

# Dispositivo *Bounce Light System* para enseñar óptica a estudiantes de educación primaria

*Bounce Light System* device for teaching optics to elementary school students

Claudia Carolina García Gaitán <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad Pedagógica Nacional Unidad 241. Av. Italia 903, Fracc. Providencia, CP 78390, San Luis Potosí, México.

\*E-mail: [garcia.claudia@upnslp.edu.mx](mailto:garcia.claudia@upnslp.edu.mx)

Recibido el 30 de julio de 2024 | Aceptado el 28 de octubre de 2024

## Resumen

El objetivo de este artículo es compartir la experiencia didáctica al implementar el uso de un dispositivo, llamado *Bounce Light System*, diseñado para enseñar la reflexión de la luz en el nivel escolar y desarrollar el pensamiento científico. El análisis de la experiencia se desarrolló en tres fases: 1) diseño del dispositivo, 2) implementación del recurso didáctico y, 3) resultados de la implementación. Los participantes fueron 60 alumnos de ocho a diez años que cursaban el nivel de educación primaria en México. A partir de sistematizar la experiencia, se reconocen como ventajas de utilizar el dispositivo *Bounce Light System*; la comprensión de fenómeno de reflexión, el acercamiento al estudio de la óptica en la infancia, el desarrollo de habilidades científicas y actitudes, entre las que destaca el aprendizaje en colaboración.

**Palabras clave:** Física educativa; Enseñanza de la óptica; Estudio de la reflexión de la luz; Educación primaria; Pensamiento científico en la infancia.

## Abstract

The objective of this article is to share the didactic experience by implementing the use of a device, called *Bounce Light System*, designed to teach light reflection at the school level and develop scientific thinking. The analysis of the experience was developed in three phases: 1) design of the device, 2) implementation of the teaching resource and 3) results of the implementation. The participants were 60 students aged eight to ten years old who were attending primary education in Mexico. By systematizing the experience, the advantages of using the *Bounce Light System* device are recognized; the understanding of the phenomenon of reflection, the approach to the study of optics in childhood, the development of scientific skills and attitudes, among which collaborative learning stands out.

**Keywords:** Educational Physics; Teaching of Optics; Study of light reflection; Primary education; Scientific thinking in childhood.

## I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Harlen y Qualter (2004), el estudio de la ciencia a edades tempranas implica que los niños utilicen sus ideas previas, obtenidas mediante experiencias, para explicar y comprender acontecimientos que observan en el entorno o su vida cotidiana. Actualmente, la Secretaría de Educación Pública (SEP) de México, promueve que los estudiantes de educación primaria (6 a 12 años) desarrollen el pensamiento científico y pongan en práctica habilidades de indagación, observación, resolución de problemas y el razonamiento causal (SEP, 2022). Asimismo, el currículo mexicano contiene un listado de temas relacionados con la rama de la óptica, propuestos para el aprendizaje de las ciencias en la educación primaria. Algunos de estos contenidos son acerca de las características e interacciones de la luz, cuerpos opacos, espejos, colores, lentes, reflexión y refracción.

El acercamiento al estudio de fenómenos ópticos representa un desafío para los docentes del nivel primaria, ya que, durante su formación inicial los cursos dedicados a la didáctica de la ciencia son elementales, sin profundizar en el contenido disciplinar, al menos para el caso de México. Por su parte, Weissmann (2013) refiere que la ausencia de conocimiento disciplinar produce complejidad en la atención e identificación de dudas presentadas en los estudiantes y, en ocasiones, contribuye a generar errores conceptuales. Otra de las dificultades percibidas en el estudio de los fenómenos ópticos en este nivel se relaciona con la falta de equipo de laboratorio y materiales para desarrollar experimentos (García Gaitán *et al.*, 2022). Sin embargo, existe una aportación valiosa en la Investigación en Educación Física (*Physics Education Research* [PER], por sus siglas en inglés), sobre la importancia del uso de materiales accesibles y de bajo costo para llevar a cabo actividades experimentales (Ávila *et al.*, 2023).

De acuerdo con Jiménez Robles *et al.* (2021) la actividad experimental representa una instancia de aprendizaje importante que contribuye al desarrollo de diversas habilidades; formular explicaciones, conjeturas, plantear hipótesis, registrar y argumentar, entre otras. Weissmann (2013) la define como una estrategia que contribuye a la comprensión de fenómenos físicos, despierta la necesidad de explicar por qué ocurren los sucesos observados y permite construir el conocimiento científico. Es importante que los materiales para realizar un experimento estén al alcance de los estudiantes sean seguros y acordes con su edad. Con base en este antecedente, se elaboró el dispositivo *Bounce Light System*, con la finalidad de atender a tres principios: a) elaborado con materiales de fácil acceso para los niños; b) brindar seguridad a los estudiantes del nivel de primaria durante la actividad experimental, y c) lograr la interacción y exploración con el fenómeno de reflexión de la luz en el nivel escolar.

El objetivo de este artículo es compartir la experiencia didáctica al implementar el uso de un dispositivo, llamado *Bounce Light System*, diseñado para enseñar la reflexión de la luz en el nivel escolar y desarrollar el pensamiento científico. Para ello, el contenido de este texto se estructuró en cuatro secciones; los fundamentos teóricos que sustentan la propuesta didáctica, la descripción de la experiencia e implementación del dispositivo, el proceso sistemático para el análisis y los resultados obtenidos. Finalmente, se exponen las consideraciones finales y los agradecimientos a los participantes. La principal aportación de este trabajo consiste en comunicar las ventajas de utilizar el dispositivo en el proceso de comprensión del fenómeno óptico y reconocer la importancia de realizar experimentos con materiales accesibles para desarrollar el pensamiento científico en la infancia.

## II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA

### A. La enseñanza de la óptica en la educación primaria

Con el estudio de temas referentes a la óptica, propuestos en el currículo mexicano para la educación básica, se pretende favorecer la relación entre el conocimiento científico y su aplicación en la vida cotidiana; por ejemplo, el tipo de lentes para corregir problemas de visión, identificar el uso de la fibra óptica en el campo de la medicina o la comprensión de fenómenos como la reflexión y refracción de la luz. La exploración de los fenómenos mencionados conlleva a cuestionarse la siguiente interrogante: ¿Se enseña óptica en el nivel de primaria? Para responder a la anterior, se exploraron los programas de estudio y en la tabla I se concentraron los contenidos y temas referentes a la óptica que propone el currículo educativo mexicano (SEP, 2011; 2017; 2022). Cabe señalar que esta experiencia se realizó en cuarto grado, por lo tanto, el aprendizaje esperado de la actividad fue lograr que los estudiantes explicaran fenómenos físicos de su entorno a partir de la reflexión de la luz.

**TABLA I.** Contenidos relacionados con óptica en el currículo mexicano del nivel primaria.

Grado	Tema	Aprendizaje Esperado	Contenido
1º	La luz es importante en mi vida	Infiere que la luz es necesaria para ver objetos y colores.	La luz y sus colores, fuentes de luz.
2º	La luz	Experimenta y describe características perceptibles de la luz. Experimenta con fuentes de luz y objetos de diferentes materiales.	Características de la luz.
3º	Características de la luz y su importancia	Deduca algunas características de la luz a partir de su interacción con los objetos. Reconoce la aplicación de algunas características de la luz en el funcionamiento de diversos aparatos para satisfacer nuestras necesidades.	Trayectoria de la luz, opaco, translúcido transparente, sombras, umbra, penumbra, función de la luz.

Grado	Tema	Aprendizaje Esperado	Contenido
4º	Reflexión y refracción de la luz	Describe que la luz se propaga en línea recta y atraviesa algunos materiales. Explica fenómenos del entorno a partir de la reflexión y la refracción de la luz.	Características de la luz: Reflexión y la refracción de la luz. Ángulo de incidencia
6º	Aprovechamiento de la formación de imágenes en espejos y lentes	Argumenta la importancia de los instrumentos ópticos en la investigación científica y en las actividades cotidianas. Compara la formación de imágenes en espejos y lentes, y las relaciona con el funcionamiento de algunos instrumentos ópticos	Uso de los instrumentos ópticos. Espejos y lentes.

En la enseñanza del campo de la óptica, en diferentes regiones, se reconocen la creación de prototipos, el diseño de secuencias didácticas y la importancia de realizar experimentos con los estudiantes, sobre todo con materiales de fácil acceso. Sin embargo, se observa una tendencia en estudios desarrollados, en su mayoría, sectores urbanos. En este sentido, resulta relevante considerar la diversidad de contextos educativos que existen en México, entre los que se encuentra el medio rural e indígena.

Autores como Torre-Marín y Pipitone (2023), Calo *et al.* (2021), Resnick y Monroy (2017), entre otros, realizaron trabajos relacionados con fenómenos ópticos en el nivel de primaria, sus aportaciones señalan el estudio de la física como un medio para motivar la curiosidad, poner en práctica la observación, el registro, la formulación de conclusiones, además de la importancia de generar espacios para la socialización y el promover las vocaciones científicas desde edades tempranas (Ávila *et al.*, 2023; García Gaitán *et al.*, 2022).

## B. La actividad experimental para desarrollar el pensamiento científico

De acuerdo con Candela (2020), las actividades experimentales favorecen el desarrollo del pensamiento científico y representan una oportunidad para adquirir múltiples saberes generan procesos de investigación en los que se pone en práctica la observación, formular preguntas, predicciones y confrontación de ideas, lo cual, permite la construcción de diversas perspectivas explicativas de los fenómenos estudiados. Son un recurso que posibilita incorporar información y desarrollar hábitos de pensar y razonar.

La SEP (2022) define el pensamiento científico como un “modo de razonamiento que implica relaciones coherentes de conocimientos fundados en el desarrollo de habilidades para indagar, interpretar, modelizar, argumentar y explicar el entorno” (p. 130). Por su parte, Skolnick y Sobel (2022) lo atribuyen al “conjunto de habilidades que permite a las personas generar hipótesis, resolver problemas y explicar aspectos del mundo. Estas habilidades coinciden con lo que hacen los científicos en su trabajo, cuando identifican problemas o hacen preguntas sobre el mundo” (p.4).

En el nivel de primaria, es importante enriquecer la experiencia de los estudiantes y fortalecer la búsqueda de explicaciones a sucesos de su entorno. Por ello, es necesario partir de la observación de fenómenos cercanos a la vida cotidiana (SEP, 2011, 2017). En este sentido, la actividad experimental es un recurso prioritario para la enseñanza de la ciencia que conlleva a la comprobación e interpretación del conocimiento científico.

## III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

### A. Destinatarios y su contexto

La implementación se realizó con 60 estudiantes que cursaban tercer grado de educación primaria en el estado de San Luis Potosí (SLP), México. Las edades de los participantes oscilaban entre los 8 y 10 años. De acuerdo con Meece (2000) es en esta edad cuando los niños comienzan a utilizar las operaciones mentales y la lógica para abordar problemas de manera más sistemática, por lo tanto, han avanzado a las operaciones concretas, con un pensamiento menos centralizado y egocéntrico.

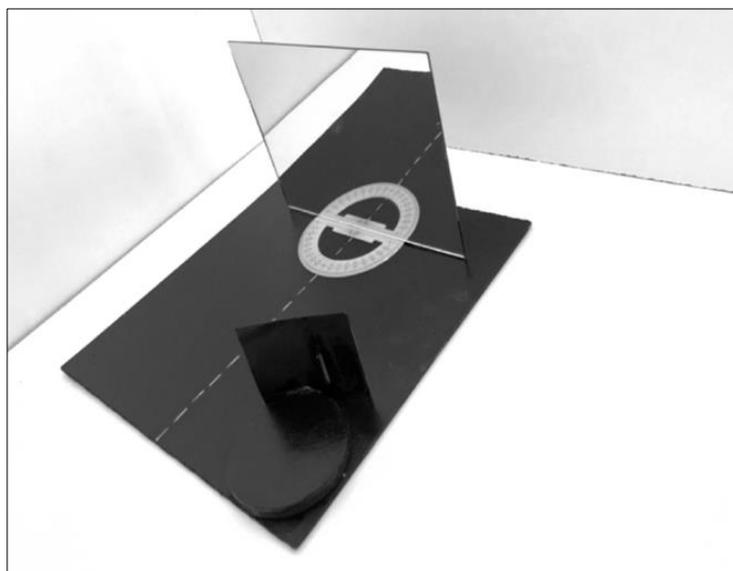
La escuela participante para este estudio se ubica en la zona oriente de la ciudad SLP. Corresponde a una organización completa, debido a que, existen los seis grados y hay un docente titular para cada uno. Su infraestructura es un edificio de doble planta con 20 aulas, patios y biblioteca escolar. Cuenta con servicios públicos de energía eléctrica, pavimentación, drenaje, agua e internet. Cabe señalar que, para obtener la población participante, se emitió una invitación a las escuelas primarias, por medio de directivos y docentes, quienes aceptaron colaborar por voluntad propia.

Con base en la dosificación curricular de los programas educativos de México, el tema que se abordó en esta experiencia didáctica fue: La reflexión y refracción de la luz. De acuerdo con la Tabla 1, en este tema se espera que los estudiantes del cuarto grado de educación primaria logren explicar qué ocurre con estos fenómenos ópticos y cuáles son algunas situaciones cotidianas en las que es posible observar los mismos.

## B. Dispositivo

El *Bounce Light System* es un dispositivo tecnológico que permite observar y analizar el fenómeno óptico de la reflexión de la luz en el nivel escolar. Creado con materiales que permiten a los niños identificar los ángulos de incidencia y reflexión, además posibilita medir ambos e incluso experimentar con diversidad de materiales, con el fin de que el estudiante comprenda el fenómeno óptico.

Está elaborado con una base de madera color negro, contiene una rendija de 2mm. de ancho lo que favorece la observación del haz de luz (ver figura 1). Además, incluye un soporte que permite sostener con facilidad diversos materiales para observar cómo se comporta la reflexión de la luz en cada uno; por ejemplo: espejo, papel, cartón, aluminio. Tiene adherido un transportador, colocado en un punto clave para medir los ángulos incidentes y de reflexión; también se observa la línea normal. El *Bounce Light System* (ver figura 1) funciona al posicionar una linterna sobre el punto indicado y dirigir la luz al centro del dispositivo, señalado de color azul.



**FIGURA 1.** Se muestra el prototipo del dispositivo *Bounce Light System*.

La finalidad de crear un dispositivo, utilizado por los estudiantes del nivel primaria, surgió para que fuera posible la demostración de la reflexión. Debido a que, en las actividades experimentales sobre este fenómeno óptico se sugiere reducir la luz natural para observarlo con claridad o materiales fuera del alcance para algunos contextos. Incluso, en algunos casos, los procedimientos representan un posible riesgo para estas edades escolares (8-10 años). Por ello, se elaboró el dispositivo *Bounce Light System*, con la intencionalidad de atender a los siguientes principios: elaborado con materiales al alcance, brindar seguridad a los estudiantes del nivel de primaria durante la actividad experimental y lograr la observación e interacción con el fenómeno de reflexión de la luz en el nivel escolar.

Es un dispositivo que promueve la actividad experimental en diversos contextos educativos porque los materiales son accesibles y se puede replicar el prototipo. Al ser ligero, resulta sencillo trasladarlo de un lugar a otro. Incluso, funciona en espacios iluminados, lo que representa una ventaja para aulas que no cuentan con laboratorios de ciencia o recursos para cubrir ventanas y reducir la luz solar. Por los materiales con los que se construyó, es una oportunidad para contribuir en la didáctica de la física en la educación básica.

Respecto a las ventajas, es un dispositivo seguro para estudiantes del nivel de primaria, el soporte de madera que contiene, aunado a los sujetadores de material velcro, permiten que materiales como espejos se mantengan adheridos al soporte y favorezca la manipulación del fenómeno de manera confiable. Además, resulta práctico en el aula, incluso, la rendija que forma parte del dispositivo permite observar un haz de luz fino, lo que contribuye a identificar con claridad el comportamiento de los ángulos incidente y de reflexión.

### C. Actividad experimental: La luz rebota

El procedimiento consiste en utilizar el dispositivo para identificar cómo se comporta la luz cuando se refleja en diversos materiales; espejo, papel y aluminio. La figura 2 contiene la descripción de la actividad experimental en la que se implementó el *Bounce Light System*. El problema por resolver con la interacción del dispositivo fue ¿Por qué puedo ver mi reflejo en un espejo?

Después de realizar la actividad experimental, los estudiantes compartieron sus observaciones, elaboraron registros al respecto y formularon conclusiones acerca del fenómeno de reflexión. Asimismo, manifestaron su experiencia al usar el *Bounce Light System* y relacionaron situaciones de la vida cotidiana en las que es posible observar el fenómeno óptico. Al respecto, Candela y Rey (2017) argumentan que “en el aula los participantes interactúan para construir colaborativamente el conocimiento científico permeado y en diálogo con el contexto sociocultural en el que emerge” (p. 41).

<p><b>Materiales:</b>          Dispositivo “Rebotador de luz”          Cuaderno          linterna          Espejo          Hoja de papel          Papel aluminio</p> <p><b>Procedimiento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coloquen el dispositivo “El rebotador de luz” en una mesa.</li> <li>2. Enciendan la linterna y dirijan la luz hacia el espejo, observen lo que ocurre y registren sus observaciones.</li> <li>3. Enciendan la linterna y dirijan nuevamente la luz hacia el espejo en el punto de color azul. Observen qué es lo que ocurre y registren sus observaciones.</li> <li>4. Con el transportador midan el ángulo que se forma cuando la luz que llega al espejo (ángulo de incidencia) y el ángulo que forma la luz al salir del espejo (ángulo de reflexión) y registren en su cuaderno sus observaciones.</li> <li>5. Cambien el espejo por el papel aluminio y exploren lo que ocurre al dirigir la luz al papel aluminio, después realicen lo mismo con el papel y registren los datos.</li> <li>6. Comparen sus mediciones en cada material y respondan las siguientes preguntas: ¿Cómo son sus ángulos?, ¿Con cuál material (espejo, aluminio y papel) los rayos de luz se comportaron igual? ¿Con cuáles no?, ¿Con cuál material el reflejo fue mayor?, ¿Cómo llamarías a este fenómeno óptico?</li> </ol>
--

FIGURA 2. Se muestra la actividad experimental desarrollada con el dispositivo, adaptada de SEP (2011).

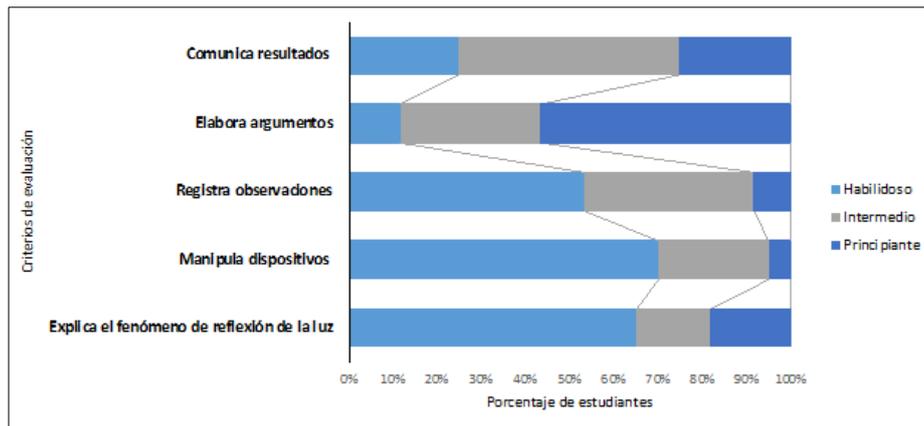
## IV. SISTEMATIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA

El proceso sistemático para analizar la experiencia se desarrolló en tres fases: 1) diseño del dispositivo, 2) implementación del recurso didáctico y, 3) resultados de la implementación. Desarrollado con base en las características y elementos de una investigación basada en el diseño (*Design Based Research* [DBR], por sus siglas en inglés). Reeves (2000) señala la importancia de innovar en un estudio DBR y, al igual que Valverde-Berrocó (2016) reconoce en esta metodología la necesidad de proponer soluciones para una intervención significativa (Anderson y Shattuck, 2012).

La técnica empleada para la recolección de datos de la implementación fue la observación con el uso de la video-grabación. Los instrumentos para sistematizar la información fueron fichas descriptivas y una rúbrica de evaluación basada en el desarrollo de las habilidades del pensamiento científico y el proceso de comprensión del fenómeno óptico de reflexión. Desde una perspectiva cualitativa, se desarrolló un proceso de codificación con el uso de ATLAS.ti (<https://atlasti.com/es>), lo cual permitió indexar las categorías en los datos recuperados mediante las fichas descriptivas de la observación (Guardián-Fernández, 2010). Las categorías fueron: identificación de cuestiones científicas, explicación científica de fenómenos, utilización de pruebas científicas y actitudes hacia la ciencia, las anteriores son habilidades del pensamiento científico de acuerdo con diversos autores.

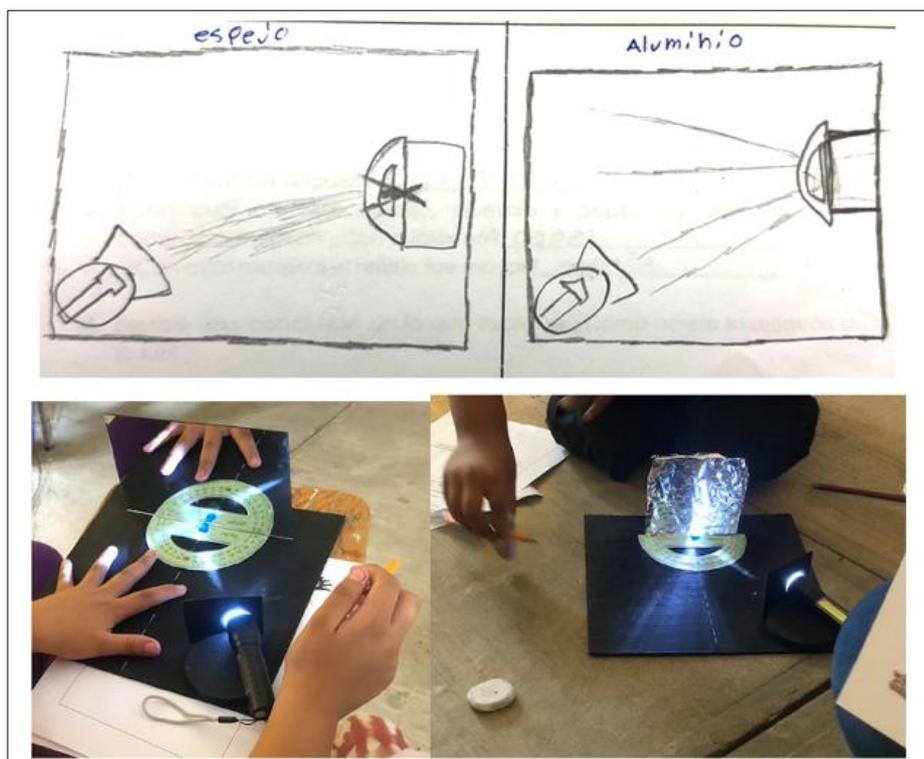
De acuerdo con los resultados, en la explicación científica del fenómeno de reflexión de la luz el 18% del alumnado se ubicó en nivel principiante, 46% en intermedio, siendo la mayoría, y 36% en habilidoso. Debido a que, los participantes lograron describir el fenómeno óptico y formularon hipótesis con un lenguaje cotidiano, estas habilidades se vieron favorecidas en medida de las interacciones con el entorno, docente, estudiantes y el *Bounce Light System*.

La figura 3 concentra los resultados de la rúbrica de evaluación, con base en el desempeño de los estudiantes se reconoce que el criterio correspondiente a manipular dispositivos obtuvo el 70% en un nivel denominado habilidoso, seguido del criterio explicación del fenómeno de reflexión con poco más del 60% en habilidoso. El menor porcentaje de desempeño se observó en la construcción de argumentos y la comunicación de resultados.



**FIGURA 3.** Se muestran los resultados de la rúbrica de evaluación de la implementación del dispositivo, se utilizaron los niveles de desempeño: habilidoso, intermedio y principiante.

Con el uso del dispositivo fue posible que los niños reconocieran el comportamiento de la luz al reflejarse en un espejo y sus diferencias en el caso del papel o aluminio. El *Bounce Light System* se convirtió en un valioso recurso para la didáctica de la física porque los estudiantes lograron comprender qué pasa con la luz durante la reflexión, medir los ángulos que se forman con los rayos de luz, comparar el comportamiento del fenómeno óptico en diversos materiales. Asimismo, desarrollaron una actitud positiva hacia el estudio de la física, trabajaron en colaboración y relacionaron el fenómeno con situaciones de la vida cotidiana; por ejemplo, ver su imagen en la ventana de una casa, una cuchara o pantalla.



**FIGURA 4.** Registros elaborados por los estudiantes sobre la reflexión de la luz en un espejo y aluminio.

A partir de los resultados, se reconoce que la actividad experimental contribuye al desarrollo del pensamiento científico, en la medida en que el estudiante tenga espacios para explorar y descubrir, utilizará sus experiencias más cercanas para formular conjeturas e hipótesis respecto a los eventos que ocurren en su entorno, por lo tanto, es importante que se promuevan acercamientos a la interacción con los fenómenos físicos y naturales (Matthews, 2017).

La experimentación en el aula se vio favorecida con el uso del *Bounce Light System* porque, utilizar el dispositivo resultó un recurso valioso para la interacción con el fenómeno, además propició la observación y el registro en los

estudiantes. Lo anterior, demuestra que, la ciencia representa un medio para desarrollar procesos de alfabetización y lenguaje en diversos contextos educativos. Formular argumentos desde una perspectiva científica requiere de prácticas educativas habituales, ya que, en esta investigación se reconoció un avance, pero sigue siendo una de las habilidades con menor nivel de logro.

Conseguir que el estudiante comprenda fenómenos físicos requiere, además de situar el aprendizaje y utilizar la información del contexto, una intervención docente con metodologías activas e intenciones didácticas claras; momentos planificados basados en la interacción, la colaboración constante y el uso de la experimentación para promover ambientes de aprendizaje, colocando al centro del proceso al estudiante y su contexto. A partir de la experiencia didáctica se identificó que la experimentación representa una oportunidad para desarrollar un trabajo integral e interdisciplinar, debido a que, se vieron favorecidos el pensamiento matemático, el pensamiento científico, los procesos de lectoescritura, la expresión oral y la toma de acuerdos para el trabajo en colaboración. El uso del dispositivo como recurso didáctico mantuvo una actitud de curiosidad permanente, la formulación y respuesta a interrogantes contribuyeron a socializar el aprendizaje de la ciencia, representó un medio para favorecer el pensamiento científico, ya que, los estudiantes plantearon hipótesis, registraron observaciones, resolvieron problemas, formularon conclusiones y explicaciones sobre el fenómeno óptico.

## V. CONCLUSIONES

El análisis de esta experiencia didáctica permitió concluir que desarrollar el pensamiento científico, durante la educación primaria, es posible en diferentes contextos educativos, siempre y cuando se reconozca que “existen diversos caminos para construir conocimientos, usarlos y compartirlos” (SEP, 2023, p. 58). Asimismo, se argumenta la importancia del valor social de la ciencia (Weissmann, 2013) al formar estudiantes críticos de los fenómenos naturales que ocurren en su entorno.

Otro de los hallazgos fue reconocer que las actividades experimentales representan una oportunidad para desarrollar un trabajo integral e interdisciplinar, debido a que permitieron favorecer el pensamiento crítico. El uso del *Bounce Light System* mantuvo una actitud de curiosidad permanente, la formulación y respuesta a interrogantes que contribuyó a socializar el aprendizaje. La interacción con el fenómeno se vio favorecida, en consecuencia, la mayoría de los estudiantes comprendieron qué sucede con la reflexión de la luz desde demostraciones en su comunidad.

Por lo tanto, contextualizar el uso de dispositivos como recursos didácticos para el aprendizaje de las ciencias en el nivel de primaria, implica la relación no sólo del conocimiento por la comunidad, además requiere tomar en cuenta con los intereses, estilos de aprendizaje y personalidad del alumnado, desde una mirada que erradica hegemonías y atiende a la diversidad. Sin dejar de lado el dominio del contenido científico. Cabe mencionar que, solo algunos estudiantes utilizaron un lenguaje científico, pero la mayoría puso en práctica habilidades y actitudes hacia la ciencia.

Con las actividades experimentales, el alumnado se aproximó formalmente al estudio de la óptica desde la perspectiva de situaciones cotidianas, mostró mejor desempeño en la capacidad de registro de observaciones y se favoreció su conocimiento matemático, en especial la medición de ángulos. La experiencia didáctica concluyó con la identificación del contexto de enseñanza en temas relaciones con física como determinante para favorecer la reflexión de la observación en la construcción de explicaciones de lo que ocurre en el entorno y la construcción de significados a partir del pensamiento científico en los niños.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las escuelas participantes del estado de San Luis Potosí.

## REFERENCIAS

Anderson, T., y Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Researcher*, (41), 16-25. <http://edr.sagepub.com/content/41/1/7.full.pdf+html>

Ávila, L., Dematte, R., Huespe, J., Céspedes, F., Sonzini, P., Prestipino, M., Rousselle, M., Frassinelli, M. (2023). Diseño de experiencias de laboratorio de física de bajo costo para ciencias naturales en la escuela primaria. *Revista De Enseñanza De La Física*, 35, 23–28. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/43256>

Calo, M.N., García-Rodeja, G., y Sesto, V. (2021). Construyendo conceptos sobre electricidad en infantil mediante actividades de indagación. *Enseñanza de las ciencias*, 39(2), 223-240. doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3238

Candela, A. (2020). 30 años de Investigación sobre Ciencia en el Aula. *Investigación en la Escuela*, (100), 23–36. doi.org/10.12795/IE.2020.i100.03

Candela, A., y Rey, J. (2017). Interacciones dialógicas de sistemas de conocimiento indígenas y afrodescendientes en clases de ciencias de educación básica. En *Quintanilla, M. (Ed.), Multiculturalidad y diversidad en la enseñanza de las ciencias. Hacia una educación inclusiva y liberadora* (pp.82-98). CONICYT.

García Gaitán, C. C., Ramírez Díaz, M. H., y Arriaga Santos, C. A. (2022). ¿Cómo viaja la luz? La actividad experimental para desarrollar competencias científicas en la infancia. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 13(25). doi:10.23913/ride.v13i25.1252.

Guardián-Fernández, A. (2010). El Paradigma Cualitativo en la Investigación Socioeducativa. *INIE*. <http://repositorio.inie.ucr.ac.cr/jspui/handle/123456789/393>

Harlen, W. y Qualter, A. (2004). *The Teaching of Science in Primary Schools (1a ed.)*. New York, USA: David Fulton Pub.

Jiménez Robles, D., Valverde Alvarado, B., y Navarro, M. (2021). Diseño de un módulo de experimentación basado en la naturaleza de la ciencia y la indagación. *Revista De Enseñanza De La Física*, 33(2), 293–300. doi.org/10.55767/2451.6007.v33.n2.35268.

Matthews, M. R. (2017). *La Enseñanza de la Ciencia: Un Enfoque Desde La Historia y La Filosofía de la Ciencia (1.ª ed.)* USA: Fondo de Cultura Económica USA.

Meece, J. L. (2000). *Desarrollo del Niño y del adolescente*. México: McGraw Hill.

Reeves, T. C. (2000). Enhancing the Worth of Instructional Technology Research through “Design Experiments” and Other Development Research Strategies *International Perspectives on Instructional Technology Research for the 21<sup>st</sup> Century Symposium*. New Orleans, LA, USA.

Resnick J. y Monroy F.A. (2017). Teaching the concept of dispersion based by diffraction of light to elementary school students. *ETOP 2017 Proceedings*, X. Liu and X. Zhang, eds., paper 1045231.

Secretaría de Educación Pública [SEP]. (2011). *Plan de Estudios 2011, Educación Básica*. México: SEP

SEP. (2017a). *Aprendizajes Clave para la educación integral, Educación Básica*. México: SEP.

SEP. (2022b). *Plan de Estudios 2022, Educación Básica*. México: SEP.

SEP. (2023c). *Un libro sin recetas. Fase3*. México: SEP.

Skolnick D., y Sobel, D. (2022). *Constructing Science. Connecting Causal Reasoning to Scientific Thinking in Young Children*. London, England: The MIT Press.

Torre-Marin, V. y Pipitone V. (2023.). Ideas clave para la enseñanza de la luz en primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(2), 260201-260214. <https://orcid.org/0000-0002-4008-8727>.

Valverde-Berrocoso, J. (2016). La investigación en Tecnología Educativa y las nuevas ecologías del aprendizaje: Design-Based Research (DBR) como enfoque metodológico. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 0, 60-73. doi.org/10.6018/riite/2016/257931.

Weissmann, H. (Es.). (2013). *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones (1a ed.)*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.