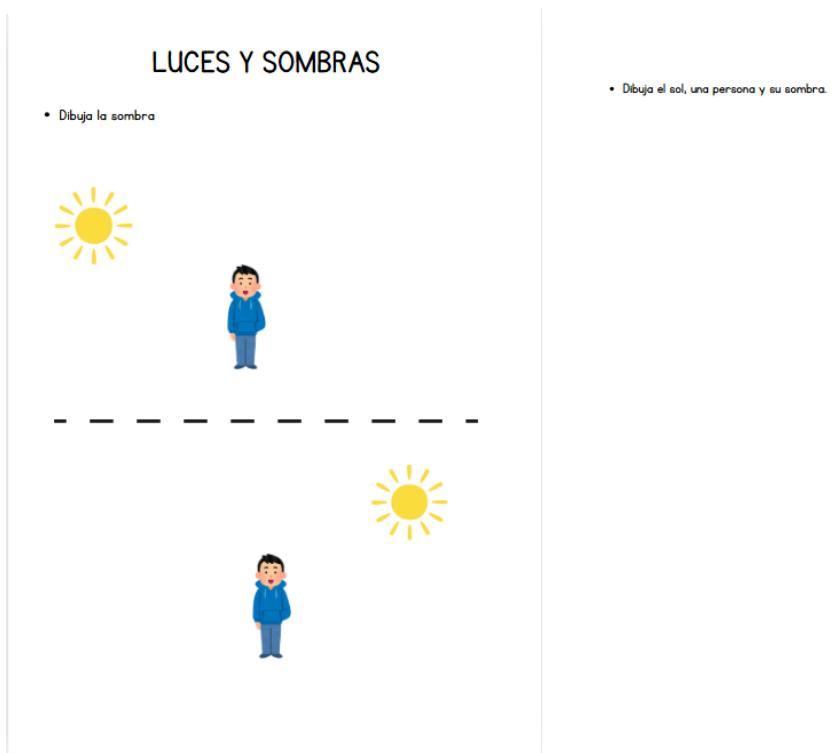
Figura 1. Tabla de análisis referencia

## **5. Guión del profesor (Propuesta didáctica)**

En este apartado se analiza el diseño de la secuencia desarrollada en el aula para el estudio de las sombras. Se incorpora la secuencia explicada donde se recoge el objetivo e intención de las distintas actividades y las intervenciones realizadas por parte del docente. Por otro lado, esta estructura puede servir como apoyo o guía para la implementación por docentes distintos al autor.

### **Actividad previa**

La intervención se inicia con un tiempo dedicado a realizar el pre-test, para lo cual se plantean 45 minutos, teniendo en cuenta la poca autonomía del alumnado y que la mayoría tardan en concentrarse en lo que toca hacer y se distraen con facilidad. El pre-test consiste en dos dibujos guiados diferenciados en el papel y uno libre (**Figura 2**). En el primero de ellos, en la parte superior, se encuentra un sol en la parte superior izquierda y la figura de una persona en el medio. Se les pide que dibujen la sombra en esta situación. En el segundo dibujo, el sol aparece representado en la parte superior derecha y aparece el mismo dibujo de una persona en el centro para que dibujen la sombra. En ambos dibujos se pide que dibujen la sombra cómo y dónde ellos/as consideren que deben incorporarla. Esta actividad tiene sólo la intervención de la descripción de lo que tienen que realizar, por lo que no se interviene en ningún momento. En el reverso de la misma página, se les solicita realizar un dibujo libre en el que se les pide que dibujen los tres elementos de manera libre (sol, persona y sombra).



**Figura 2. Plantilla pre-test**

### Actividad 1

La primera de las actividades de aprendizaje se orienta a trabajar con la luz y la generación de sombras dependiendo de materiales transparentes y opacos. Por otro lado, la propia estructura permite identificar la relación entre la forma, el material y la sombra (uso de materiales con formas distintas que pueden generar sombra o bien generada por el contorno de dicho material). Se realiza junto con un guión para cada alumno/a (**Figura 4**) que servirá como apoyo y donde deben realizar principalmente dibujos. A su vez, la actividad va a estar acompañada con diversos materiales indispensables para experimentar con el fenómeno (**Figura 3**) : Linternas, cartones opacos, esos mismos cartones recortados con formas, láminas de plástico transparentes, esas mismas láminas con formas de cartón colocadas en el medio, bolas de porexpan y paletas de plástico de colores, además de muy poca intensidad de luz en el aula, buscando algo de oscuridad.



**Figura 3. Material utilizado**

El guión del estudiante, el cual se encuentra en la **Figura 4**, está diseñado de manera que se recojan las consignas de forma sencilla para que los niños/as, de acuerdo a su edad y capacidades, tengan que leer el menor número de frases y palabras y se centren en responder lo que se pide. En este contexto el papel del docente es intervenir como apoyo y refuerzo durante la actividad.

En el documento entregado a los estudiantes se ha utilizado solamente el color negro y el blanco tanto en la letra como en las imágenes, a excepción de la luz de la linterna de la primera imagen. El objetivo de esto es no confundir al alumnado con ideas alternativas a cómo se muestra el fenómeno en la vida cotidiana, como por ejemplo sería el caso de si se colocara una imagen de una sombra blanca o con otro color.

NOMBRE:

### Cazadores de sombras



- Apunta con la linterna y averigua qué pasa



- Acerco y alejo la linterna!!



- ¿Qué pasa si acerco mucho la linterna? **Dibuja lo que ves**

- Investiga qué pasa si apunto con la linterna

- ¿Qué pasa si coloco la linterna delante del **cartón**?

- ¿Qué pasa si coloco la linterna delante del **plástico**?

- Dejan pasar la misma luz? \_\_\_\_\_

- Apunta al cartón y haz un **dibujo** de lo que ves

- Dibuja lo que ves cuando apuntas al cartón

- Dibuja lo que ves cuando apuntas al plástico

- ¿Qué pasa si alejo la linterna? **Dibuja lo que ves**

**Figura 4. Guión del estudiante**

Las partes de la actividad 1 pueden desglosarse en los siguientes apartados y que se desarrolla a partir del reto motivador de “Cazadores de sombras”. La secuencia guiada por parte del docente plantea investigar qué ocurre cuando apuntamos con la linterna. Se introduce en este apartado que se va a experimentar con las linternas. La intervención del docente se desarrolla a partir de la enumeración de varias preguntas.

• **¿Qué pasa si coloco la linterna delante del cartón? ¿Qué pasa si coloco la linterna delante del plástico?:** Hay que aclarar que “**colocar delante**” significa pegar mucho la linterna al objeto, lo cual es algo que hay que recalcar de manera oral. Con esto se quiere que el alumnado observe de una manera rápida que si pegamos la linterna al cartón, no deja pasar la luz, mientras que si pegamos la linterna a la lámina de plástico, sí que deja pasar la luz, por tanto comprenderán que hay objetos que se comportan de manera diferente ante la luz, introduciendo de manera sencilla los términos de transparente y opaco. Además, ver que el cartón no deja pasar la luz es algo necesario para entender la formación de la sombra posteriormente. La secuencia tiene una parte introductoria del docente suscitando sobre lo que ocurre, pero los estudiantes cuentan con materiales individuales para poder comprobar e interaccionar con el fenómeno. La introducción se realiza por parte del docente e insta a interaccionar y comprobar qué ocurre cuando se cambian materiales, distancias y objetos.

• **¿Dejan pasar la misma luz?:** El docente pregunta a los estudiantes para que éstos respondan o comprueben de manera autónoma si hay diferencias entre el cartón y el plástico. Es decir, los dos objetos no dejan pasar la misma cantidad de luz, ya que el cartón no deja pasar nada de luz y el plástico sí.

· **Apunta al cartón y haz un dibujo de lo que ves:** Para colaborar en la observación de lo que ocurre y colaborar en la modelización del fenómeno de las sombras, se les pide apuntar al cartón a cierta distancia y observar qué ocurre en la pared. El objetivo es identificar cómo se forma la sombra en la pared. En este momento, y de nuevo para colaborar en la modelización del fenómeno se les insta a que dibujen lo que ocurre. Al decir “dibuja lo que ves” pueden simplemente dibujar el cartón o la sombra por separado, por lo que se colabora en observar tanto el foco, el cartón y la sombra generada ¿Qué se quiere conseguir con esto? Dado que uno de los conceptos a tener en cuenta es la posición de la sombra con respecto a la fuente de luz (lado opuesto al foco), el niño/a al dibujar la linterna donde ha observado que está (lado opuesto) es más probable que identifique la relación entre foco, material opaco, y proyección del contorno del objeto opaco como sombra.

## Actividad 2

En la anterior actividad se trabajó de manera aislada con materiales transparentes y opacos. Con el objetivo de progresar hacia la relación entre el material y la forma, esta actividad se realiza con objetos compuestos por materiales transparentes y opacos en conjunto.

· **Apunta con la linterna y averigua qué pasa:** Aquí es importante recalcar que la pregunta “**¿Qué pasa?**” se refiere a qué ocurrirá en la sombra, es decir, en la pared donde esté el niño/a trabajando con la linterna, algo que hay que recalcar en el momento. También es importante que para este punto hemos cambiado alguno de los materiales, los niños/as ya no tienen los cartones y las láminas vacíos, sino que en el cartón se ha recortado una forma en su interior y esa misma forma se ha pegado en el medio de la lámina de plástico como se observa en la **Figura 5**. Es decir, en este caso el cartón puede contener un espacio interior con material transparente, la sombra la genera el cartón y lo que queda iluminado es la forma que está construida por material transparente. Por otro lado, y con las mismas formas, se realiza el pegado de los recortes opacos sobre materiales transparentes, de manera que ahora al interaccionar con las sombras, la sombra generada tiene la forma del fragmento de lámina opaca y el resto es transparente.



**Figura 5. Material actividad 3**

La secuencia de intervención del docente progresará según las siguientes acciones:

· **Dibuja lo que ves cuando apuntas al cartón** con un hueco central con una forma y cubierto de plástico. Con el nuevo material, al apuntar con la linterna al cartón, el alumnado verá cómo se aprecia la forma del medio recortada en la pared y el contorno, es decir, el resto del cartón, formando una sombra alrededor. En esta experiencia se les pide a los estudiantes que dibujen lo ocurrido recordando que deben incorporar en el dibujo los tres elementos: fuente de luz, objeto y sombra.

· **Dibuja lo que ves cuando apuntas al plástico** con una figura de cartón en el centro. Aquí pedimos realizar y observar con la misma secuencia, pero cuando apunten a la lámina, se seguirá formando esa misma silueta, pero esta vez la propia figura será la que forme la sombra y el contorno (el resto de la lámina de plástico) dejará pasar la luz. En esta experiencia es muy importante que se diferencie correctamente qué es la sombra en cada momento y que la sombra es la parte más oscura o negra donde no llega la luz. En esta parte de la actividad sigue trabajando la formación de las sombras y sus características, considerando materiales transparentes y opacos.

Si bien no se requiere trabajar con la terminología específica, sí que se espera que a la hora de dibujar, quede de manifiesto que la parte de plástico sí deja pasar la luz (transparente) y la parte de cartón no deja pasar la luz (opaca) y por eso se forma sombra.

## Actividad 3

En la actividad 3 se progresó hacia la relación entre la posición del foco, el objeto y la sombra generada a partir de la variación primero guiada y luego libre de la posición entre el foco y el objeto, y la posición, tamaño y forma de la sombra generada.

· **Acerco y alejo la linterna.** Esta es la última actividad guiada recogida en el guión del estudiante. La mayor parte de la actividad se desarrolla a partir de experimentación e interacción con el fenómeno y donde el docente actúa como guía y refuerzo a lo largo de la misma. La consigna es sencilla y consiste en alejar y acercar la linterna al objeto, vale tanto la lámina como el cartón, ya que los dos generan sombra. Incluso si el alumnado hace una petición de utilizar otro objeto a mano, se puede experimentar con ello.

· **¿Qué pasa si acerco mucho la linterna? Dibuja lo que ves:** De nuevo la pregunta “**¿Qué pasa?**” hace referencia a lo que ocurre en la sombra a partir de si el niño/a acerca la linterna mucho al objeto apuntando con la linterna, y produce un incremento del tamaño de la sombra. Esto es debido al propio comportamiento de la luz, al estar más cerca del objeto, se proyectan más rayos de luz sobre él, por lo que a su vez el objeto bloquea más luz, lo que da lugar a que se cree una sombra más grande.

· **¿Qué pasa si alejo la linterna? Dibuja lo que ves:** En este caso, la directriz es que el alumnado aleje el foco del objeto mientras apunta con la linterna y vaya observando cómo se hace cada vez más pequeña la sombra, debido a que la luz ahora proyecta menos rayos que antes sobre el objeto y por tanto bloquea menos, por lo que la sombra es más pequeña. En ambos apartados, como ocurría previamente, en la indicación de dibujar se solicita que dibujen tanto la linterna como el objeto y la sombra.

## Actividad 4

Esta última actividad de interacción se desarrolla sin guión de por medio, de manera que se realiza a partir de la observación del experimento con la explicación del docente.

· **Reflejo de la luz:** En las actividades previas se centraba el trabajo en observar qué ocurría a las sombras según los tipos de materiales, la posición de los distintos elementos y los cambios de la posición, tamaño y localización de la sombra. A lo largo de la actividad no se ha realizado análisis de lo que ocurre con la luz al iluminar los objetos. En esta actividad se plantea el conocimiento de que “los materiales reflejan la luz”. Los niños/as observarán que

no todos los objetos reflejan de la misma forma la luz y “la sombra siempre es negra” con unas paletas de plástico de colores (**Figura 6**), que irán colocadas justo delante de la linterna.

· **Bolas de porexpán:** Con ayuda de bolas de colores diferentes, unas bolas blancas y otras bolas negras (**Figura 6**), los estudiantes podrán comprobar que a pesar de que todos los materiales reflejan luz, los objetos blancos reflejan mucha más, ya que, por ejemplo, los objetos negros no devuelven prácticamente luz.

· **Luces de colores:** Con las paletas de plástico de colores, los estudiantes las colocarán justo delante de la linterna para observar cómo la luz cambia de color. El objetivo de esta parte es que los niños/as experimenten con luces de diferentes colores y observen qué ocurre en la sombra, dando lugar a que comprendan que la sombra siempre es ausencia de color (negra o muy oscura) independientemente de la luz que le esté llegando al objeto que bloquea.



**Figura 6. Material actividad 5**

### Actividad posterior

Con el objetivo de la evaluación de la actividad desarrollada se realiza un nuevo test, posterior a la finalización de la actividad, en día distinto y donde se pide dibujar sin tener los materiales de la actividad delante. Esto implica que se analiza lo que recuerdan del fenómeno y se intenta analizar si su percepción respecto a lo que realizaron antes de la actividad se

mantiene o ha cambiado. En esta actividad se dedican otros 45 minutos como en el pre-test. En este punto, es muy importante que haya pasado un tiempo prudencial entre el pre-test y el post-test para que el alumnado no recuerde lo que dibujó previamente a la actividad, ya que el pre y el post deben tener el mismo objetivo para analizar si la actividad ha tenido efecto en base a las mismas condiciones. En este caso, para evitar el efecto memoria sobre la prueba, se han cambiado ligeramente algunos de los elementos de la plantilla del dibujo, como se contempla en la **Figura 7**. Se incluye la disposición de los dibujos en horizontal y se utiliza otro formato de sol y de la persona, de tal manera que seguimos teniendo el mismo objetivo que en el pre-test, pero con aspectos que no dan lugar a recordar lo realizado anteriormente.



**Figura 7. Plantilla post-test**

## 6. Análisis de la intervención

Una vez concluida la intervención, incluyendo el pre-test y el post-test, se procede a analizar los dibujos realizados en comparación con el modelo experto planteado y también comparar si ha habido cambios entre los dibujos realizados al comienzo y al final de la intervención. Lo que se ha realizado, en primer lugar, es el análisis de los distintos dibujos por separado. Este análisis se ha centrado en identificar los criterios referidos en la tabla control que se centraba en distintos elementos que definen el modelo experto y que permitía sistematizar el análisis atendiendo a los criterios de posición, forma, tamaño, color y rasgos dentro de las sombras. Además se ha realizado un análisis descriptivo individual de los distintos dibujos.

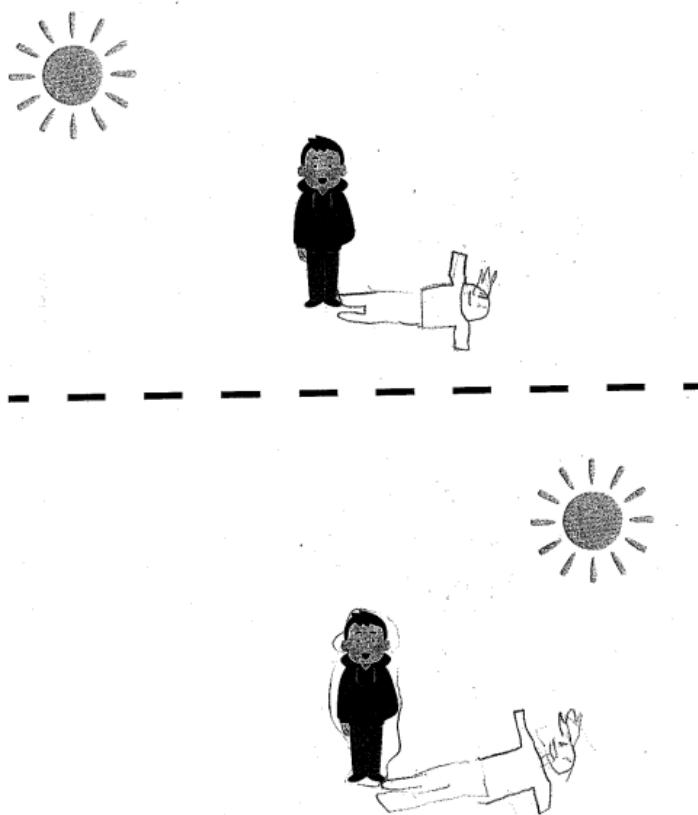
El análisis de los dibujos consiste en observar tanto los dibujos recogidos en el pre-test como en el post-test de un niño/a y con ayuda de la tabla (**Figura 1**). A partir del análisis se marcan los elementos/variables que observamos en el dibujo. Los dibujos aparecen en la fila de arriba diferenciados entre pre-test y post-test (Dibujo 1, Dibujo 2...) y los conceptos y variables en la columna a la izquierda. Por ejemplo, el primer análisis realizado se centra en identificar la posición de la sombra con respecto al objeto y el foco. Es decir, identificar si está la “Sombra en el lado opuesto” o la “Sombra en el mismo lado que el foco de luz”. De manera que si ese niño/a en el dibujo 1 ha puesto la sombra en el lado opuesto al objeto que genera la sombra respecto al foco, marcamos con una “X” donde se crucen las celdas. Si en el dibujo 2 ha colocado la sombra en el mismo lado que el foco, marcamos donde se crucen esas celdas. **ANEXO IV**

A modo de exemplificación se analizan dos dibujos donde se muestra la actividad de análisis.

Los dibujos recogidos en la **Figura 8**, pertenecen al pre-test (dibujos guiados; dibujo 1 parte superior, dibujo 2 parte inferior). En el primer dibujo el estudiante E dibuja la sombra en el lado opuesto al sol, lo cual hace que sea compatible con el modelo experto. Sin embargo, en el caso del dibujo 2, el estudiante E mantiene la sombra en el mismo lugar que en el primer dibujo. Es decir, coloca la sombra entre el objeto y el foco. Desde la perspectiva del modelo experto el dibujo inicial sería compatible con la secuencia foco-objeto-sombra, pero en el segundo caso la secuencia sería foco-sombra-objeto.

# NEYRIS LUCES Y SOMBRAS

- Dibuja la sombra



**Figura 8. Dibujos 1 y 2 pre-test “Estudiante E”**

En relación a cómo representa la sombra, el estudiante no representa la sombra como ausencia de luz, sino que sólo dibuja el contorno, y además dibuja detalles dentro de ella (ojos y boca). Por último, en relación al lugar donde dibujar la sombra lo realiza como proyección en el suelo, que es donde se considera que debería representarse y además la sombra representa la misma morfología que el objeto (la persona) que la genera. Sobre el tamaño de la sombra, el estudiante E dibuja la sombra de igual tamaño que el objeto que la genera aunque el sol está en una posición “más alta”. En la **Figura 9** se recoge el análisis realizado para el estudiante E y la manera en que se han recogido los datos comparativos con el modelo experto.

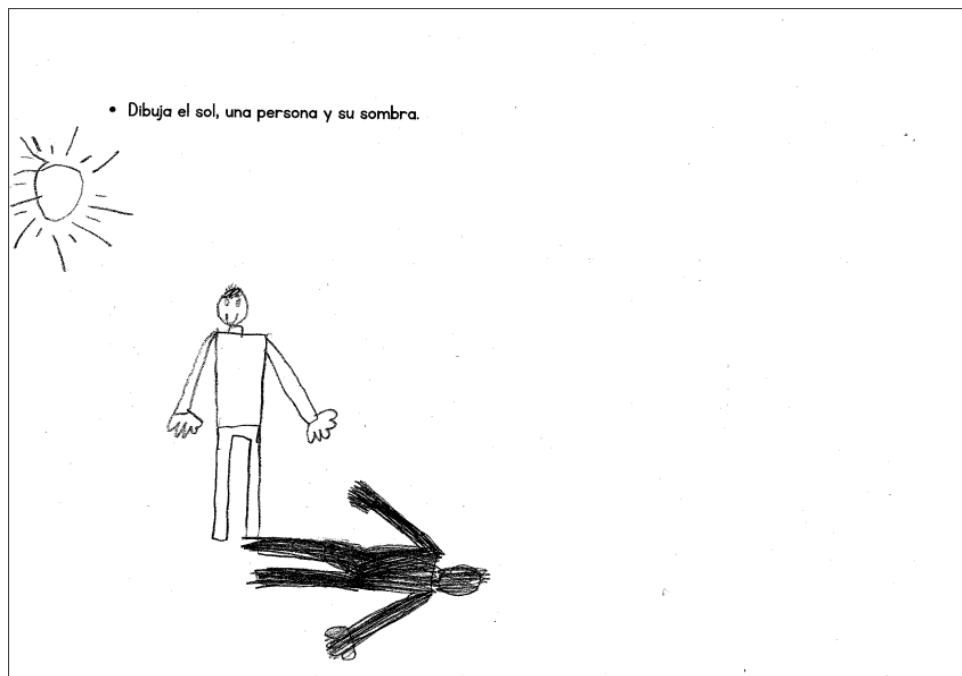
| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        |          |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       | X        | X        |
|  | Sombra junto al objeto              |          |          |
|  | Sombra como contorno                |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          | X        |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          | X        |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos | X        | X        |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |

**Figura 9. Tabla análisis dibujos 1 y 2 pre-test “Estudiante E”**

En la **Figura 10** se incorpora un ejemplo del dibujo tres (dibujo libre) realizado por parte del estudiante B en el post-test. El estudiante B ha colocado la sombra en el lado opuesto del objeto con respecto al foco. En el dibujo el estudiante representa la sombra como ausencia de luz (ha pintado el interior de la sombra), no dibuja detalles internos. La proyección se realiza en el suelo, y presenta la misma morfología que el objeto que la genera (persona).

En detalle, y en relación a la descriptiva de los dibujos realizada, además de la tabla mencionada, en este caso se realiza una descripción también tanto de la forma de la sombra como del tamaño de ésta con respecto al objeto que la genera. Es habitual que la localización del sol (o fuente de luz) se encuentre en el lado izquierdo en muchos de los dibujos realizados, ya que en los dibujos libres los niños/as han podido colocar la fuente de luz donde ellos hayan considerado. En el análisis en la tabla, no se ha recogido si es correcto o incorrecto respecto a la posición, sino que se ha realizado un análisis individual de cada

dibujo. El fragmento de la tabla utilizado para el análisis del dibujo 3 del estudiante B se incluye en la **Figura 11**.



**Figura 10. Dibujo 3 post-test “Estudiante B”**

La descripción individual realizada de los distintos dibujos será objeto de análisis cualitativo en los apartados finales de esta memoria. Sin embargo, dado que se contaba con un instrumento comparable de los distintos dibujos tanto desde la perspectiva de lo que los estudiantes conocían previamente y cómo ha podido cambiar a lo largo de la actividad, se ha decidido realizar una tabla resumen con los datos. Esta tabla permite comparar los dibujos con respecto al modelo experto tanto para el pre-test como para el post-test.

En el análisis de la tabla se ha considerado el número de estudiantes que realiza la representación de la sombra siguiendo los criterios establecidos y considerando los dibujos 1 y 2 de los guiones (representaciones con pautas por parte del docente). Para determinar si un dibujo es correcto o no en cuanto a un concepto, los dibujos 1 y 2, que en este caso son los guiados porque tienen pautas como lo son el sol y la persona, deben estar en ambos dibujos marcada la variable correcta con una “X”, de tal manera que si en uno de los dos dibujos el niño/a coloca la sombra en uno de los lugares incorrectos, se considera que atendiendo a dicho criterio la representación gráfica no es correcta. Esto es debido a que los dibujos 1 y 2 son actividades específicamente diseñadas para cumplir con un objetivo.

| Conceptos  | Variables                           | Dibujo 3 |
|--|-------------------------------------|----------|
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        | X        |
|  | Sombra blanca o clara               |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       | X        |
|  | Sombra junto al objeto              |          |
|  | Sombra como contorno                |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |
|  | Sombra igual que el objeto          | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |

**Figura 11. Tabla análisis dibujo 3 post-test “Estudiante B”**

El dibujo 3, que es el libre, ya que no se ofrece ninguna pauta y donde únicamente se solicita que represente la fuente de luz, el objeto y su sombra, permite observar la manera natural de representación por parte del niño/a y que se interpreta como exteriorización del modelo natural. Sin embargo, como no es una actividad deliberadamente diseñada para evaluar el modelo, sólo se ha utilizado para el análisis descriptivo o colaborar en la interpretación del resto de dibujos realizados.

- *Tener en cuenta que un estudiante coloca la sombra como “contorno” en el pre-test, por tanto no computa para el concepto “Comprendión de la sombra en el lado opuesto a la luz”. Saldrán 18 en total y no 19 como en el resto.*

| Conceptos   | Pre-test |    | Post-test |    |
|---|----------|----|-----------|----|
|   | Si       | No | Si        | No |
| Comprensión de la sombra en el lado opuesto a la luz                          | 9        | 9  | 12        | 7  |
| Comprensión de la sombra como ausencia de luz en cuanto al color              | 5        | 14 | 10        | 9  |
| Comprensión de la sombra como ausencia de luz en cuanto a los detalles/rasgos | 7        | 12 | 14        | 5  |
| Comprensión de la sombra como una proyección en cuanto al lugar               | 6        | 13 | 5         | 14 |
| Comprensión de la sombra como una proyección en cuanto al tamaño              | 2        | 17 | 0         | 19 |
| Comprensión de la sombra como proyección en cuanto a la forma                 | 14       | 5  | 17        | 2  |

**TABLA 2. Tabla resumen análisis general de los dibujos**

Esta tabla permite la recopilación numérica de los resultados de los dibujos en comparación con el modelo experto. En este sentido, se puede realizar un análisis individual de cada tópico o concepto. A continuación se realiza un análisis de los resultados obtenidos para los distintos elementos analizados, considerando tanto el pre-test como el post-test como también si han existido cambios entre ellos. Es decir, en primer lugar se analizan todos los conceptos en base a los dibujos del pre-test, en segundo lugar los del post-test y por último, la comparación de ambos.

## **7. Análisis general de los dibujos**

### **7.1 Pre-test**

#### **Comprensión de la sombra en el lado opuesto a la luz**

Hay nueve estudiantes que en los dibujos 1 y 2, los cuales son guiados/forzados, dibujan la sombra en el lado opuesto. Hay siete que repiten la misma disposición en el dibujo 3 (libre) y dibujan la sombra en el lado opuesto a la luz. Sin embargo hay dos estudiantes que ponen la sombra en el mismo lado que la luz.

De los nueve que no lo han hecho como los anteriores, todos han dibujado la sombra en el dibujo 1 en el lado opuesto, pero lo han cambiado de posición relativa en el dibujo 2 (han dibujado lo mismo, es decir, siempre la sombra a la derecha), exceptuando un estudiante que ha hecho lo contrario.

#### **Comprensión de la sombra como ausencia de luz**

Cinco estudiantes al representar la sombra (tanto en los guiados como en los libres) pintan la sombra de color negro/gris. El resto de estudiantes (14) pintan el contorno de las sombras pero no rellenan o pintan en su interior (sombra en blanco en los dibujos).

#### **Comprensión de la sombra como ausencia de luz en cuanto a los detalles/rasgos**

Hay siete estudiantes que no dibujan detalles ni rasgos dentro de la sombra en ninguno de los dibujos (ni guiados ni libres) a excepción de un estudiante que sí dibuja detalles específicamente en el dibujo 3 (libre).

De los doce que no lo han hecho así, hay nueve que dibujan detalles en los tres dibujos (tanto guiados como libres). Por otro lado, hay un estudiante que no realiza detalles en el dibujo 1, pero en los otros dos sí. Por último, hay dos estudiantes que realizan detalles en los dibujos 1 y 2 pero no en el dibujo 3 (libre).

- Según el modelo de experto, que una sombra aparezca negra significa que también se comprende que la sombra no tiene rasgos o detalles internos, como boca u ojos, pero en los dibujos no ha sido siempre así. Por ejemplo, de los cinco estudiantes que dibujaron la sombra negra, hay cuatro que no dibujaron detalles (siendo uno de ellos el que dibuja específicamente detalles en el dibujo 3), pero uno de ellos dibujó detalles en todos los dibujos.

### **Comprensión de la sombra como una proyección en cuanto al lugar**

Hay siete estudiantes que dibujan la sombra como una proyección en cuanto al lugar debido a que ante el foco de luz (sol) del dibujo, realizaron la sombra proyectada en el suelo en los tres dibujos, exceptuando a dos estudiantes: Uno de ellos en el dibujo 3 representa la sombra junto a la persona y en el otro dibujó la sombra como un contorno alrededor de la persona, entendiendo que es una proyección, pero como si tuviese la fuente de luz delante.

De los doce que no la proyectaron, dibujaron la sombra como una réplica de la imagen junto a la persona, hay once que lo hicieron así en los tres dibujos y 1 que lo hizo así en el primer dibujo, pero en los otros dos (uno de los guiados y el libre) proyectó la sombra en el suelo.

### **Comprensión de la sombra como una proyección en cuanto al tamaño**

Hay solamente dos estudiantes que realizan la sombra más pequeña. Esto es así, como se comentaba en el modelo de experto, debido a que el sol (foco de luz) se encuentra en una posición alta con respecto a la persona. Además, uno dibuja la sombra más pequeña en los tres dibujos y otro en los dibujos 1 y 2, pero en el dibujo 3 la dibuja del mismo tamaño. De los diecisiete que no lo realizan así, hay respuestas muy dispares, aunque siete de ellos dibujan la sombra del mismo tamaño que la persona en los tres dibujos.

- En este concepto, en el dibujo 3, no podemos entrar en valoraciones correctas o inválidas fijándonos solamente en la tabla, ya que se trata de un dibujo libre y el niño/a ha podido poner el foco de luz donde considerase. De esta manera, la evaluación depende del estudio de detalle entre la posición de la fuente de luz, la distancia al objeto y el lugar de la sombra...

### **Comprensión de la sombra como proyección en cuanto a la forma**

Hay catorce estudiantes que dibujan la sombra con la misma morfología que el objeto/persona que hay delante del foco de luz (sol), y lo realizan de manera análoga en los tres dibujos.

De los cinco que realizan una morfología diferente, dos de ellos lo dibujan diferente en los tres dibujos, otros dos la han dibujado con forma diferente en los dos primeros dibujos y en el tercer dibujo han representado la misma forma. Además el último, dibuja una forma diferente en el primer dibujo y la forma igual en los dibujos 2 y 3.

## **7.2 Post-test**

### **Comprensión de la sombra en el lado opuesto a la luz**

Hay doce estudiantes que dibujan la sombra en el lado opuesto (posición coherente con el modelo experto) en los tres dibujos, excepto uno que dibuja la sombra en el mismo lado que el sol en el dibujo 3 (libre).

De los siete que no lo han realizado así, cuatro de ellos dibujan la sombra en el lado opuesto en el dibujo 1, pero en el dibujo 2 no. De los otros tres estudiantes, uno dibuja la sombra en el mismo lado que en el dibujo 1 y en el lado opuesto en el dibujo 2, mientras que los otros dos dibujan la sombra en el mismo lado que el foco en los dos dibujos.

### **Comprensión de la sombra como ausencia de luz en cuanto al color**

Hay diez estudiantes que pintan la sombra negra. El resto pintan la sombra sólo a través de su contorno (la sombra es blanca).

### **Comprensión de la sombra como ausencia de luz en cuanto a los detalles/rasgos**

Hay catorce estudiantes que dibujan la sombra sin rasgos como boca u ojos en los dibujos guiados (1 y 2). Hay doce que repiten la sombra sin detalles en el dibujo libre (3), pero hay 2 que sí dibujan detalles en su interior. Hay cinco que no lo realizan así, de los cuales dos dibujan detalles en los tres dibujos, otros dos que dibujan detalles en el 1 y 2, pero en el dibujo 3 no, y por último, un niño/a que sí dibuja detalles en el 1, pero en el 2 (guiado) y en el 3 (libre) no.

### **Comprensión de la sombra como una proyección en cuanto al lugar**

Hay cinco estudiantes que dibujan la sombra como una proyección en cuanto al lugar, ya que han dibujado la sombra proyectada en el suelo en los dibujos 1 y 2. Hay tres estudiantes que lo repiten en el dibujo libre (dibujo 3) y por tanto, hay dos que no han proyectado la sombra en este dibujo y han colocado la sombra junto al objeto.

Por tanto, los otros catorce estudiantes no lo han realizado así, todos dibujan la sombra como una réplica de la imagen, es decir, junto a la persona.

### **Comprensión de la sombra como una proyección en cuanto al tamaño**

En este caso, no hay ningún estudiante que haya representado la sombra considerando la proyección en la que influye el foco, el objeto y la sombra (no han realizado la sombra más pequeña). Sin embargo, hay tres estudiantes que sí dibujan la sombra más pequeña

únicamente en el dibujo 3, hay uno que dibuja la sombra más pequeña solamente en el dibujo 2 y hay una persona que dibuja la sombra más pequeña en los dibujos 2 (forzado) y 3 (libre).

### **Comprensión de la sombra como proyección en cuanto a la forma**

Hay diecisiete estudiantes que de manera recurrente, en los tres dibujos, representan la sombra con la misma morfología/contorno que la persona. Los dos estudiantes que dibujan la sombra con una forma diferente a la persona, en el dibujo 3 (libre) sí dibujan la misma forma que el objeto/persona que han dibujado.

### **7.3 Comparación de los resultados**

#### **Comprensión de la sombra en el lado opuesto a la luz**

En torno a este concepto hay dos perfiles claros, aquel que dibuja la sombra en el lado opuesto a la fuente de luz en los dos dibujos y aquel que en el primero la dibuja en el lado opuesto al sol, pero en cuanto movemos la fuente de luz, el estudiante mantiene el mismo dibujo, es decir, dibuja la sombra a la derecha. En relación a la progresión entre el análisis previo y posterior, hay doce estudiantes que dibujan la sombra en el lado correcto tras la actividad frente a nueve que lo hacían en el pre-test. Esto implica que el número de estudiantes que dibujan la sombra correctamente aumenta y vemos que disminuye el perfil que dibuja siempre la sombra a la derecha, ya que en el pre-test todos los que fallaron hicieron esto, pero en el post-test solamente cuatro lo han hecho. Sin embargo, nace un nuevo perfil, en este caso, dos estudiantes, que dibujan la sombra erróneamente en los dos dibujos, haciendo una a la izquierda (dibujo 1) y otra a la derecha (dibujo 2).

#### **Comprensión de la sombra como ausencia de luz en cuanto al color**

En este concepto eran solamente cinco los estudiantes que pintaban la sombra negra o muy oscura y tras las actividades han pasado ser diez estudiantes los que la han pintado negro o muy oscuro.

#### **Comprensión de la sombra como ausencia de luz en cuanto a los detalles/rasgos**

En este caso, encontramos una tónica similar al anterior concepto, donde aumenta el número de alumnos que la representan homogénea. Antes de la actividad siete niños/as dibujaban rasgos/detalles en la sombra y en el post-test encontramos que hay catorce niños que no han dibujado estos detalles.

### **Comprensión de la sombra como una proyección en cuanto al lugar**

En el análisis previo de la actividad siete estudiantes proyectaban la sombra en el suelo, pero tras la actividad son cinco los que hacen esto.

### **Comprensión de la sombra como una proyección en cuanto al tamaño**

En este concepto, en el pre-test solamente dos estudiantes dibujaron la sombra más pequeña en los dibujos 1 y 2, pero tras la actividad, ningún niño niña lo ha hecho así.

### **Comprensión de la sombra como proyección en cuanto a la forma**

En este último concepto, encontramos que previo a la actividad había catorce estudiantes que dibujaban la misma forma que la persona en su sombra y en el post-test siguió la misma tendencia y fueron diecisiete los estudiantes los que lo hicieron así.

## 8. Discusión de los resultados

Teniendo ya una descripción en el análisis general de lo ocurrido en el pre-test y en el post-test junto con una comparación de ambos, es momento de abordar una interpretación de los resultados obtenidos. Principalmente, lo importante es reconocer el modelo mental que tenía el alumnado previamente a la actividad y cual tiene al finalizarla, lo cual se puede observar gracias al modelo pre-test y post-test.

El “modelo de experto” utilizado plantea seis conceptos, a través de los cuales se han analizado los dibujos, sin embargo, no todos ellos son igual de importantes o interesantes de cara a introducirlos en el conocimiento o en el modelo de los niños/as y así ha quedado demostrado, ya que hay conceptos en los que vemos que el índice de respuestas correctas es muy bajo, lo que nos sugiere que quizás ese conocimiento todavía no está adecuado a la edad madurativa del alumnado o la actividad planteada no está adaptada para el aprendizaje de éste.

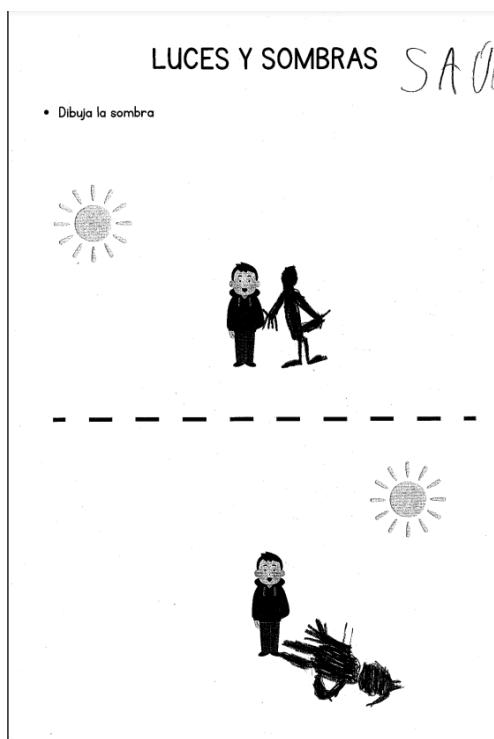
Uno de los conceptos claves es la comprensión de la sombra en el lado opuesto a la fuente de luz, se ve claramente que la actividad diseñada para ello (dibujos 1 y 2 del pre-test) va muy ligada a este concepto por las características del mismo. Lo que encontramos con respecto a este concepto es que previo a la actividad el modelo mental de la mitad del alumnado era:

- Dibujo 1: “Me fijo en que el sol está a la izquierda, la persona en el medio, coloco la sombra a la derecha”
- Dibujo 2: “Me fijo en que el sol está a la derecha, la persona en el medio, la sombra debe ir a la izquierda”

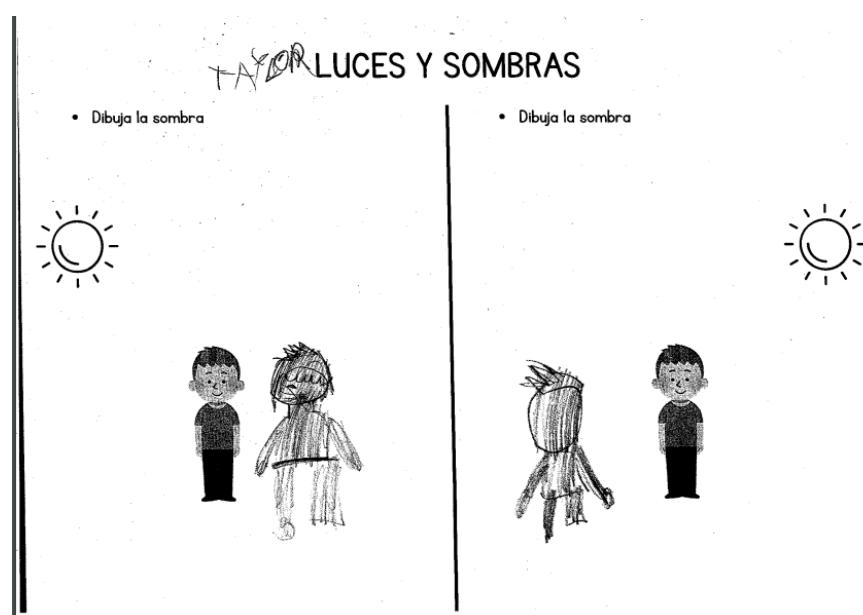
Esto quiere decir que en su modelo mental parecían reconocer la relación directa entre la posición de la fuente de luz, en este caso el sol, y la dirección de la sombra

Sin embargo, el modelo mental de la otra mitad era reproducir lo mismo en los dos dibujos: Si el sol está a la izquierda, se coloca la sombra a la derecha, si el sol está a la derecha, vuelvo a colocar la sombra en la derecha, tal y como se ve en la **Figura 12**, es decir, han dibujado lo mismo. Lo que ha podido ocurrir es que se conciba la sombra como una propiedad estática del objeto, colocándola siempre a la derecha y estos niños/as se encuentren en lo que Ravanis et al. (2010) nominaban como “centraciones conceptuales”, que se basan en que el niño/a en cuestión solo se fije en un aspecto (posición inicial de la sombra) y no logre una coordinación correcta entre fuente de luz, objeto y sombra. Por otro lado, la posibilidad de que la reproducción de la sombra proceda de modelos mentales adquiridos a

partir de las representaciones gráficas de los libros de texto puede influir también. De manera que o bien el modelo es gráfico por reproducción de lo observado previamente, o bien la forma en que se introduce fuerza la representación en la misma secuencia. La identificación del cambio de posición entre los dos dibujos revela si entienden la relación foco-objeto-sombra. El dibujo libre realizado muestra una preferencia por el dibujo con la fuente a la izquierda.



**Figura 12. Dibujos 1 y 2 pre-test “Estudiante G”**



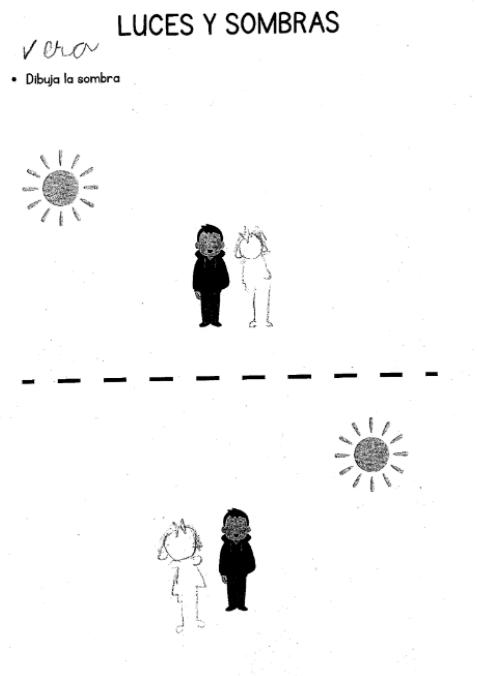
**Figura 13. Dibujos 1 y 2 post-test “Estudiante K”**

Tras la actividad, lo que se observa es que el modelo mental ha cambiado en muchos de los niños/as, en concreto cinco estudiantes han cambiado la forma de representación entre el pre-test y el post-test. Ahora dibujan la sombra en el lado opuesto al foco en ambos dibujos frente a su representación original, como se puede observar en el ejemplo de la **Figura 13**. Por otro lado, el segundo modelo de representación se mantiene en cuatro niños/as y aparecen dos niños/as que han cambiado completamente su respuesta realizando la sombra en el mismo lado que la fuente de luz en ambos dibujos (modelo contrario a lo esperado). En este caso no se conocen los motivos para que haya ocurrido esto.

En cuanto a este concepto, uno de los más relevantes, se valora positivamente el efecto que ha tenido la intervención en el aula, ya que se ha conseguido que una gran parte del alumnado adquiera el modelo mental de relación foco-objeto-sombra con respecto al modelo de experto, mientras que el otro modelo mental, muy recurrente en el pre-test, ha disminuido notablemente.

Previo al siguiente concepto, es interesante destacar que la secuencia de actividades desarrolladas incorporaba cómo se comportaba el plástico y el cartón ante la luz, lo que permitía construir el concepto de sombra como ausencia de luz (la luz no pasa en los materiales opacos y genera sombra), que es el siguiente concepto a interpretar. Se considera ampliamente importante, ya que las actividades están preparadas para que durante la experimentación el alumnado lo observe recurrentemente.

Así pues, en los dibujos previos a la intervención, se observa que la mayoría de los niños (14 y 12 respectivamente) dejaban la sombra sin pintar o blanca y dibujaban detalles internos (**Figura 14**), lo que sugiere un modelo mental en el que la sombra se concibe como algo que sale del objeto, como si se tratase de una extensión o una copia de la persona. Este modelo es coherente con lo expuesto por Piaget (1930) y Guesne (1985), quienes identifican esta etapa madurativa de los niños/as (6-7 años) como una fase preconceptual, donde la sombra todavía no se relaciona con ausencia de luz.



**Figura 14. Dibujos 1 y 2 pre-test “Estudiante O”**

Tras la actividad, la mayoría cambió, en este caso fueron 9 y 5 estudiantes respectivamente (los niños/as que dejaron la sombra sin pintar o blanca y dibujaron detalles internos). Esto implica que los demás pintaron las sombras negras o muy oscuras y no dibujaron detalles en su interior, como en la **Figura 15**. Esto sugiere un importante cambio en muchos de los niños/as pasando de un modelo mental inicial en el que presumiblemente la sombra era concebida como una reproducción del objeto/persona a un modelo más ajustado al pensamiento científico y, por tanto, al modelo de experto planteado. Además, aunque se haya comentado anteriormente la fase preconceptual de esta característica de la sombra, el propio Piaget, junto con Inhelder, en *The Child's conception of space* (1967) afirma que especialmente si los niños/as tienen acceso a experiencias concretas y manipulativas como precisamente las que se han realizado en la intervención, es esperable una transición de un pensamiento más figurativo y egocéntrico a una comprensión más abstracta y relacional del espacio. Asimismo, Gallegos Cázares et al. (2009) aporta algo de respaldo a esta positiva interpretación de los resultados, ya que nos sugiere que los niños que comienzan a entender la sombra como una zona sin luz, tienden a dibujarla sin detalles, demostrando un gran progreso conceptual, el cual se ha encontrado en este apartado.

## LUCES Y SOMBRAS



**Figura 15. Dibujos 1 y 2 post-test “Estudiante R”**

El siguiente concepto es la comprensión de la sombra como una proyección, la cual se divide en otros tres conceptos. Uno de ellos es la sombra como proyección en cuanto a la forma, es decir, que la sombra siempre tiene el mismo contorno o morfología que el objeto que la genera. Es algo que los niños/as tenían bastante presente, ya que tanto previo a la actividad como posterior a ésta, la mayoría de los niños/as dibujaron la forma de la sombra correctamente (14 y 17 respectivamente). Esto da lugar a pensar que ya tenían un modelo mental previo en el que podrían entender que la sombra no tiene su propia forma, si no que depende de la forma del objeto que bloquea la luz y por tanto, viene derivada del objeto/persona y no es algo separado o externo que se pueda deformar como queramos. Si bien es cierto que hay un pequeño número de alumnos/as que han realizado formas distintas y han agregado elementos a la sombra, etc. El resultado es muy positivo porque la mayoría del alumnado parecía tener un modelo más ajustado al científico y tras la actividad la sigue conservando, además de que varios se han unido a él. Según Gallegos Cázares et al. (2009) y Feher & Rice (1988), este concepto suele consolidarse antes que otros más complejos, como el tamaño o la dirección/lugar, debido a que posee un gran componente perceptivo, por lo que se puede interpretar fácilmente mediante la vista a través de la actividad. En términos del desarrollo cognitivo, podría decirse que el alumnado comprende la relación entre la forma del objeto y la forma de la sombra que éste genera (Piaget & Inhelder, 1967).

## LUCES Y SOMBRAS

- Dibuja la sombra

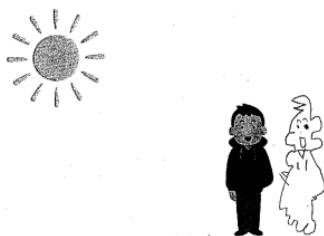
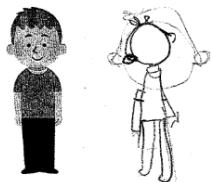


Figura 16. Dibujos 1 y 2 pre-test “Estudiante J”

Sofia

## LUCES Y SOMBRAS

- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra

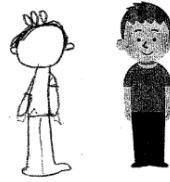
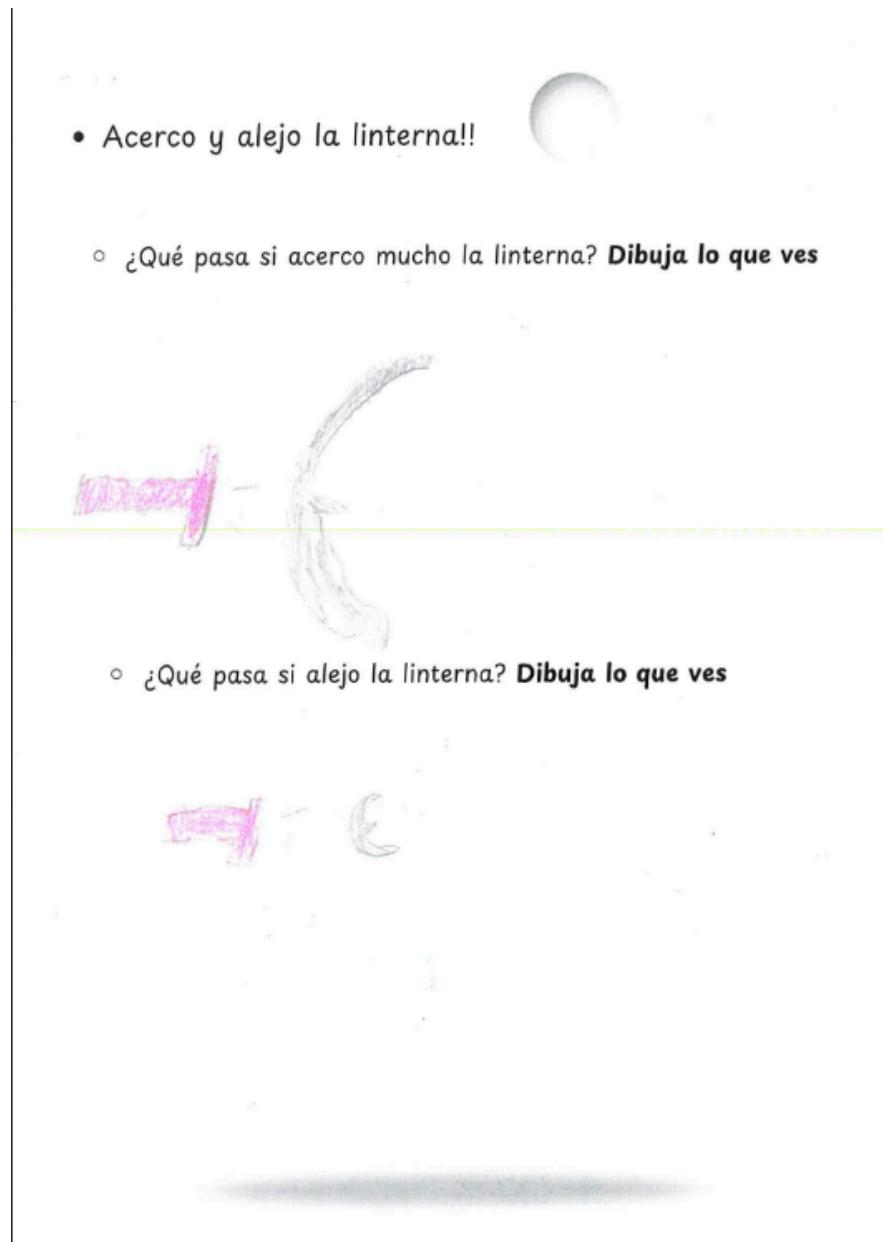
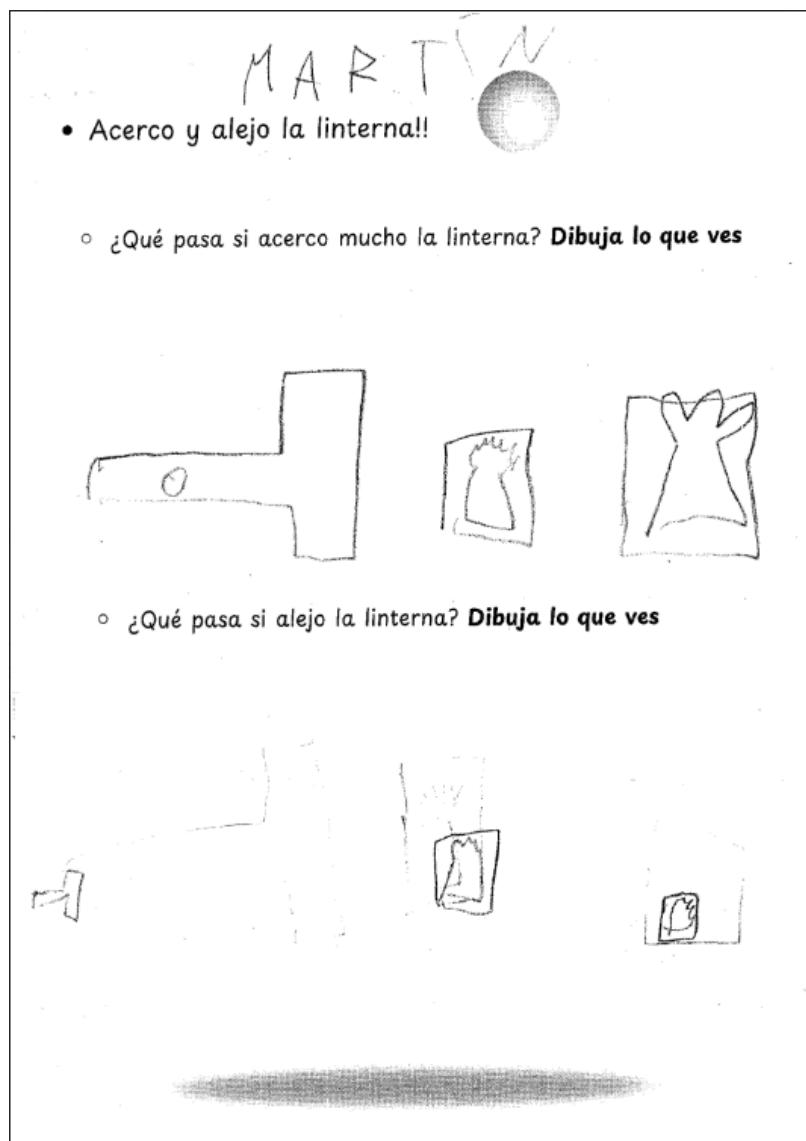


Figura 17. Dibujos 1 y 2 post-test “Estudiante N”

Otro de los conceptos derivados de la sombra como proyección está relacionado con el tamaño, que era quizás uno de los más complejos de demostrar en el dibujo, aunque a su vez de los más sencillos de trabajar durante la actividad. El alumnado experimentó perfectamente que si se alejaba la linterna, la sombra se hacía más pequeña, pero si acercaba la linterna, la sombra se hacía más grande y así lo demostraron dibujándolo en los guiones, tal y como se ve en la **Figura 18** y la **Figura 19**.



**Figura 18. Guión actividad 3 “Estudiante O”**



**Figura 19. Guión actividad 3 “Estudiante B”**

La ausencia de modelización del fenómeno geométrico (reconstrucción geométrica de la sombra dependiendo de la posición del foco-objeto-sombra) es un aspecto complejo. La observación de las imágenes parece mostrar que usar el sol como referente para la modelización del fenómeno puede no ser adecuada. La interacción se realiza con linternas y objetos, en los que los estudiantes interaccionan intencionalmente con el fenómeno y lo reproducen. Sin embargo, el cambio al sol y su posición elevada implica una posición más compleja de la interacción en la que el foco no puede moverse, y por lo tanto es el objeto que se mueve con respecto al foco. El que el foco esté en la parte superior, situación no desarrollada en la actividad práctica, puede generar que no haya una representación gráfica de la sombra en perspectiva o la relación del tamaño con respecto a la posición del foco.

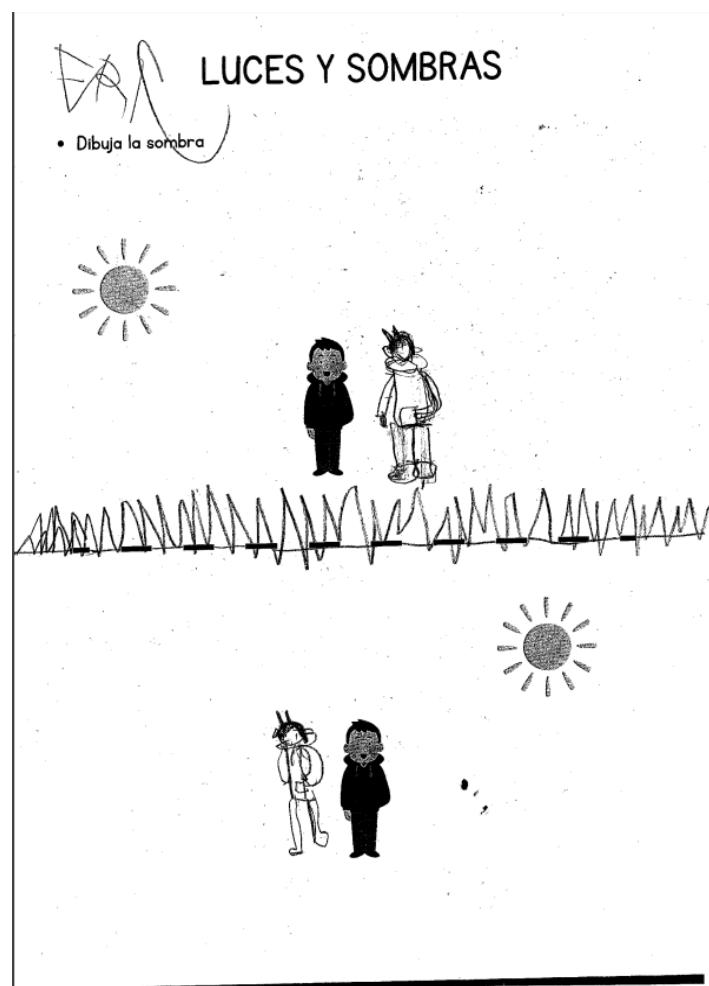
Esto se ha contemplado como un aspecto a mejorar si se volviese a repetir la secuencia didáctica. Al parecer, ha sido muy complejo de plasmar en el dibujo, por ello encontramos que en el pre-test dos estudiantes dibujaron la sombra más pequeña, por ejemplo en los dibujos 1 y 2, pero tras la actividad, ningún niño/niña lo ha hecho o ha dado indicios de razonar o comprender esto, es decir, no lo han dibujado en al menos los dos primeros dibujos del post-test (guiados).

Es un resultado que se puede considerar negativo, pero se han de señalar varios matices, no se considera algo negativo en cuanto a concepto a enseñar o a aprender por parte del alumnado en esta edad, ya que como se comentaba anteriormente, el niño/a ha sido capaz de observar que la sombra cambia de tamaño con ayuda de la linterna. Ha habido una mezcla de pequeños conceptos dentro de éste, lo que hace que la actividad dedicada al concepto de la comprensión de la sombra como proyección en cuanto al tamaño no concuerde con la evaluación de los dibujos pre-test y post-test, ya que se pedían cosas diferentes y que no han logrado experimentar debido al propio diseño de la actividad. Con lo cual, es un claro aspecto a mejorar, ya que se considera que si los dibujos guiados hubiesen tenido en cuenta y variado esa distancia y posición entre la fuente de luz y el objeto, este concepto podría haber sido plasmado por los niños/as.

El siguiente concepto tiene relación con la sombra como proyección, pero en este caso en cuanto al lugar. Este concepto tiene que ver con términos geométricos, ya que dependiendo del ángulo de los rayos de luz de la fuente, la sombra se proyectará en un lugar o en otro. En este caso, en los dibujos guiados (pre-test y post-test) se encuentra el sol en lo alto, por tanto, la sombra se generará en el suelo. En los dibujos, lo que se observa es que tanto previo a la actividad como tras ella, la mayoría de los niños/as no proyectan la sombra en el suelo, si no que la dibujaron al lado de la persona como una réplica, véase la **Figura 20**, por tanto quizás no han tenido en cuenta la dirección de la luz y sobre todo no contemplan el plano en el que debe ir proyectada. Según Piaget e Inhelder (1967), este modelo se asocia con una relación topológica primaria, en la cual se contempla que el niño/a sabe que debe haber una sombra cerca, pero no es capaz de coordinar los tres elementos del sistema físico: Observa la fuente de luz, observa el objeto, pero no aprecia la superficie que recibe a la sombra que se debe generar en ella. También se relaciona con las centraciones conceptuales que se comentaban anteriormente (el niño se centra en el objeto y no en el sistema completo) que proponen las descripciones de Ravanis et al. (2010).

En contraste con esto, sí que hay varios niños que proyectan la sombra correctamente, como en el ejemplo de la **Figura 21**, de hecho son los mismos tanto en el pre-test como en el

post-test excepto uno/a que en el post cambia la posición de proyección. Este cambio indica que no han desaprendido el modelo mental que poseían previamente. Este modelo está más ajustado al científico y por tanto al modelo de experto, que establece que la superficie en la que se proyecta la sombra viene determinada por la orientación de la luz. En el caso de los dibujos, dado que el sol está arriba, la sombra debe ir proyectada en el suelo, algo que no han podido observar de manera directa durante la experimentación de la actividad, ya que todo el trabajo con las linternas y los objetos se centró en proyectarlo en las paredes y no hubo recomendaciones del docente para proyectarlo en el suelo y poder adquirir así un modelo más complejo.



**Figura 20. Dibujos 1 y 2 pre-test “Estudiante C”**

## LUCES Y SOMBRA *Nic*

• Dibuja la sombra



• Dibuja la sombra



Figura 21. Dibujos 1 y 2 “Estudiante A”

## **9. Conclusiones y reflexiones**

En el inicio del TFG, a partir de mi experiencia personal a lo largo de tercero de grado, en la asignatura de Didáctica del Medio Biológico y Geológico, tuve perspectiva de la complejidad del sistema sol-tierra y que, en ocasiones, no se comprende no solo en primaria sino en secundaria e incluso en la vida adulta se encuentran numerosas ideas alternativas. Mi objetivo inicial era trabajar sobre este tópico a lo largo del TFG y de las Prácticas Escolares III. En el momento del inicio de las prácticas cuando fui asignado a primer ciclo (primer curso de primaria) me di cuenta que trabajar dicho tópico era más complejo de lo que pensaba. El propio concepto y lo que podrían necesitar para entenderlo me llevó a reorientar la intervención y contemplar el trabajo de las sombras y el origen de las mismas como una identificación acerca de qué deben saber para poder trabajar después sobre conceptos más complejos.

El diseño de la actividad se planteó para conocer las ideas previas de los estudiantes, así como implementar una secuencia de actividades para trabajar los tipos de materiales, la presencia de luz que no llega cuando el material es opaco, la generación de la sombra y su posición en relación al sistema foco-objeto-sombra con la perspectiva de establecer una relación de causalidad entre el foco, la interacción con el objeto y la generación de la sombra por no llegar luz a esas zonas. Se incorporaron aspectos, hacia el final de la actividad, relacionado con que la luz se refleja (con la idea de trabajo posterior de que la Luna no emite luz sino que refleja la del sol) y que la sombra es ausencia de luz, por lo que no depende del color del foco utilizado.

El diseño ha requerido la creación de un modelo de experto, una secuenciación de objetivos y una comprobación y análisis de resultados previos a la implementación. La secuencia desarrollada se ha evaluado desde la comparación de las ideas previas a partir de la implementación que ha permitido identificar qué aspectos han podido funcionar y cuáles habría que rediseñar o adaptar a la edad de los estudiantes. El desarrollo de la secuencia didáctica ha demostrado la importancia de trabajar contextos de aprendizaje basados en la experimentación y la manipulación para la construcción de modelos cercanos al científico. A partir del análisis de los dibujos realizados antes y después de la intervención, se ha observado un gran progreso en la comprensión de ciertos aspectos sobre la formación de las sombras, como su orientación, color, forma y ausencia de detalles. Estos resultados sugieren que la actividad ha sido eficaz para provocar un cambio en buena parte del alumnado, fijando modelos mentales coherentes con el pensamiento científico.



**Figura 22. Fotos de la intervención**

Sin embargo, también se han identificado complicaciones, especialmente en los conceptos relacionados con el tamaño y el lugar de proyección de la sombra. Estas dificultades pueden deberse tanto a la falta de adaptación del diseño de la actividad como a la madurez cognitiva del alumnado. En este sentido, se plantea la necesidad de mejorar la secuencia didáctica, incluyendo más oportunidades para experimentar con la posición de la

fuente de luz y el espacio de proyección, así como reforzar la observación y el apoyo por parte del docente.

Finalmente, esta experiencia ha reforzado mis principios de sostener el valor del aprendizaje experiencial y de las ciencias en el aula, incluso en las etapas más tempranas, donde quizás parece más alejada la idea de construir modelos explicativos relacionados con el pensamiento científico. El uso del dibujo como herramienta de evaluación ha sido un acierto para observar los modelos mentales del alumnado y valorar de forma cualitativa el cambio y progreso. Considero que este tipo de propuestas no solo favorecen el aprendizaje de las ciencias, sino que también estimulan la curiosidad, el pensamiento crítico y la capacidad de observar y preguntarse por el mundo que les rodea.

## Bibliografía

- Ravanis, K., Zacharos, K., & Vellopoulou, A. (2010). The formation of shadows: The case of the position of a light source in relevance to the shadow. *Acta Didactica Napocensia*, 3(3), 1–6.
- Gallegos Cázares, L., Flores Camacho, F., & Calderón Canales, E. (2009). Preschool science learning: The construction of representations and explanations about color, shadows, light and images. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 3(1), 49–73.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1967). *The child's conception of space*. New York: Norton.
- Rigo Carratalà, E. (1984). La representación del espacio en el niño en la obra de J. Piaget. *Educació i Cultura: Revista Mallorquina de Pedagogia*, (4), 145–169.  
<https://www.raco.cat/index.php/EducacioCultura/article/view/70139/86442>
- Vygotsky, L. S. (1978). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- Feher, E., & Rice, K. (1988). Shadows and anti-images: Children's conceptions of light and vision. *Science Education*, 72(5), 637–649.  
<https://doi.org/10.1002/sce.3730720506>
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Open University Press.
- Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 5–24.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>

- Parker, J. (2006). Exploring the impact of varying degrees of cognitive conflict in the generation of both subject and pedagogical knowledge as primary trainee teachers learn about shadow formation. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1545–1577. <https://doi.org/10.1080/09500690600688835>
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). *Learning in science: The implications of children's science*. Heinemann.
- Arias Silgo, P. (2020). *¿Qué es la luz y la sombra en el dibujo artístico?* [PDF]. <https://pedroariassilgo.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/04/quc3a9-es-la-luz-y-la-sombra-en-el-dibujo-artc3adstico.pdf>
- Gobierno de Aragón. Departamento de Educación, Cultura y Deporte. (2022). *Orden ECD/1112/2022, de 18 de julio, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación de la Educación Primaria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón*. Boletín Oficial de Aragón, 145, 20259–20412.
- Gobierno de Aragón. Departamento de Educación, Cultura y Deporte. (2022). *Ciencias de la Naturaleza. Currículo de Educación Primaria*. <https://educa.aragon.es/documents/20126/2773107/%5B02.01%5D+Ciencias+de+la+Naturaleza.pdf/9a89d7fd-cac6-9192-9fb5-473442c4f9f3?t=1661254420609>
- Wikipedia. (s. f.). *Sombra*. Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Sombra>
- Science Learning Hub. (s. f.). *An object is always between a light source and the surface on which its shadow forms*. <https://www.sciencelearn.org.nz/images/4012-an-object-is-always-between-a-light-source-and-the-surface-on-which-its-shadow-forms>
- UNAM. (s. f.). *Tipos de sombra*. Portal Académico CCH UNAM. <https://portalacademico.cch.unam.mx/teg1/claroscuro/tipos-de-sombra>

- Santillana. (s. f.). *¿Por qué cuando hay luz, hay sombras?* Ruta Maestra.  
<https://rutamaestra.santillana.com.co/por-que-cuando-hay-luz-hay-sombras/>
- PEEP and the Big Wide World. (s. f.). *Sombras grandes y pequeñas.*  
<https://www.peepandthebigwideworld.com/es/educadores/curriculum/educadores-en-centros-de-cuidado/las-sombras/activity/actividades-independientes/524/sombras-grandes-y-pequenas/>
- Ceballos Méndez, M. (2005). *El modelo de aprendizaje experiencial de David Kolb.* Revista Apertura, 5(2).  
<http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura//index.php/apertura/article/view/21/30>
- Carabelli, V. (2021, octubre 13). *Modelo de aprendizaje de Kolb.* LinkedIn.  
<https://es.linkedin.com/pulse/modelo-de-aprendizaje-kolb-vanessa-carabelli>
- Piensa en Competencias. (2022, febrero 14). *Aprender desde la experiencia: el modelo de Kolb para el desarrollo de habilidades.*  
<https://piensaencompetencias.com/aprender-desde-la-experiencia-el-modelo-de-kolb-para-el-desarrollo-de-habilidades/>
- Rutherford House School. (2020). *Science: Investigating shadows* [PDF].  
<https://www.rutherfordhouseschool.co.uk/wp-content/uploads/2020/07/Science-investigating-shadows.pdf>

## Anexos

### Anexo I

#### LUCES Y SOMBRA

- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



#### LUCES Y SOMBRA

- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.

**Anexo II**

---

NOMBRE:

## Cazadores de sombras



- Investiga qué pasa si apunto con la linterna
  - ¿Qué pasa si coloco la linterna delante del **cartón**?
  - ¿Qué pasa si coloco la linterna delante del **plástico**?
- Dejan pasar la misma luz? \_\_\_\_\_
- Apunta al cartón y haz un **dibujo** de lo que ves



- Apunta con la linterna y averigua qué pasa

- Dibuja lo que ves cuando apuntas al cartón

- Dibuja lo que ves cuando apuntas al plástico

- Acerco y alejo la linterna!!



- ¿Qué pasa si acerco mucho la linterna? **Dibuja lo que ves**

- ¿Qué pasa si alejo la linterna? **Dibuja lo que ves**

**Anexo III**

**Estudiante G**

## LUCES Y SOMBRA

S A Ol

- Dibuja la sombra



— — — — — — — — — —



• Dibuja el sol, una persona y su sombra.



SAR

## LUCES Y SOMBRAS

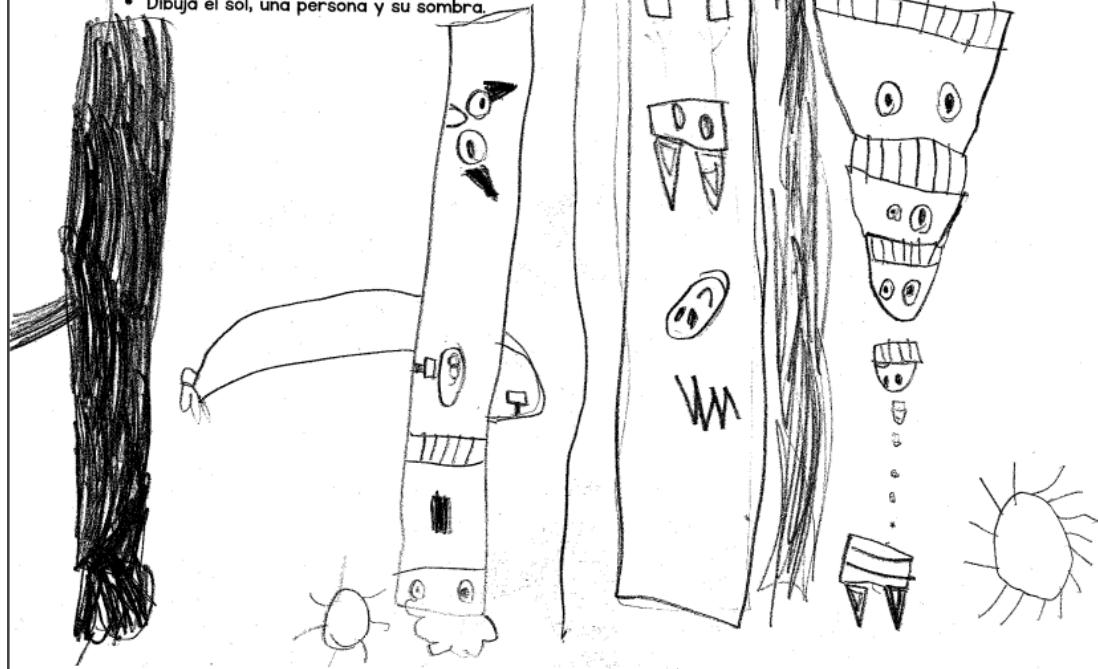
- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra



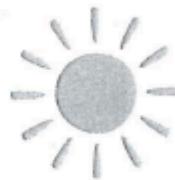
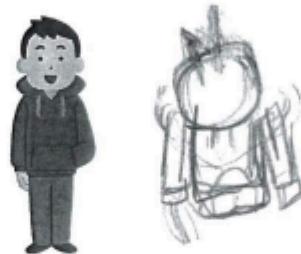
- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



Estudiante H

## ~~NHADUNGO~~ LUCES Y SOMBRAS

- Dibuja la sombra

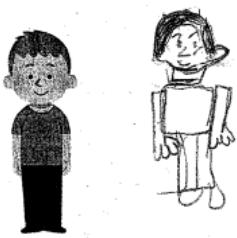


• Dibuja el sol, una persona y su sombra.

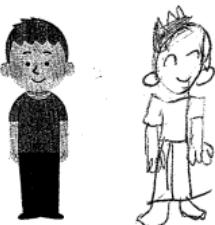


# Niña y niño LUCES Y SOMBRAS

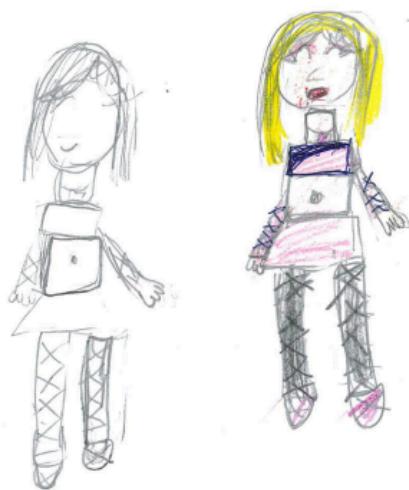
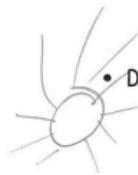
• Dibuja la sombra



• Dibuja la sombra



• Dibuja el sol, una persona y su sombra.



Estudiante I

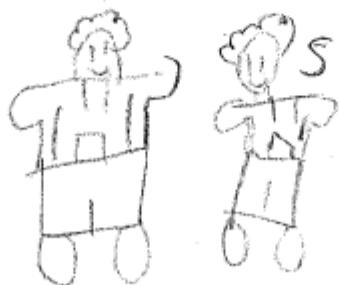
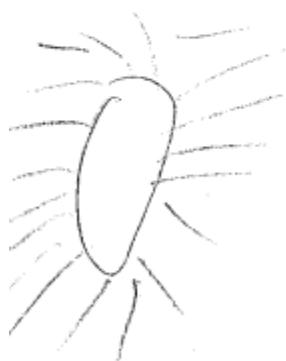
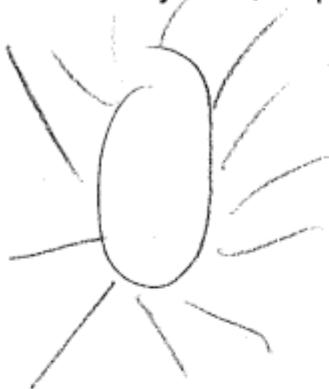
# Cristiano

## LUCES Y SOMBRAS

- Dibuja la sombra



• Dibuja el sol, una persona y su sombra.



CRISTIÁNO

## LUCES Y SOMBRAS

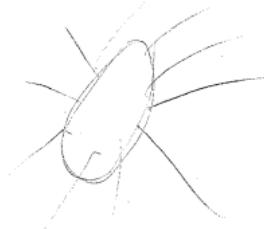
- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra

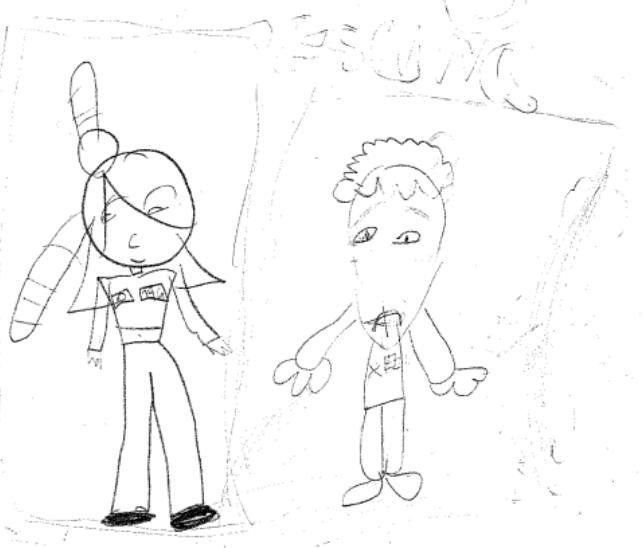


- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



CRISTIÁNO

GIGI



Estudiante J

## LUCES Y SOMBRA

- Dibuja la sombra



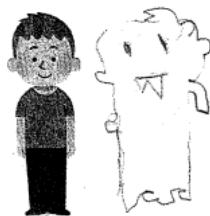
IV A N

• Dibuja el sol, una persona y su sombra.



## LUCES Y SOMBRAS

• Dibuja la sombra



• Dibuja la sombra



IVAN

• Dibuja el sol, una persona y su sombra.



Estudiante K

## TAREA LUCES Y SOMBRAS

- Dibuja la sombra



• Dibuja el sol, una persona y su sombra.



## TAREA LUCES Y SOMBRAS

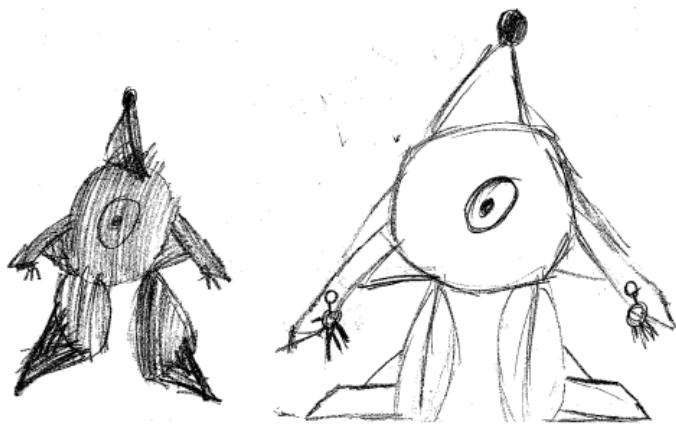
- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra



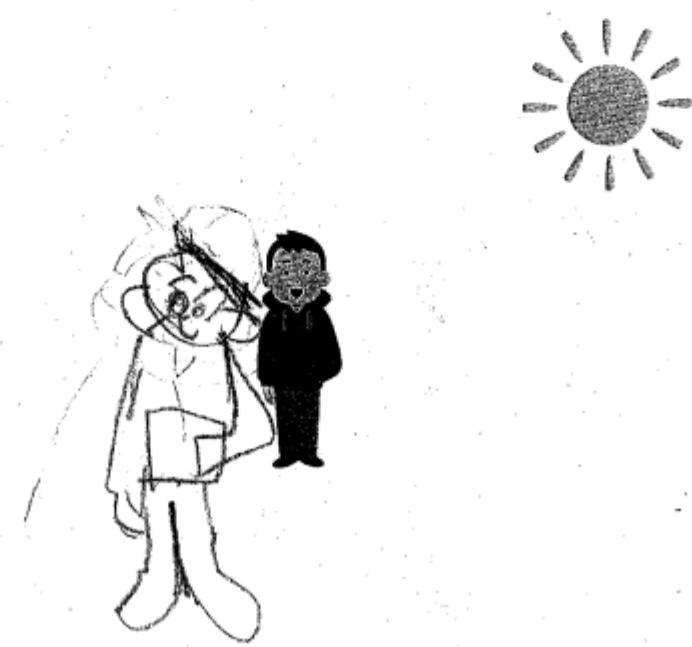
- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



Estudiante L

# ANDRÉS LUCES Y SOMBRA

- Dibuja la sombra

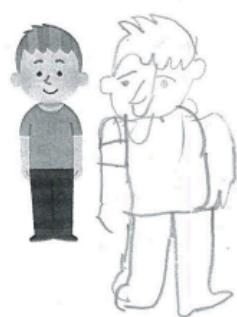


- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



ANDRÉS 2-42025 LUCES Y SOMBRAS

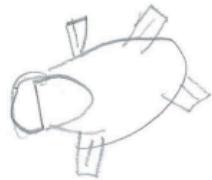
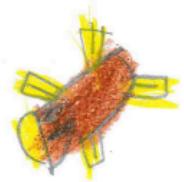
- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



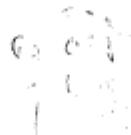
Estudiante M

Julieta  
LUCES Y SOMBRAS

- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



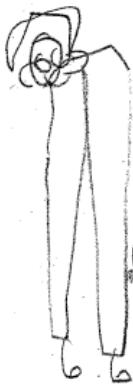
Jueves

## LUCES Y SOMBRAS

- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



Estudiante N

Aylen ❤️   
**LUCES Y SOMBRA**

- Dibuja la sombra



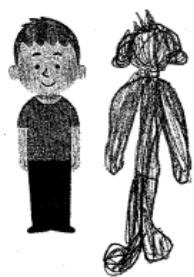
- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



*aylen*

## LUCES Y SOMBRA

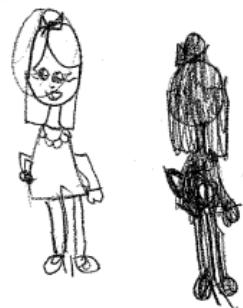
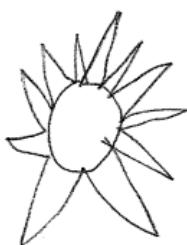
- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.

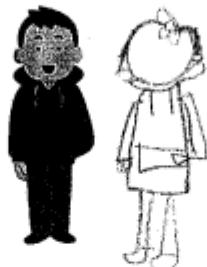


Estudiante N

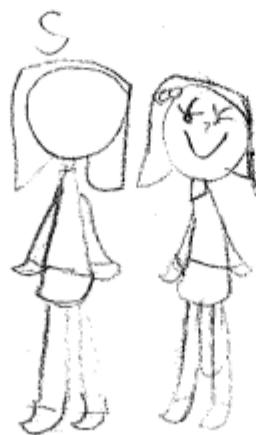
## LUCES Y SOMBRA

Sofia

- Dibuja la sombra



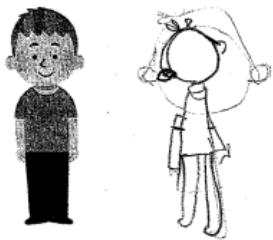
• Dibuja el sol, una persona y su sombra.



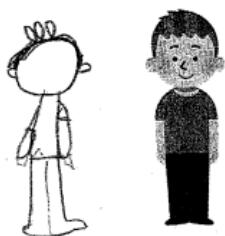
Sofía

## LUCES Y SOMBRA

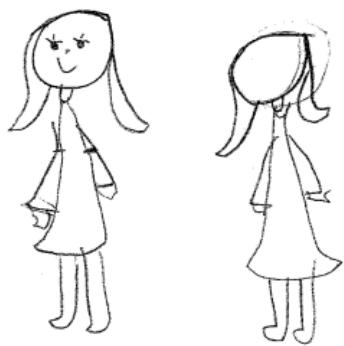
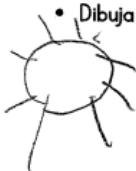
- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



Estudiante O

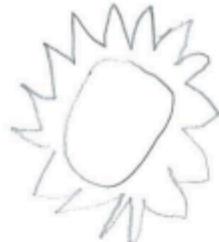
## LUCES Y SOMBRAS

*Vera*

- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



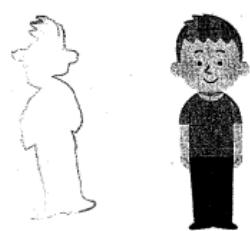
Ventana

## LUCES Y SOMBRAS

- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.

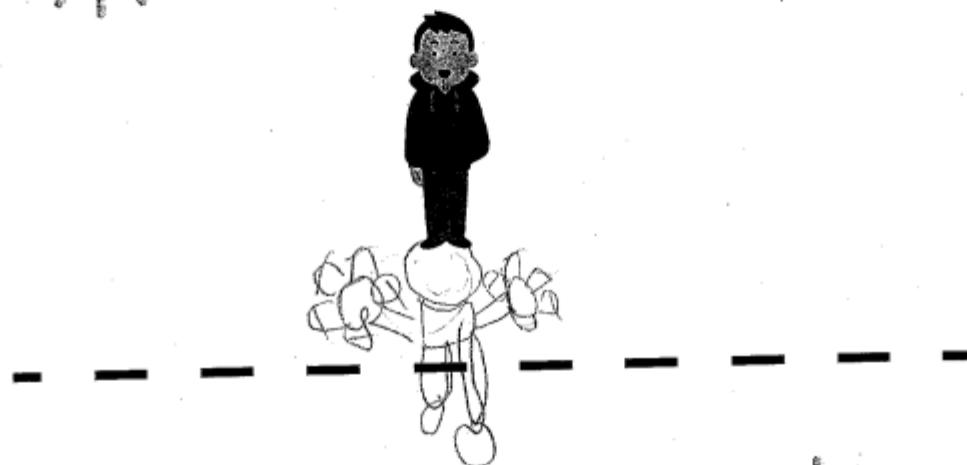


Estudiante P

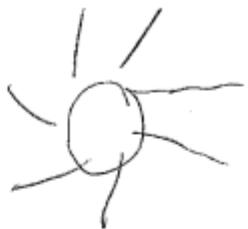
# LUCES Y SOMBRAS

NEREA

- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



NEFÁ

## LUCES Y SOMBRA

- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



Estudiante Q

---

## LUCES Y SOMBRAS

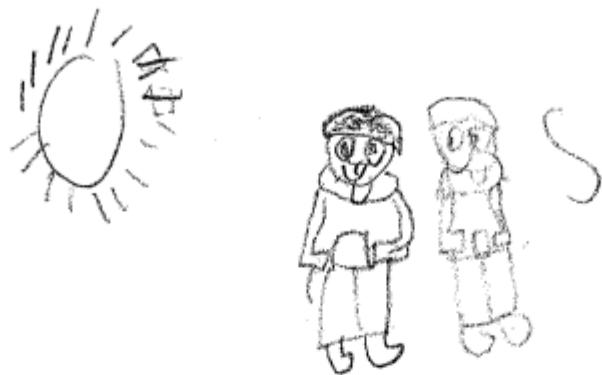
- Dibuja la sombra



---

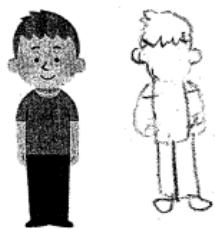
**ADRIÁN**

• Dibuja el sol, una persona y su sombra.



# ADRIÁN LUCES Y SOMBRAS

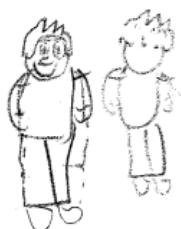
- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.

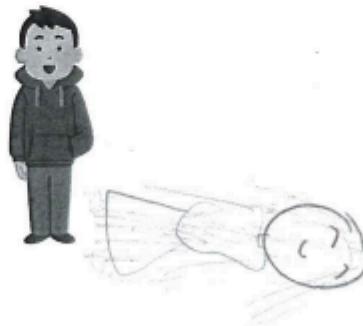
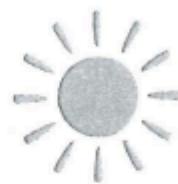


Estudiante R

## LUCES Y SOMBRAS

- Dibuja la sombra

ELISA



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



## LUCES Y SOMBRA

- Dibuja la sombra



EUSA



- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



Estudiante A

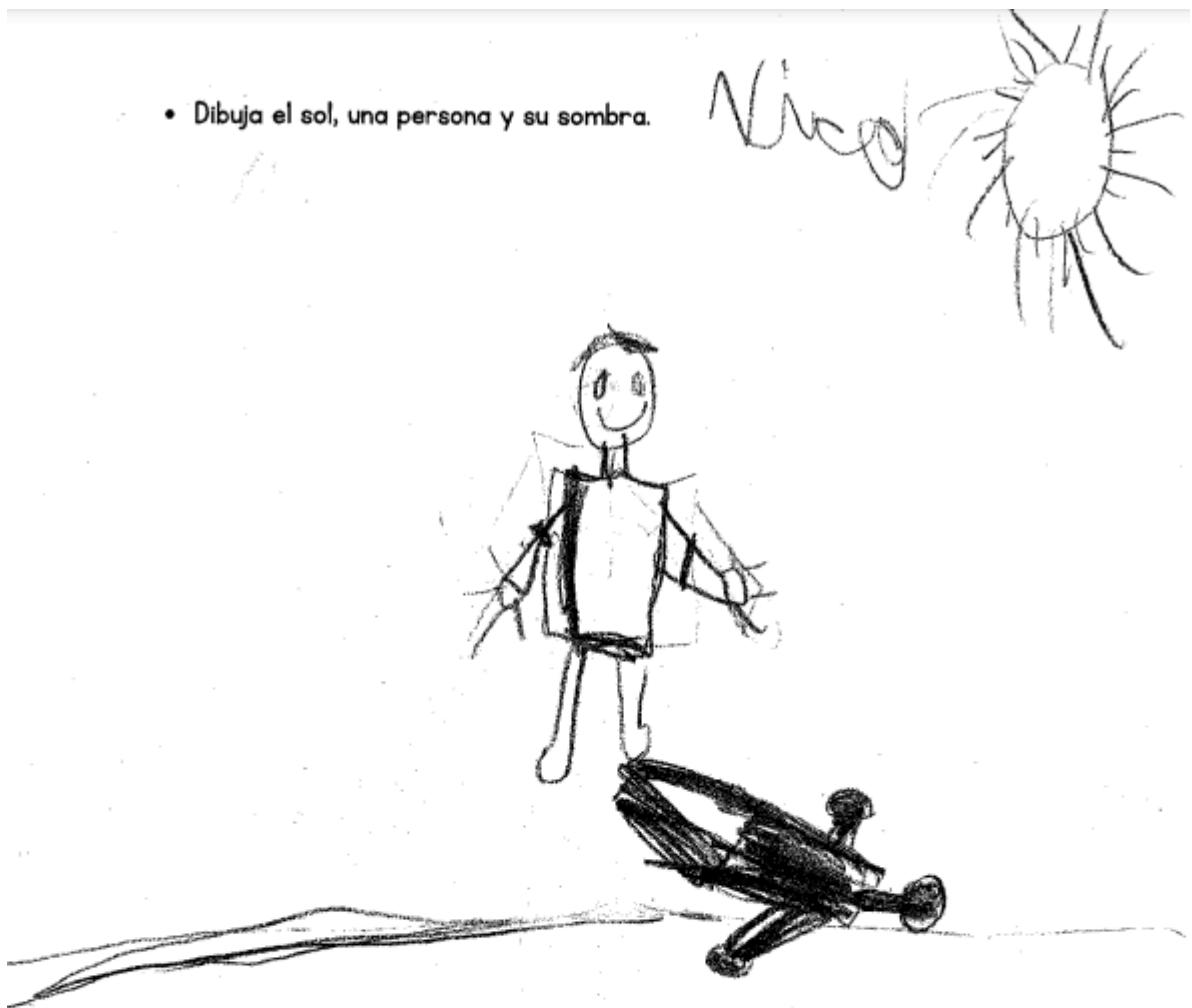
## LUCES Y SOMBRAS

Nicole

- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



## LUCES Y SOMBRA

Nicoy

- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



1/1/22

Estudiante B

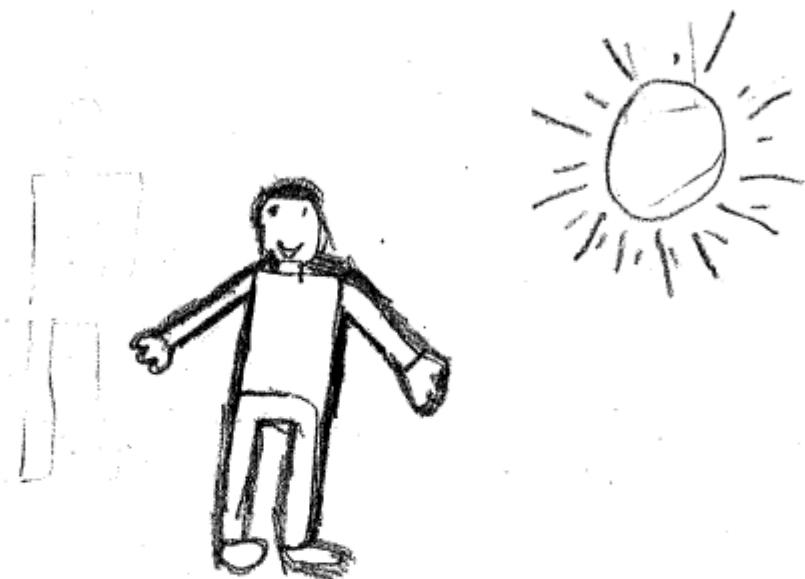
## LUCES Y SOMBRA

Martin

- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



## MARTI LUCES Y SOMBRAS

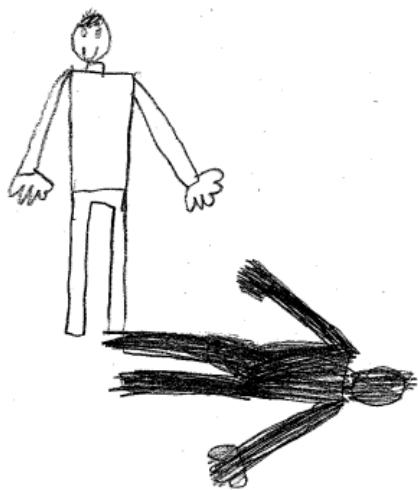
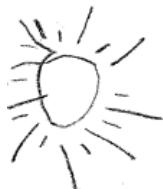
- Dibuja la sombra



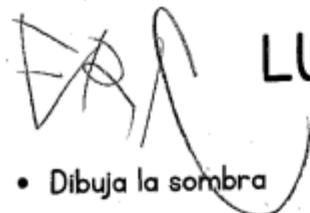
- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.

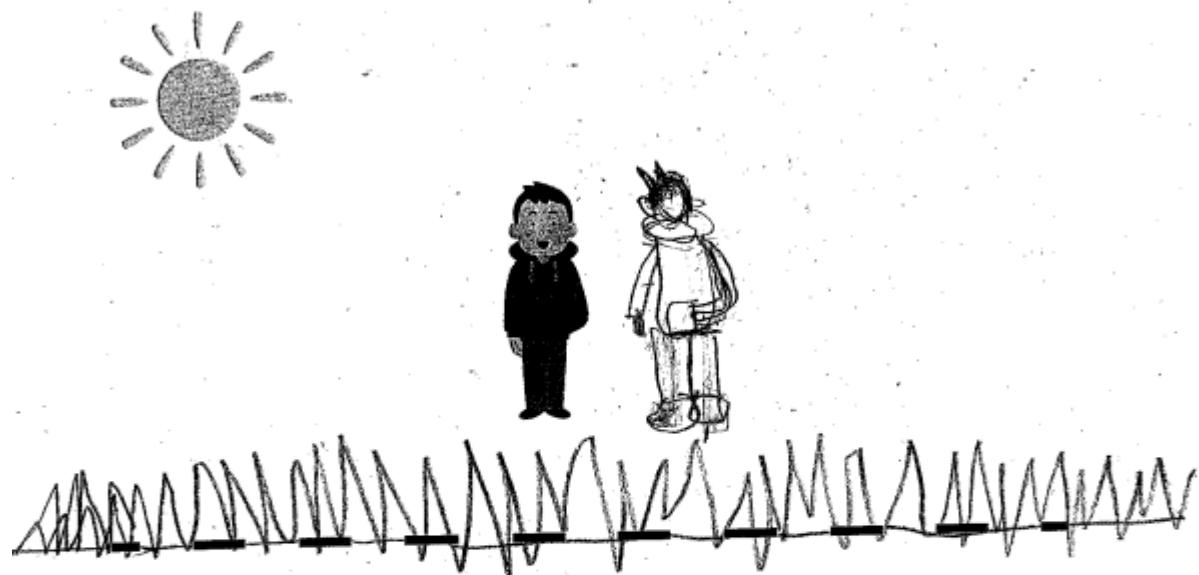


Estudiante C



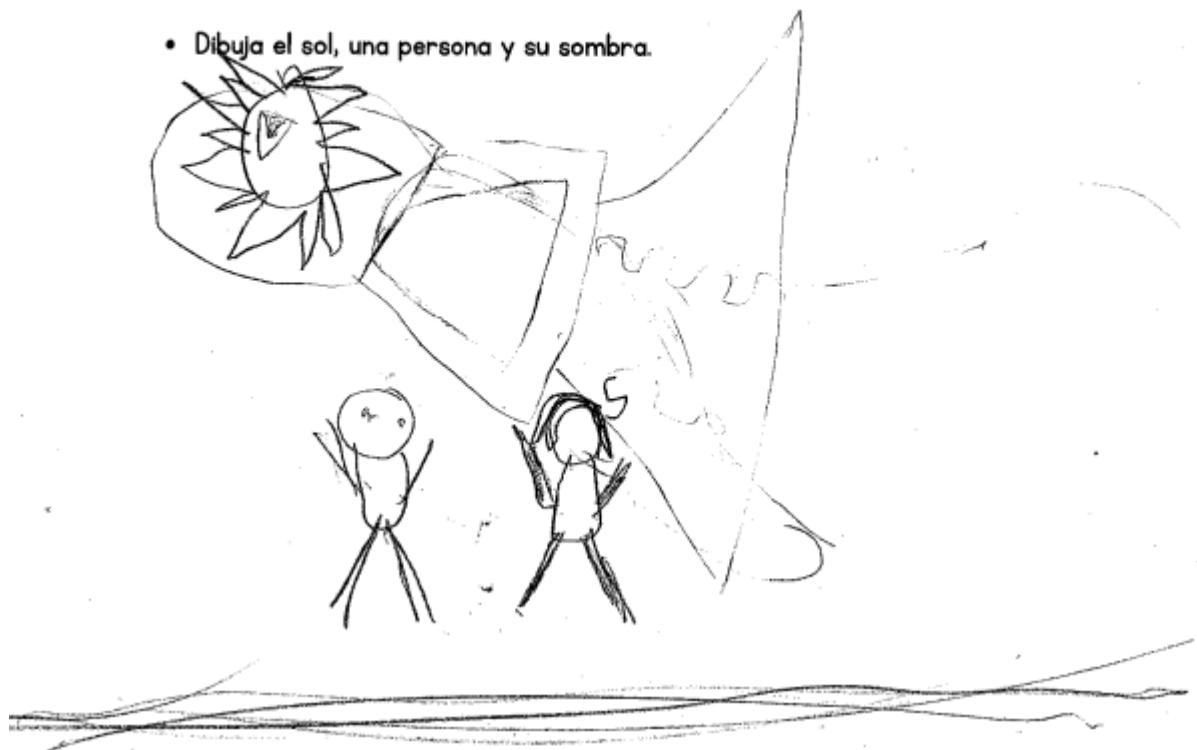
## LUCES Y SOMBRA

- Dibuja la sombra



---

- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



## LUCES Y SOMBRA

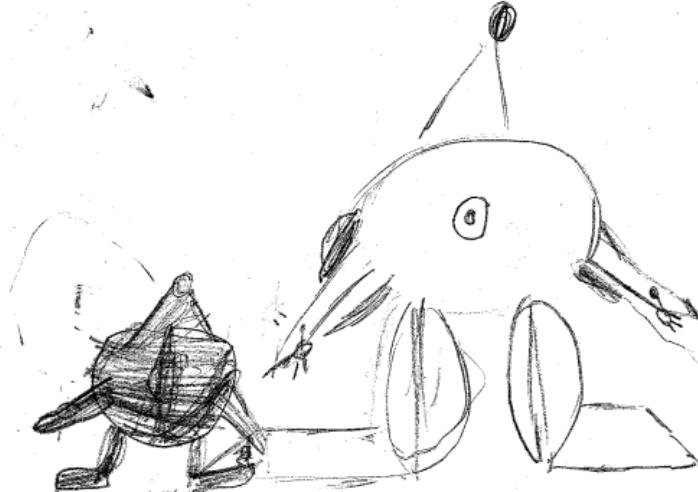
• Dibuja la sombra



• Dibuja la sombra



• Dibuja el sol, una persona y su sombra.

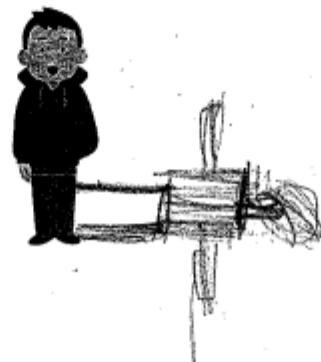
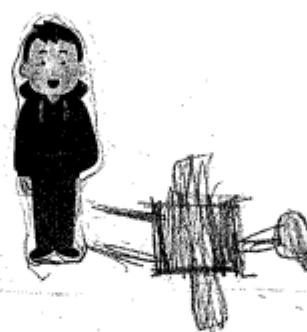


Estudiante D

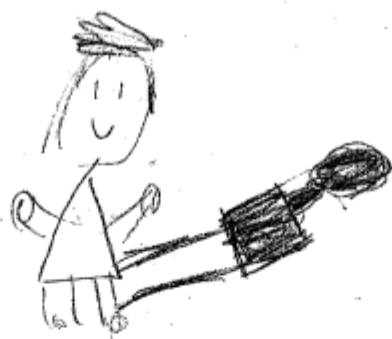
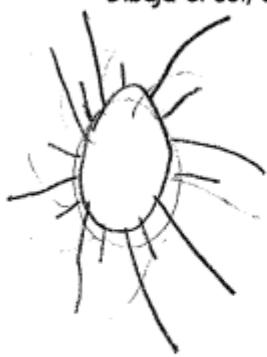
## LUCES Y SOMBRAS

NOA

- Dibuja la sombra



• Dibuja el sol, una persona y su sombra.



## LUCES Y SOMBRA

Noa

- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



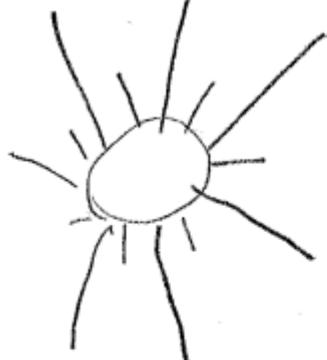
Estudiante E

# NEYRIS LUCES Y SOMBRA

- Dibuja la sombra



• Dibuja el sol, una persona y su sombra.



NEYRIS



NEYRIS

## LUCES Y SOMBRA

- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



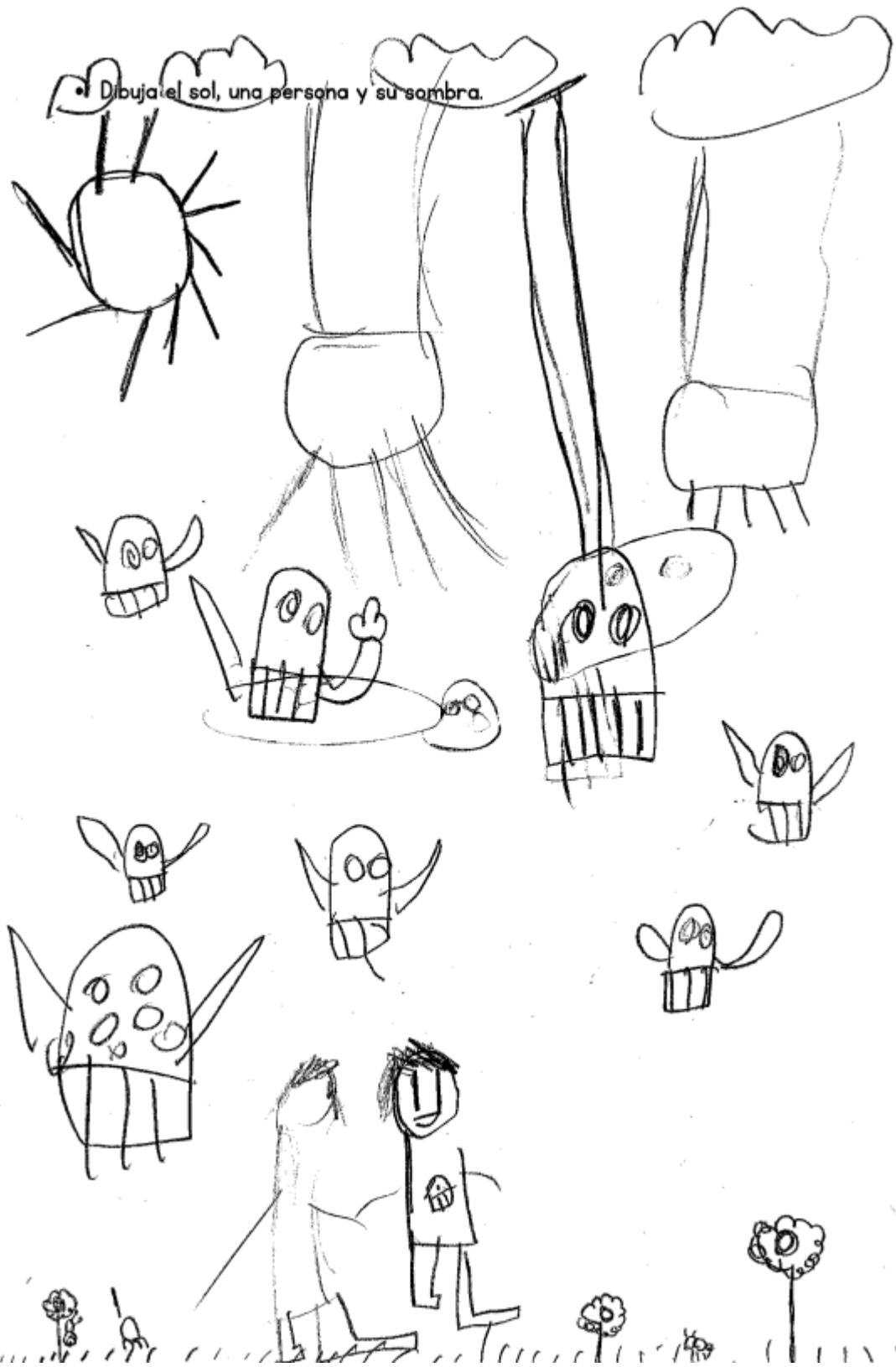
Estudiante F

## LUCES Y SOMBRAS

Adan

- Dibuja la sombra





ADA'N

## LUCES Y SOMBRA

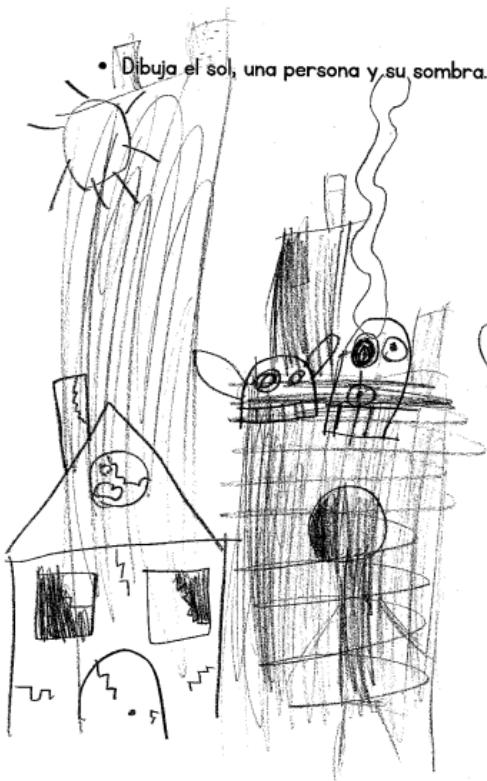
- Dibuja la sombra



- Dibuja la sombra



- Dibuja el sol, una persona y su sombra.



## Anexo IV

Estudiante G

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        |          | X        |           |          |          |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          | X        |          | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra blanca o clara               |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       |          | X        | X        |           |          |          |
|  | Sombra junto al objeto              | X        |          |          | X         | X        | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          |          | X        |           |          |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          | X        |          | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos |          |          | X        |           |          |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos | X        | X        |          | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

Estudiante H

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        |          | X        | X         |          |          |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          | X        |          |           | X        | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra junto al objeto              | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     | X        |          |          |           |          |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          |          | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos |          | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos | X        |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

Estudiante I

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra junto al objeto              | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos | X        | X        | X        |           |          | X        |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos |          |          |          | X         | X        |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

Estudiante J

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          |           |          | X        |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        | X        | X         | X        |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra junto al objeto              | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     | X        |          |          |           |          |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          | X        | X        |           |          | X        |
|  | Sombra igual que el objeto          |          |          |          | X         |          | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos | X        | X        | X        | X         | X        |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos |          |          |          |           |          | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           |          |          | X        |           |          | X        |
|  | Forma diferente al objeto           | X        | X        |          | X         | X        |          |

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          | X         | X        | X        |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        | X        |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra junto al objeto              | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          |          |          | X         | X        |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          | X        | X        |           |          | X        |
|  | Sombra igual que el objeto          | X        |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos | X        | X        | X        |           |          | X        |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos |          |          |          | X         | X        |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        | X        | X         | X        |          |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

Estudiante L

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        | X        |          | X         | X        | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          |          | X        |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra junto al objeto              | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     | X        | X        |          | X         | X        | X        |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          | X        |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos | X        | X        | X        | X         | X        |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos |          |          |          |           |          | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

Estudiante M

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        |          | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          | X        |          |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra proyectada en el suelo       | X        | X        |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra junto al objeto              |          |          | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra más grande que el objeto     |          |          |          | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más pequeña que el objeto    | X        | X        | X        |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra con rasgos/detalles internos | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra sin rasgos/detalles internos |          |          |          |           |          |          |
|  | Misma forma que el objeto           |          |          |          |           |          | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Forma diferente al objeto           | X        | X        | X        | X         | X        |          |

Estudiante N

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          | X         | X        | X        |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        | X        |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra junto al objeto              | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          | X        |          |           |          |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          | X        |          | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos | X        | X        | X        |           |          |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos |          |          |          | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

Estudiante N

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        | X        |          | X         | X        | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          |          | X        |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra junto al objeto              | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

Estudiante O

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra junto al objeto              | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

Estudiante P

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        |          |          | X         |          |          |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          | X        | X        |           | X        | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra junto al objeto              |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          |          |          | X         |          |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          |          |           | X        | X        |
|  | Sombra igual que el objeto          | X        | X        | X        |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           |          |          | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           | X        | X        |          |           |          |          |

Estudiante Q

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra junto al objeto              | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    | X        | X        |          |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          |          |          | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos | X        | X        | X        |           |          |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos |          |          |          | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

Estudiante R

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        |          | X        | X         | X        |          |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          | X        |          |           |          | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra blanca o clara               |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       | X        | X        | X        |           |          |          |
|  | Sombra junto al objeto              |          |          |          | X         | X        | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          | X        |          | X         | X        |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          | X        |          | X        |           |          | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos | X        | X        | X        |           |          |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos |          |          |          | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

Estudiante A

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        |          |          |           |          | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          | X        | X        | X         | X        |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra blanca o clara               |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       | X        | X        | X        | X         | X        |          |
|  | Sombra junto al objeto              |          |          |          |           |          | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     | X        | X        |          |           |          |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          | X        |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          |          |          |          | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

Estudiante B

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           |          |          |          | X         |          | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          |          |          |           | X        |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra blanca o clara               |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       |          |          |          | X         | X        | X        |
|  | Sombra junto al objeto              |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra como contorno                | X        | X        | X        |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           |          |          |          | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           | X        | X        | X        |           |          |          |

Estudiante C

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          | X         | X        | X        |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        | X        |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra junto al objeto              | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          |          |           |          | X        |
|  | Sombra igual que el objeto          | X        | X        | X        | X         | X        |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos | X        | X        |          | X         |          |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos |          |          | X        |           | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

Estudiante D

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        |          | X        | X         |          | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          | X        |          |           | X        |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra blanca o clara               |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       | X        | X        | X        | X         | X        |          |
|  | Sombra junto al objeto              |          |          |          |           |          | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          |          |           |          | X        |
|  | Sombra igual que el objeto          | X        | X        | X        | X         | X        |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

Estudiante E

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           | X        |          | X        |           | X        | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco |          | X        |          | X         |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          | X         | X        | X        |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        | X        |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra junto al objeto              |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     |          | X        |          | X         | X        |          |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          | X        |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          | X        |          |          |           |          | X        |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos | X        | X        | X        |           |          |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos |          |          |          | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           |          |          |          |           |          |          |

Estudiante F

| Conceptos  | Variables                           | Pre-test |          |          | Post-test |          |          |
|--|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|  |                                     | Dibujo 1 | Dibujo 2 | Dibujo 3 | Dibujo 1  | Dibujo 2 | Dibujo 3 |
| <b>Sombra en el lado contrario a la fuente de luz</b>              | Sombra en el lado opuesto           |          | X        |          | X         | X        | X        |
|  | Sombra en el mismo lado que el foco | X        |          | X        |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto al color</b>              | Sombra negra                        |          |          |          | X         | X        | X        |
|  | Sombra blanca o clara               | X        | X        | X        |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al lugar</b>                   | Sombra proyectada en el suelo       |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra junto al objeto              | X        | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Sombra como contorno                |          |          |          |           |          |          |
| <b>Sombra como proyección en cuanto al tamaño</b>                  | Sombra más grande que el objeto     | X        | X        |          | X         | X        | X        |
|  | Sombra más pequeña que el objeto    |          |          |          |           |          |          |
|  | Sombra igual que el objeto          |          |          | X        |           |          |          |
| <b>Sombra como ausencia de luz en cuanto a los rasgos/detalles</b> | Sombra con rasgos/detalles internos | X        | X        |          |           |          |          |
|  | Sombra sin rasgos/detalles internos |          |          | X        | X         | X        | X        |
| <b>Sombra como proyección en cuanto a la forma</b>                 | Misma forma que el objeto           |          | X        | X        | X         | X        | X        |
|  | Forma diferente al objeto           | X        |          |          |           |          |          |