

Desarrollo del pensamiento científico en estudiantes de primaria indígena desde el vínculo con su comunidad

Development of scientific thinking in indigenous primary students through the link with their community

DOI: <https://doi.org/10.32870/dse.v0i32.1605>

Claudia Carolina García Gaitán*
Mario Humberto Ramírez Díaz**

Resumen

Desarrollar el pensamiento científico en los estudiantes que cursan la educación básica es una de las finalidades en la Nueva Escuela Mexicana (NEM). Esta propuesta curricular, además de promover un enfoque basado en el humanismo y con perspectiva integral, busca fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje desde el vínculo con la comunidad (SEP, 2022). El objetivo de este estudio es analizar cómo se desarrolla el pensamiento científico en los estudiantes de primaria indígena a partir de implementar una secuencia didáctica sobre fenómenos ópticos, caracterizada por la interacción con el medio natural. El método corresponde a una investigación basada en el diseño, realizada en tres fases: a) diseño del recurso, b) implementación del recurso, y c) análisis retrospectivo de la investigación. Los participantes fueron 17 estudiantes y un docente del nivel primaria indígena de la comunidad Ixpatlach, en el municipio de Coxcatlán, San Luis Potosí (México). La técnica fue la observación, apoyada de una rúbrica de evaluación y fichas descriptivas. En el análisis de datos se utilizó el Software ATLAS.ti (<https://atlasti.com/es>), el cual contribuyó en la construcción de cuatro categorías. La principal contribución del estudio es promover prácticas pedagógicas que visualicen al contexto como un medio y no un obstáculo para la comprensión de fenómenos naturales.

Palabras clave: pensamiento científico – primaria indígena – enseñanza de la ciencia – comunidad – Nueva Escuela Mexicana.

Abstract

Developing scientific thinking in students who attend basic education is one of the purposes of the New Mexican School (NEM). This educational project, in addition to promoting an approach based on humanism with a comprehensive approach, seeks to strengthen the teaching and learning processes from the

* Maestra en Educación Básica. Docente-investigador, Universidad Pedagógica Nacional Unidad (241), San Luis Potosí. México. garcia.claudia@upnslp.edu.mx

** Doctor en Ciencias en Física Educativa. Profesor-investigador del Instituto Politécnico Nacional. México. mramirez@dipn.mx

link with the community (SEP, 2022). The aim of this study was to analyze how scientific thinking develops in indigenous primary school students by implementing a didactic sequence on optical phenomena, characterized by interaction with the natural environment. The method corresponds to design-based research carried out in three phases: a) design of the resource, b) implementation of the resource and c) retrospective analysis of the research. The participants were 17 students and one teacher from the indigenous primary level of the Ixpatlach community in the municipality of Coxcatlán, San Luis Potosí (Mexico). The technique was observation, supported by an evaluation rubric and descriptive sheets. ATLAS Software was used in data analysis (<https://atlasti.com/es>), which contributed to the construction of four categories. The main contribution of the study is to promote pedagogical practices that view the context as a means and not an obstacle to the understanding of natural phenomena.

Keywords: scientific thinking – indigenous primary school – science teaching – community – New Mexican School.

Introducción

En el *Marco de Acción Educación 2030* se describe que una educación de calidad implica el estudio de las ciencias para promover el desarrollo de competencias profesionales (UNESCO, 2015). Por otro lado, el Artículo 3º de la Constitución Política de México refiere el derecho de toda persona a recibir una educación democrática, nacional, equitativa, inclusiva, intercultural, integral y de excelencia, definida como el máximo logro de los aprendizajes.

Actualmente, en México se pretende favorecer la equidad, la excelencia y la mejora continua en la educación humanística y científica. La Nueva Escuela Mexicana (NEM) coloca al centro de la acción pública el máximo logro de aprendizaje de niñas, niños, adolescentes y jóvenes. Asimismo, establece como objetivos el desarrollo humano integral del educando, reorientar el Sistema Educativo Nacional, incidir en la cultura educativa mediante la corresponsabilidad, e impulsar transformaciones sociales dentro de la escuela y en la comunidad (*Diario Oficial de la Federación*, 2019).

La formación integral del alumnado propuesta en la NEM comprende la formación para la vida, los contenidos establecidos en el Plan y Programa de estudios, la vinculación de la escuela con la comunidad y la adecuada formación de maestras y maestros. También considera el pensamiento lógico matemático y la alfabetización numérica; la comprensión lectora, la expresión oral y escrita, el conocimiento tecnológico y científico, el pensamiento filosófico, histórico y humanístico; las habilidades socioemocionales, el pensamiento crítico, la práctica del deporte, la apreciación y creación artística, y los valores para la responsabilidad ciudadana y social. Asimismo, promueve el desarrollo de una formación científica básica (SEP, 2011; 2022), la cual requiere de una metodología caracterizada por reconocer el entorno natural inmediato y las situaciones de la vida cotidiana como un medio para estimular y contextualizar el aprendizaje de la ciencia (Pintrich, Schunk, 2006).

Considerar el vínculo con la comunidad en el diseño de propuestas pedagógicas para la atención a las finalidades que establece la NEM, conlleva contemplar la gran diversidad de contextos educativos que existen en México, entre los que se encuentran los pueblos indígenas. De acuerdo con Candela y Rey (2017) “los conocimientos indígenas son una fuente importante de comprensión legítima del mundo físico y natural, que es relevante para las personas, problematiza y, a la vez, sugiere cambios profundos en la educación en ciencias” (Candela, Rey, 2017: 73).

El estado del conocimiento del campo de la educación científica, basado en la investigación educativa de México, reconoce una gran parte de estudios dedicados a promover estrategias como objeto de estudio para favorecer el aprendizaje de las ciencias, entre las más frecuentes se encuentran: el trabajo por proyectos, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), la perspectiva STEM y el uso de la experimentación (Rodríguez, Palma, 2024).

Otro de los objetos de estudio reconocidos en los antecedentes del campo está dirigido a trabajos que investigan las competencias y habilidades científicas. En este sentido, el aporte de García *et al.* (2018) señala los beneficios de la experimentación para promover el razonamiento científico. Por su parte, Correa *et al.* (2014), y Díaz y Olais (2017) ponen en evidencia que, al diseñar e implementar situaciones didácticas desafiantes para los estudiantes, es posible la enseñanza de la ciencia a partir de los niveles educativos iniciales, en los cuales se persigue la comprensión de fenómenos físicos y naturales de su entorno.

Respecto a la aportación de México durante la última década sobre la educación en ciencia en contextos indígenas, los estudios realizados por Ramos *et al.* (2019), Gallegos *et al.* (2016) y Gómez *et al.* (2019), parten de un enfoque intercultural que reconoce los conocimientos de los pueblos indígenas, desde el cual se prioriza la necesidad de incluir el contexto, la cultura y el enfoque sociocultural en el aprendizaje de la ciencia (Rodríguez, Palma, 2024). De acuerdo con García (2015) “el uso de los contextos locales y la integración del conocimiento local desde una perspectiva intercultural podría permitir el desarrollo de los estudiantes y su apropiación de los contenidos” (García, 2015: 12).

Por lo tanto, un área de oportunidad para la didáctica de la ciencia, al menos en el caso de México, se refiere a “la escasa investigación en la educación intercultural relacionada con grupos indígenas y comunidades rurales” (Rodríguez, Palma, 2024: 360), aunado a la necesidad de aumentar la investigación que incluya la diversidad lingüística del país. Con base en este antecedente, resulta relevante el contenido del presente estudio, desarrollado con estudiantes hablantes de la lengua náhuatl.

En otra línea, la evaluación del área de ciencias del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (*Program for International Student Assessment* [PISA], por sus siglas en inglés) prioriza medir la capacidad de los estudiantes para involucrarse en temas relacionados con la ciencia como ciudadanos reflexivos, explicar fenómenos con un discurso científico y bases sólidas de hechos referentes a teorías sobre la ciencia y la tecnología, y evalúa de manera integral

los aprendizajes obtenidos durante la educación obligatoria. En este sentido, es importante conocer el desempeño de los estudiantes para identificar en los resultados las competencias que desarrollaron durante la educación básica.

Parte de las herramientas y habilidades que se adquieren en la educación básica son valoradas con la prueba PISA, ya que mide la competencia científica desde tres subescalas: explicar fenómenos de manera científica; evaluar y diseñar la investigación científica; e interpretar datos y evidencias científicas. Asimismo, valora el conocimiento de contenidos referidos a los sistemas físicos, la tierra y el espacio. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD por sus siglas en inglés) señala en el informe del año 2022 que en México, para el caso de las ciencias, los resultados no difieren significativamente de los observados diez años antes, en 2012 (OECD, 2023). Por lo tanto, la mayoría de los estudiantes alcanza un nivel dos, es decir, reconocen la explicación correcta de fenómenos científicos en contextos familiares y utilizan ese conocimiento para identificar casos simples. Casi ningún estudiante mexicano obtuvo un rendimiento alto en ciencias en la prueba PISA.

Otra de las evaluaciones consideradas en este estudio para identificar los antecedentes del desempeño en ciencias, corresponde a la Olimpiada del Conocimiento Infantil (OCI), aplicada cada año a los alumnos de sexto grado del nivel primaria en México. La finalidad de esta prueba es valorar el logro de los aprendizajes adquiridos en las disciplinas de español, matemáticas, historia, ciencias naturales y geografía. De acuerdo con los resultados de San Luis Potosí (SLP) en la prueba OCI, durante el año 2019 los porcentajes obtenidos fueron: escuela urbana 39.13%, rural 36.06% e indígena 32.89%; para el caso de los años 2022 y 2023 los promedios fueron 28.47% y 27.71% respectivamente.

Los resultados de las pruebas OCI y PISA reflejan la necesidad de construir propuestas que contribuyan a favorecer el pensamiento científico con enfoque integral e intercultural de la educación. Con base en este antecedente, este estudio se implementó en una comunidad indígena de SLP ya que, además de mejorar el desempeño de los estudiantes durante la educación básica, de acuerdo con la NEM es importante priorizar una formación para la toma de decisiones responsable, el autocuidado personal y de los otros, desde los saberes locales y el respeto por la cosmovisión de los pueblos indígenas (SEP, 2022; García, 2016).

El desarrollo del pensamiento científico en la infancia

Comprender y explicar fenómenos sobre procesos naturales considerando la diversidad de saberes en relación con el medio social, constituye el objeto de aprendizaje para desarrollar el pensamiento científico (SEP, 2022). Dunbar y Klahr (2012) reconocen a la inducción, la deducción, la analogía, la resolución de problemas y el razonamiento causal como procesos cognitivos implicados en el pensamiento científico.

Skolnick y Sobel (2022) refieren que el pensamiento científico “implica comprender cómo plantear un problema, cómo juzgar la objetividad de una prueba, cómo examinar la integridad

de los datos, cómo integrar el conocimiento pasado con las observaciones presentes y cómo evaluar la validez del proceso utilizado para alcanzarlo” (Skolnick, Sobel, 2022: 5). Estos autores reconocen la importancia de relacionar situaciones de la vida cotidiana de la niñez con el razonamiento científico. En este sentido, según Tonucci (2019), la infancia es la etapa de desarrollo más importante y conviene invertir en mejores experiencias de aprendizaje.

Desarrollar habilidades implicadas en el pensamiento científico conlleva un proceso individual, porque los niños en su mayoría conciben la ciencia a partir de actividades concretas y la acumulación de conocimientos fácticos (Bullock *et al.*, 2009). Sin embargo, puede favorecerse desde lo colectivo (Adúriz-Bravo, 2017) puesto que el aprendizaje de la ciencia resalta el valor social del conocimiento (Weissmann, 2013).

De acuerdo con Weissmann (2013), el tipo de ciencia que se pretende enseñar durante la infancia corresponde a la ciencia escolar. En ella, el pensamiento científico simboliza un tipo de razonamiento sustentado en indagar, interpretar, modelar, argumentar y explicar el entorno (SEP, 2022). Lograr que los estudiantes que cursan la educación primaria indígena en México expliquen los fenómenos físicos y naturales desde una perspectiva científica, revela la importancia de considerar a la comunidad y sus interacciones sociales como parte fundamental del aprendizaje.

El aprendizaje situado. La interacción con el medio social y cultural

En el modelo constructivista existe un tránsito desde la teoría psicogenética a la cognitiva. Esta última, caracterizada por un énfasis en el desarrollo de habilidades del pensamiento y la solución de problemas. A lo largo del tiempo han surgido referentes que señalan la importancia del contexto para el proceso de aprendizaje. De acuerdo con Vygotsky (1981), los individuos se constituyen a través de prácticas sociales en las que son participantes de situaciones histórico-culturales. Por lo tanto, el enfoque sociocultural propuesto en la NEM busca lograr representaciones que contemplen el medio, la cultura del sujeto y su relación con los demás. En este sentido, el contexto es crucial para promover aprendizajes situados al reconocer en el individuo un conjunto de saberes culturales e históricos que, al relacionarse con un medio social, generan nuevos conocimientos. De acuerdo con Díaz (2006) el aprendizaje situado es:

Todo conocimiento, producto del aprendizaje o de los actos de pensamiento o cognición puede definirse como situado en el sentido de que ocurre en un contexto y situación determinada, y es resultado de la actividad de la persona que aprende en interacción con otras personas en el marco de las prácticas sociales que promueve una comunidad determinada. (Díaz, 2006: 20)

Villavicencio y Uribe (2017: 2) señalan que el aprendizaje situado es un proceso de “aprehensión de la realidad, mediante el cual se integra un nuevo conocimiento de manera activa en el contexto específico donde ese conocimiento debe ser aplicado [...], es la resolución inde-

pendiente de problemas que se presentan en los contextos concretos”. Mientras que para Besar (2018: 51), “el aprendizaje situado es experimentado y mediado a través de las relaciones con los miembros de la comunidad o dentro de una comunidad de práctica”.

La perspectiva de situar el aprendizaje comprende una experiencia que involucra la participación del estudiante en escenarios auténticos (Besar, 2018). El conocimiento es situado cuando es producto de la interacción con el contexto social y su cultura (Díaz, 2006).

Respecto a la relación para desarrollar el pensamiento científico, se trata de la interacción entre el fenómeno que ocurre, el estudiante y su medio natural. En este sentido, subyace la influencia de la colaboración e interacción entre los aprendices, misma que es posible considerar y potenciar desde la enseñanza de la ciencia, sobre todo, en los niveles educativos iniciales.

Para el diseño de las secuencias didácticas implementadas durante la investigación se consideraron las características que describen un aprendizaje situado, con base en planteamientos de situaciones reales para los estudiantes participantes y su encuentro con el aprendizaje. Ello implica promover el uso funcional y pertinente del conocimiento en la comprensión de lo que ocurre en su entorno. Por lo tanto, las actividades experimentales incluidas en las secuencias didácticas de esta investigación representaron un vehículo que posibilitó el contacto entre el medio natural y la representación de los fenómenos físicos.

En esta investigación se buscó indagar cómo se desarrolla el pensamiento científico en los estudiantes de primaria indígena a partir de implementar una secuencia didáctica sobre fenómenos ópticos, caracterizada por la interacción con el medio natural. La intencionalidad de esta aportación es favorecer los procesos de comprensión y explicación de fenómenos físicos desde la interacción de los estudiantes con su entorno. Asimismo, se enuncian las futuras líneas de investigación y los intereses detonados a partir de la investigación.

Metodología

En este trabajo se utilizó el método de investigación basada en el diseño (*Design Based Research*, DBR por sus siglas en inglés), caracterizada por ciclos interactivos para el análisis, desarrollo e implementación de recursos educativos (Wang, Hannafin, 2005). Una de las aplicaciones de la DBR en la educación se observa en el aporte de Philippakos *et al.* (2021), quienes exponen las ventajas del uso de esta metodología en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En el caso de la ciencia, Juuti y Lavonen (2012) explicitan la importancia de realizar estudios DBR en entornos auténticos que proporcionan a los educandos herramientas para comprender mejor su entorno.

Con base en las características y elementos de un estudio DBR, el diseño de esta investigación se realizó desde un enfoque cualitativo, a partir de tres fases: *a)* diseño del recurso, *b)* implementación del recurso, y *c)* análisis retrospectivo de la investigación. En este caso, el recurso consistió en dos secuencias didácticas diseñadas y validadas para el contexto participante, las cuales incluyen experimentos sobre el fenómeno de reflexión de la luz.

La metodología DBR se caracteriza por ser contextual, lo que significa que los resultados de la investigación están conectados con el entorno en el que se realizó y con el diseño (Wang, Hannafin, 2005). De acuerdo con Valverde-Berrocoso (2016: 68), un estudio DBR “se enmarca en un contexto educativo real para aportar validez a la investigación y asegurar que los resultados puedan ser utilizados eficazmente para informar, evaluar y mejorar la práctica”.

La primaria participante se ubica en la comunidad de Ixpatlach, municipio de Coxcatlán, SLP. Con base en el INEGI, en 2020, 77.5% de la población habla una lengua indígena, porcentaje del cual 98.7% corresponde a la lengua náhuatl. La escuela es de organización completa, en el sentido de que hay un profesor para cada grado. El edificio cuenta con seis aulas, los servicios disponibles son energía eléctrica y agua. Cabe mencionar que frente a la escuela se localiza el cauce de un río. La actividad económica principal en las familias de esta comunidad es la agricultura, particularmente, el cultivo de la naranja. Los participantes fueron 17 alumnos entre 8 y 10 años y un docente con 25 años de servicio, todos ellos habitantes de esta comunidad. Para obtener la muestra, se emitió una invitación a las escuelas primarias indígenas por medio de los directores técnicos, quienes aceptaron colaborar en la investigación por voluntad propia.

El procedimiento para la recolección de datos consistió en la observación de clases, apoyada de la videograbación. Los instrumentos para sistematizar la información fueron fichas descriptivas y una rúbrica de evaluación basada en las habilidades y actitudes presentes en el pensamiento científico. Esta técnica permitió indagar en los aspectos relacionados con el fenómeno, para el estudio de sus características y su comportamiento en un espacio determinado. De acuerdo con Gómez *et al.* (1996), la observación desarrolla una descripción estructurada, basada en acontecimientos concretos. Por ello, se realizó el diseño de fichas descriptivas que concentraron los hechos de un momento particular de la clase, en relación con la implementación de las secuencias didácticas en la escuela indígena, de acuerdo con lo indicado en la Tabla 1.

Tabla 1. Momentos de observación en la implementación de las secuencias didácticas

a) Respuesta de los alumnos ante la situación detonante.	f) Uso de los materiales en la actividad experimental.
b) Recuperación de los conocimientos previos sobre la reflexión de la luz.	g) Cierre de la sesión y formulación de explicaciones de los fenómenos de reflexión de la luz.
c) Tipo de hipótesis que se proponen los alumnos para explicar por qué ocurre la reflexión de la luz.	h) Ajustes por parte del docente durante la implementación.
d) Toma de acuerdos para el trabajo en colaboración.	
e) Desarrollo de la actividad experimental.	

Fuente: elaboración propia con base en Skolnick y Sobel, 2022.

Otro de los instrumentos que se utilizaron fue la rúbrica de evaluación, diseñada con base en las habilidades presentes en el pensamiento científico. La rúbrica es de tipo analítico porque

describe el trabajo en cada criterio y posibilita la evaluación formativa; además, representa un referente para decisiones futuras. Ravela *et al.* (2020) argumentan que utilizar rúbricas permite superar la dicotomía de visualizar el resultado como única prioridad en la evaluación y, en consecuencia, enfatizan los procesos que atraviesa el estudiante de forma progresiva para alcanzar determinado nivel. En este sentido, la rúbrica contiene descriptores que muestran la progresión del logro, los cuales son señalados mediante los niveles: principiante, intermedio y habilidoso.

Los criterios fueron: descripción del fenómeno físico, planteamiento de hipótesis, explicación del fenómeno, manipulación de dispositivos, registro de observaciones, elaboración de argumentos y comunicación de resultados. La rúbrica fue validada por el docente participante en el estudio y el instrumento se implementó de manera individual a cada estudiante.

Las fuentes que se utilizaron para identificar el nivel de logro en el desempeño de los estudiantes fueron: el diario de experimentos, la cápsula científica, la redacción de sus conclusiones, la formulación de hipótesis, la elaboración de la estrategia SQA (lo que sé, lo que me gustaría saber y lo que aprendí), así como las participaciones orales del alumnado durante el trabajo con las secuencias didácticas.

Desarrollo

Para el proceso de análisis de la última fase del estudio, las categorías formuladas corresponden a las habilidades presentes en el pensamiento científico. Bhattacharjee (2012: 114) refiere que en un análisis cualitativo “las categorías construyen un panorama general de los temas más destacados en la investigación para comprender un fenómeno social”. En este sentido, la implementación de las secuencias didácticas en la comunidad indígena fue analizada en función de la comprensión del fenómeno de reflexión de la luz.

Las categorías fueron: *a)* identificación de cuestiones científicas, *b)* explicación científica de fenómenos, *c)* utilización de pruebas científicas, y *d)* actitudes hacia la ciencia; las cuales fueron construidas con base en las características presentes en una competencia científica según la SEP (2011), Pedrinaci *et al.* (2012) y la OCDE (2023). La información obtenida con las fichas descriptivas se categorizó con la herramienta digital ATLAS.ti (<https://atlasti.com/es>). Respecto a la rúbrica, se realizaron tablas dinámicas y se graficaron los resultados, que se describen en el siguiente apartado.

Pintrich y Schunk (2006: 50) refieren que “los modelos contextuales dan importancia al papel del individuo en relación con el ambiente o en interacción dinámica con él”. Por su parte, Freire (2004), enfatiza considerar los saberes de los sujetos en el proceso de enseñanza, y sugiere establecer una relación de los saberes curriculares con la experiencia social que tienen los estudiantes al ser individuos. En este sentido, el contexto educativo es clave en las fases de esta investigación: el diseño, la implementación y el análisis.

En la Tabla 2 se observa el diseño de la secuencia didáctica desarrollada a propósito del fenómeno de reflexión de la luz y validada por la docente de educación indígena; asimismo, se

incluye la actividad experimental traducida a la lengua materna de los alumnos participantes, el náhuatl. Cabe señalar que la traducción se realizó por la docente participante en el estudio, quien es hablante nativa de la lengua.

Tabla 2. Secuencia didáctica sobre reflexión de la luz para el contexto indígena

La luz rebota	
Tema:	Reflexión de la luz
Aprendizaje esperado:	Contenido:
Explica fenómenos del entorno a partir de la reflexión de la luz	Efecto en la trayectoria de la luz al reflejarse y refractarse en algunos materiales. Relación de los fenómenos del entorno en los que intervenga la reflexión de la luz.
Consideraciones previas para el desarrollo de esta secuencia:	
Los alumnos deben poseer nociones respecto al uso del transportador, como un instrumento que permite medir ángulos. Es importante que recuerde que la trayectoria de la luz es en línea recta.	
Actividades	
<p>Situación detonante: Ruth y Gustavo son dos amigos que se reúnen en las tardes para ir a nadar al arroyo. El día de ayer Ruth se dirigió a la casa de Gustavo para invitarlo a nadar, pero en el camino, al cruzar el puente se dio cuenta de que veía su reflejo en el agua. Cuando llegó con Gustavo le contó lo que había descubierto, ambos se fueron al arroyo y comenzaron a observar que podían ver reflejados los árboles de <i>amatl o jalamate</i> y <i>tempixkixtli</i> (árboles de la región huasteca en el estado de San Luis Potosí, México) en el agua. Ayuda a Ruth y a Gustavo a descubrir ¿Por qué se refleja su imagen y los árboles en el arroyo?</p> <p>Inicio Después de leer la situación detonante, plantear las siguientes interrogantes a los alumnos: ¿Te ha ocurrido algo como a Ruth y Gustavo? Solicitar observar el entorno natural y responder ¿En qué otros objetos o lugares crees que puedas observar reflejada tu imagen? Usar la estrategia SQA (Lo que sé, lo que quiero saber y lo que aprendí), ahora solo registrarán lo que corresponde a la primera columna para que los alumnos concentren sus saberes sobre el fenómeno planteado en la situación detonante. Comentar en el grupo las ideas registradas en el espacio ¿Lo que sé?, del SQA.</p> <p>Desarrollo Preguntar a los alumnos ¿Por qué creen que su imagen puede reflejarse en diversas superficies? Organizar equipos de trabajo de máximo 4 estudiantes y solicitar que tomen acuerdos en colaboración para realizar el experimento. Solicitar que registren en la tabla SQA ¿Lo que me gustaría saber? acerca de la reflexión al realizar el experimento y comentarlo en el grupo. Mencionar las medidas de seguridad para el uso de los materiales del experimento. Realizar el experimento: La luz rebota.</p>	

Tlatekiuilmej:
 Teskatl
 Tlaminketl
 Amatljakuiloli
 tsonkalpepechtli



Ti tekipanose:

1. An ki tlalise nopa teskatl pan nopa kuatlapechtli.
2. An ki tlalise nopa tlauli uan anki tlachiyaltise pan nopa teskatl, uan an ki itase tlake pano uan an ki ijkuilose pan nopa amatljakuiloli. Ueli ti chiuas se ixcopinkayotl.
3. Anki tlalisej nopa tetlaulijketl uan anki tlaulisej nopa teskatl kampa eljtok nopa tlakestli xoxoktik. An ki itasej tlake pano uan an ki ijkuilose ipan mo amatljakuiloli.
4. Ka nopa tlatamachialistli xi tamachiuaka keski mo maxalou kema nopa tlauli tlen asij ipaj nopa teskatl uan kenijkatsa mo maxaloua kemaj nopa tlauli kisa tlen nopa teskatl. Xi kijkuiloka ipaj mo amatljakuiloli
5. Xi patlaka nopa teskatl uan amaj xi tlalika nopa teposamatl uan xi kitaka tlake pano kemaj nopa tlauli ki tlaui nopa teposamatl, uan sempa xi tlalika nopa amatl uan xi. Kijkuiloka pan nopa amatljakuiloli
6. Ama xi patlaka nopa tlauli ka nopa tlaminketl, xi tlali nopa teskatl uan an ki tlaulise tlajkotipa pan nopa tlakestli xoxoktik. xi kajachui ka atl uan xi kita tlake pano uan xi kijkuilo pan mo amatljakuiloli.
7. Xi kinkejtsa nopa mo tamachiaul ka mo tlatekiuilis an ki chijke uan xi kijtokaa: ¿kennijki tlachalo? ¿Ka katlike neski sanse nopa tlauli ¿teskatl, teposamatl uan amatl? ¿ka katlike inka? ¿ka tlake tlatekiuli tlakuepieli ka miak chikaualistli nopa tlauli?

Cierre

8. Comentar en el grupo las observaciones que registraron al realizar el experimento.
9. Plantear las siguientes interrogantes:
10. ¿Cómo le llamarías al fenómeno que observaste en el experimento?
11. ¿Qué observaste respecto al ángulo de incidencia de la luz y el ángulo de reflexión?
12. Explica en qué consiste el fenómeno de luz que observaste en el experimento.
13. ¿Cómo llamarías al fenómeno de luz que observaste en el experimento?
14. ¿Cuándo ocurre la reflexión de la luz?
15. Solicitar a los alumnos que escriban una conclusión utilizando las ideas principales de la lectura, en la que expliquen a Ruth y Gustavo lo que descubrieron sobre la reflexión de la luz y ayudarlos a comprender por qué pueden observar su imagen en el arroyo de su comunidad.
16. Completar la tabla SQA en el último apartado ¿Lo que aprendí? y comentar en grupo sus explicaciones y la respuesta a la interrogante.

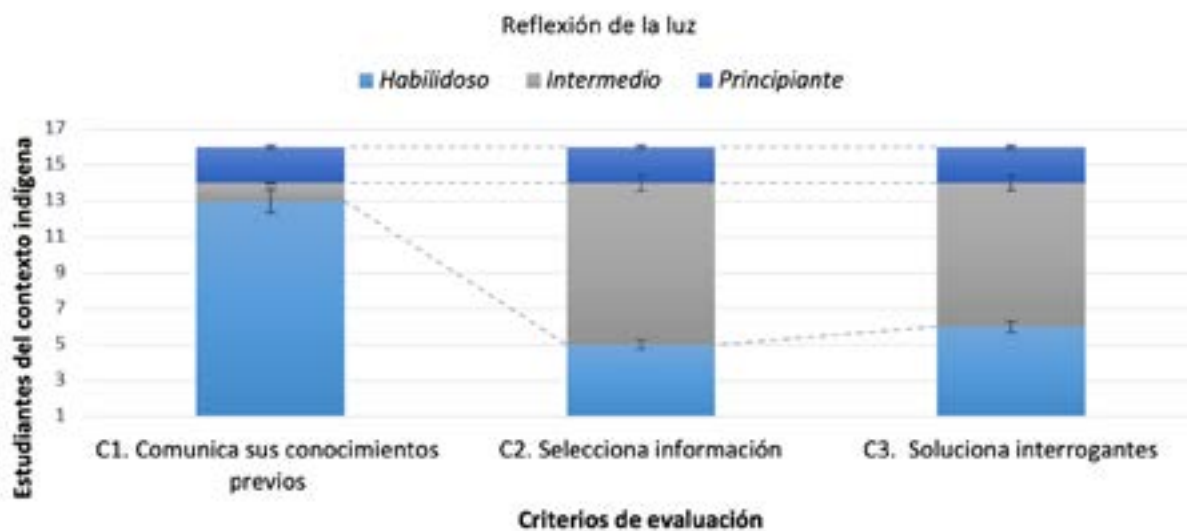
Fuente: elaboración propia, traducción por la profesora de la primaria indígena.

En el desarrollo de esta fase de la investigación, la participación del docente del contexto indígena fue clave para diseñar las secuencias didácticas. Lo anterior permitió fortalecer el diseño en el conocimiento del contenido disciplinar y el conocimiento didáctico. En el siguiente apartado se describen los resultados obtenidos. Cabe señalar que la situación detonante fue construida con base en las características de la comunidad e intereses de los estudiantes.

Resultados

Los resultados en esta sección explican el nivel de logro alcanzado por los estudiantes en los criterios: comunica sus conocimientos previos (C1), selecciona información (C2) y soluciona interrogantes (C3), correspondientes a la primera categoría de análisis: identificación de cuestiones científicas. De acuerdo con la Figura 1, en el criterio C1 el nivel de desempeño habilidoso predomina en la mayoría del alumnado en la secuencia sobre reflexión de la luz. Respecto a C2 y C3, la pluralidad se concentra en nivel intermedio.

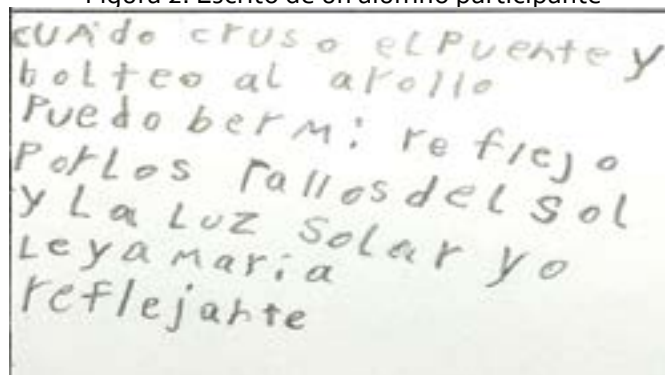
Figura 1. Nivel de logro del contexto indígena en la categoría uno



Fuente: elaboración propia.

En este contexto, se identificó una participación constante a partir del planteamiento de la situación detonante relacionada con el reflejo de varios objetos observados en el río que atraviesa su comunidad. En los comentarios de los estudiantes se reconoció la interacción que tienen con el medio natural. Lo anterior se ejemplifica con la opinión que externó una estudiante, en la cual atribuye a los rayos solares la respuesta a la pregunta ¿Por qué es posible observar nuestra imagen en algunos objetos? (véase la Figura 2).

Figura 2. Escrito de un alumno participante



Fuente: Acervo personal 2023.

En los resultados de la primera categoría, se identifica que, de acuerdo con la rúbrica de evaluación, el criterio referente a comunicar los saberes previos obtuvo mayor logro en el desempeño de los estudiantes, movilizados para comprender el fenómeno de reflexión de la luz. Lo anterior fue posible por el intercambio de sus experiencias y vida cotidiana, aunado a la actividad experimental. Debido a 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” (Candela, Rey, 2017: 41). Una evidencia de esta reflexión se reconoció a partir de la construcción de hipótesis en plenaria. Otro ejemplo de la forma como los estudiantes utilizan sus experiencias para resolver una interrogante sobre un fenómeno físico se muestra en el siguiente fragmento de diálogo, recuperado durante la fase de implementación de las secuencias didácticas. En este caso, las participaciones del alumnado señalan la importancia de la luz solar para que ocurra la reflexión.

Docente: En algún otro lugar ¿Han visto que se puede reflejar su imagen?

Estudiante 1: En los libros

Estudiante 2: En el espejo

Docente: ¿En los libros?, ¿Cómo?

Estudiante 1: Cuando le ponen una mica

Estudiante 3: También cuando está clara el agua del río.

Estudiante 4: En las cucharas

Estudiante 5: En los platos

Docente: ¿Por qué creen que podemos vernos reflejados en una cuchara o en el agua?

Estudiante 4: Por el sol

Docente: En nuestra casa ¿Por qué creen que podemos ver nuestra imagen en el espejo?

Estudiante 6: ¿Por la luz?

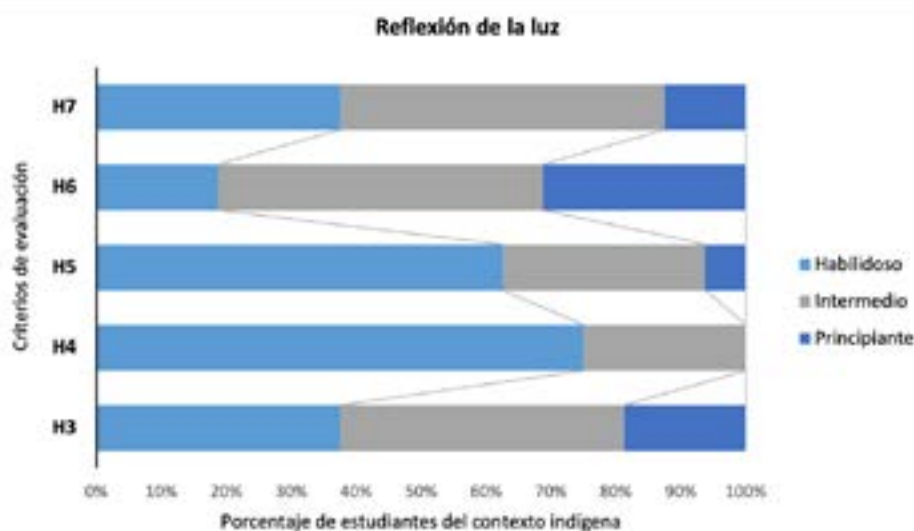
Docente: ¿Por qué piensas que por la luz?

Estudiante 6: Porque la luz ingresa igual como el sol, con rayos.

Referente a los resultados alcanzados en la segunda categoría: explicación científica de fenómenos, se encontró que al describir el fenómeno de reflexión, la mayoría se desempeñó en nivel intermedio, solo seis estudiantes lograron ser habilidosos. Cuando los participantes plantearon hipótesis utilizaron sus conocimientos locales, de igual modo, la mayoría logró un nivel intermedio. Hasta el momento, se reconoce una valiosa contribución de la actividad experimental como recurso para desarrollar el pensamiento científico, debido a que promovió la interacción con los fenómenos físicos y naturales (Matthews, 2017) observados en la comunidad.

Para la categoría tres, utilización de pruebas científicas, se elaboró una gráfica (véase Figura 3) que muestra los resultados, en los cuales se consideraron los siguientes criterios: explica los fenómenos de reflexión y refracción (H3); experimenta con los fenómenos ópticos y manipula dispositivos (H4); registra observaciones (H5); elabora argumentos (H6) y comunica resultados (H7).

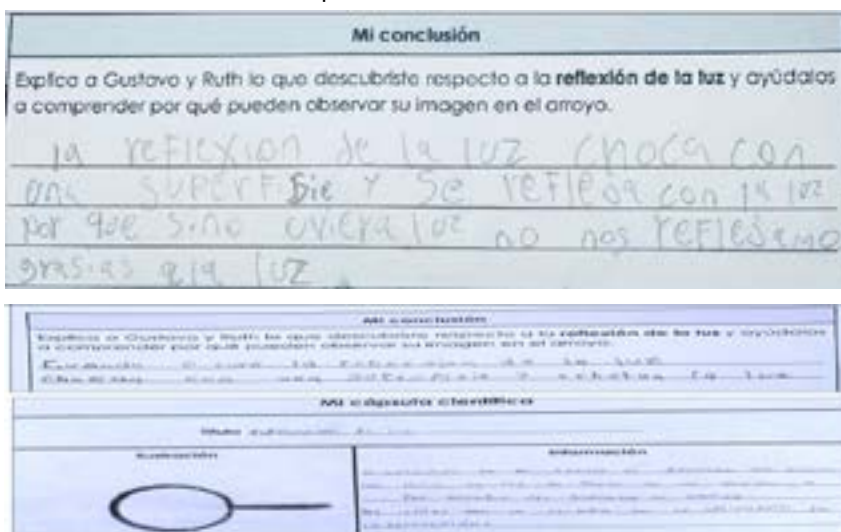
Figura 3. Nivel de logro del contexto indígena en la categoría tres



Fuente: elaboración propia.

La Figura 3 señala que los criterios de evaluación con mayor porcentaje corresponden al registro de observaciones (H5) y la manipulación de dispositivos (H4). En cambio, al elaborar argumentos (H6), poco más de 30% de los participantes obtuvieron el nivel de principiante. Es decir, construyen conclusiones sobre el fenómeno de luz al reflejarse en algunos materiales, pero con lenguaje cotidiano, como se observa en la Figura 4.

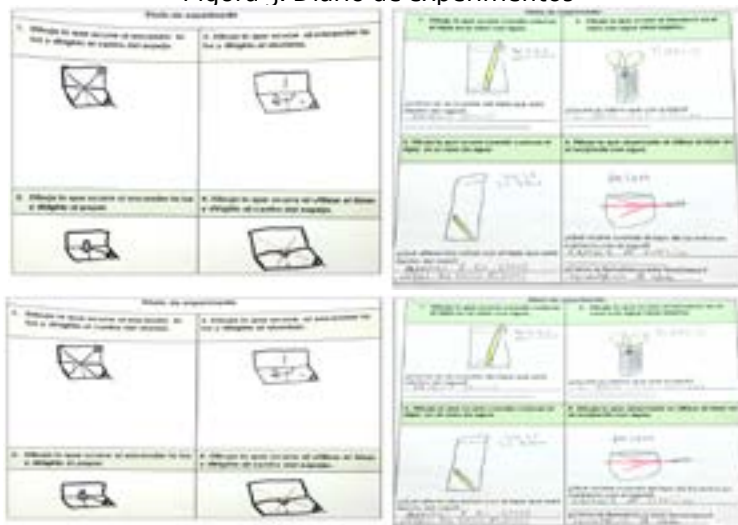
Figura 4. Conclusiones formuladas por los estudiantes sobre la reflexión de la luz



Fuente: Elaboración propia.

Respecto al registro de observaciones, el diario de experimentos representó una estrategia para favorecer la comprensión de los fenómenos ópticos. De acuerdo con Pedrinaci *et al.* (2012), el aprendizaje de la ciencia implica leer, escribir y hablar ciencia. La Figura 5 muestra el registro realizado por uno de los estudiantes de la escuela indígena durante el desarrollo de los experimentos. En este se observa la manera como el estudiante representó los cambios en el comportamiento de la luz de acuerdo con el material que utilizó, e incluso, al utilizar el aluminio en el rebotador de luz identificó la reflexión difusa y lo ilustró.

Figura 5. Diario de experimentos



Fuente: elaboración propia.

Los argumentos que construyeron los estudiantes acerca del fenómeno óptico después de realizar los experimentos señalan la importancia del comportamiento de la luz, a diferencia de sus hipótesis, en las cuales atribuyeron que la reflexión depende solo del agua y la luz solar. A pesar de que utilizan un lenguaje cotidiano para formular conclusiones y argumentos, se observa un avance en comparación con la primera fase del estudio. Los resultados de la categoría referente a la utilización de pruebas científicas muestran que los estudiantes identifican la ley de reflexión al trazar y registrar con la misma medida los ángulos incidentes y de reflexión. Asimismo, representan la reflexión difusa al utilizar el aluminio y señalan la diferencia en el comportamiento de la luz en los diversos materiales. Sin embargo, falta la relación de estas representaciones con la formulación de argumentos con perspectiva científica en sus escritos. Una posible causa de este hecho podría deberse a que la implementación de la secuencia didáctica fue el primer acercamiento formal de los estudiantes al estudio del fenómeno óptico.

Planear el registro durante la actividad experimental permitió centrar la atención de los estudiantes en momentos cruciales de interacción con los fenómenos ópticos. La estrategia didáctica del diario de experimentos representó un espacio organizado para las observaciones del trabajo en colaboración. Una de las consideraciones en el uso de esta herramienta es brindar tiempo para su elaboración y evitar dejarla al final de la experimentación, ya que, si surge a la par de la interacción con la experimentación, se va asimilando con las nuevas informaciones y favorece el aprendizaje significativo de la ciencia (Pozo, Gómez, 2009).

En el caso de la categoría cuatro, la Tabla 3 contiene los resultados de la valoración a las actitudes de los estudiantes del contexto indígena. Los tres criterios de evaluación concentraron el mayor porcentaje de logro en estudiantes con nivel de habilidoso, de los cuales, el trabajo en colaboración (A2) obtuvo mejor desempeño en comparación con expresar curiosidad (A1) y muestra honestidad en los resultados (A3).

Tabla 3. Actitudes hacia la ciencia en estudiantes del contexto indígena

Fenómeno	Criterio de evaluación	Nivel de logro (porcentaje %)		
		Principiante	Intermedio	Habilidoso
Reflexión de la luz	A1. Expresa curiosidad.	12.0	18.0	70.0
	A2. Trabaja en colaboración.	2.0	11.0	87.0
	A3. Muestra honestidad en los resultados.	6.0	25.0	69.0

Fuente: elaboración propia.

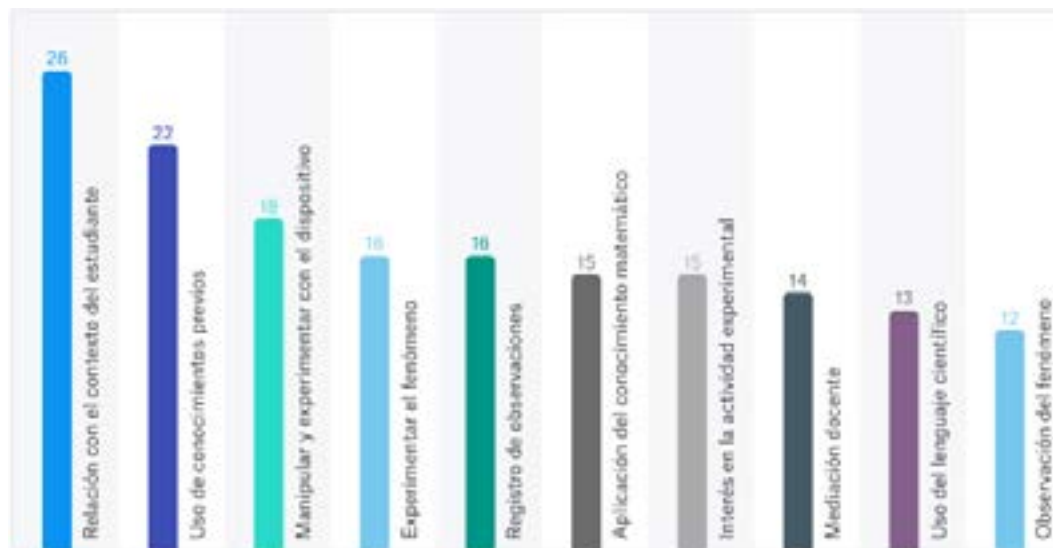
La lengua materna en este contexto es el náhuatl y, aunque todos los estudiantes hablan español, la docente se comunicó en ambas lenguas. Las niñas y los niños decidieron cómo expresar sus ideas, este carácter de libertad y respeto a la interculturalidad motivó espacios para la

plenaria y la socialización. Al respecto, Daza y Arrieta (2017:19) refieren que “la enseñanza de las ciencias contribuye a la vida emocional y las relaciones interpersonales; y que la participación en procesos de los intereses individuales y colectivos permite el progreso de las comunidades”. De acuerdo con los resultados, en la valoración de las actitudes los estudiantes obtuvieron los porcentajes más altos de desempeño, sobre todo en el trabajo colaborativo.

A partir del análisis de la cuarta categoría se reconoce la importancia de la ciencia para el desarrollo de actitudes desde temprana edad. Constantemente, los estudiantes se percibieron curiosos por descubrir, explorar y comprobar sus hipótesis. Respecto al recurso de la experimentación, además de movilizar las características de la competencia científica, representa un escenario para detonar el pensamiento científico.

De acuerdo con el software, los códigos con mayor frecuencia recuperados a partir de la observación fueron los momentos en los cuales se promueve la relación del estudiante con su comunidad, seguido del uso de conocimientos previos, la manipulación de dispositivos y la experimentación con el fenómeno. Congruente con los resultados de la Figura 6, se identifica que, aunque se vio favorecido el lenguaje científico, aún falta ser utilizado por la mayoría de los estudiantes, sobre todo en la construcción de argumentos para explicar fenómenos con perspectiva científica.

Figura 6. Códigos con mayor frecuencia en la implementación de las secuencias didácticas



Fuente: creado por el software ATLAS.ti para el análisis cualitativo.

Los resultados muestran la importancia de conocer el contexto de la comunidad escolar y utilizar situaciones detonantes del entorno como un escenario áulico de aprendizaje. En este sentido, la NEM señala que el plano de la contextualización consiste en retomar la lectura de la

realidad como base para trazar la intervención docente y profesionalizar la enseñanza de los contenidos curriculares (SEP, 2023).

En el transcurso de la investigación se reconocieron las limitaciones del estudio. Los relacionados con el rol del docente participante se refieren al dominio del contenido disciplinar, en específico acerca de los fenómenos de la luz, ya que la enseñanza de este tipo de temas representa un desafío como consecuencia de la falta de formación inicial sobre didáctica de la ciencia. De igual modo, la posible predisposición a la falta de materiales como obstáculo para el aprendizaje de la ciencia en la educación primaria indígena. Respecto a los estudiantes, se identificó dificultad en el uso del transportador y la clasificación de ángulos, lo cual implicó más tiempo del previsto al repasar este conocimiento matemático, necesario para realizar la actividad experimental.

Otra de las limitantes en la investigación alude a la falta de materiales de fácil acceso traducidos a la lengua náhuatl, en los cuales sea posible consultar información científica sobre los fenómenos ópticos, ya que las actividades de indagación implicaron realizar la traducción de textos del español al náhuatl. Lo anterior representa un área de oportunidad para el campo de la didáctica de la ciencia, en función de corresponder al eje intercultural propuesto en la NEM.

La investigación permite concluir que el desarrollo del pensamiento científico implica un trabajo de intervención docente basado en el uso de metodologías activas que promuevan la interacción social, el trabajo colaborativo y un enfoque interdisciplinar. En dicho trabajo, el estudiante y su comunidad se colocan al centro del proceso de aprendizaje de la ciencia, con una mirada que elimina hegemonías y propicia la interculturalidad crítica, la cual “debiera buscar la reflexión entre las infancias sobre las diversas formas de ver el mundo, de pensar y de comunicar que existen, para propiciar la acción en sus comunidades y el entorno en el que se desenvuelven” (Rodríguez, Arcos, 2024: 15). Asimismo, se reconoce el uso de dispositivos y modelos como un recurso valioso para la interacción con el fenómeno; además, propicia 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.

Para la educación primaria es crucial acrecentar la investigación referente a la didáctica de la ciencia, pues aun existen desafíos y espacios en el estado del conocimiento en cuanto a la demanda de formación de ciudadanos de la sociedad actual, sobre todo en comunidades indígenas. Finalmente, a raíz de este estudio han surgido nuevos planteamientos que motivan el interés por indagar en los efectos de implementar el enfoque de la Nueva Escuela Mexicana de manera integral. Además, se ha hecho evidente la necesidad de profundizar en la función docente para diseñar proyectos comunitarios y ejercer una autonomía profesional que contribuya

a la pedagogía decolonial, caracterizada por el proceso formativo ético, solidario y útil; centrada en el desarrollo humano desde el reconocimiento del impacto social y cultural.

Referencias

- Adúriz-Bravo, B. (2017). Pensar la enseñanza de la física en términos de "competencias". *Revista de Enseñanza de la Física*, 29(2), 21-31. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/18801>
- Besar, P. (2018). *Situated Learning Theory: The Key to Effective Classroom Teaching? HONAI: International Journal for Educational, Social, Political & Cultural Studies*, 1(1), 49-60. <https://www.journals.mindamas.com/index.php/honai/article/view/1022/918>
- Bhattacharjee, A. (2012). *Social Science Research: Principles, Methods, and Practices (2da ed.)*. USA: University of South Florida Scholar Commons.
- Bullock, M.; B. Sodian; S. Koerber (2009). Doing Experiments and Understanding Science: Development of Scientific Reasoning from Childhood to Adulthood. In Schneider, W.; M. Bullock (eds.). *Human Development from Early Childhood to Early Adulthood: Findings from a 20-year Longitudinal Study*. USA: Erlbaum, 173-197.
- Candela, A.; J. Rey (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*. Chile: CONICYT, 82-98. https://www.researchgate.net/profile/Silvio-Daza/publication/330598498_Libro_Multiculturalidad/links/5c49c5e292851c22a38d4f27/Libro-Multiculturalidad.pdf
- Correa, S.; E. Reséndiz; A. Vega (2014). La adquisición de habilidades científicas en niños de segundo grado de primaria a través del problema enseñanza vivencial de las ciencias. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades SOCIOTAM*, XXIV(2), 23-48. <https://www.re-dalyc.org/pdf/654/654525570003.pdf>
- Daza, S.; J. Arrieta (2017). Construcción de ciudadanías desde una mirada multicultural en la enseñanza de las ciencias. En Quintanilla, M. (ed.). *Multiculturalidad y diversidad en la enseñanza de las ciencias*. Chile: Bellaterra Ltda, 18-38. https://www.researchgate.net/profile/Silvio-Daza/publication/330598498_Libro_Multiculturalidad/links/5c49c5e292851c22a38d4f27/Libro-Multiculturalidad.pdf
- Díaz, A.; J. Olais (2017). Estudio cualitativo sobre habilidades cognitivas que activan el ciclo de razonamiento científico en niños de educación preescolar mediante la actividad experimental en ciencias naturales. *XIV Congreso Nacional de Investigación Educativa*. México: COMIE. <http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/2393.pdf>

- Díaz, F. (2006). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw-Hill. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/ensenanza_situada_-_frida_diaz_barriga_arceo.pdf
- Dunbar, K.; D. Klahr (2012). Scientific Thinking and Reasoning. *The Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*, 701-718. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199734689.013.0035>
- Freire, P. (2004). *Pedagogía de la autonomía*: Brasil: Paz e Terra, SA.
- Gallegos-Cázares, L.; B. García-Rivera; F. Flores-Camacho; E. Calderón-Canales (2016). Models of Living and Non-living Beings among Indigenous Community Children. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 10(2), 5-27. <https://pasithee.library.upatras.gr/review/article/view/2710>
- García, A. (2015). La enseñanza de las ciencias en escuelas indígenas en México: Caminos en la sociedad del conocimiento. *Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 4(1). <http://tecnociencia-sociedad.com>
- García, A. (2016). The Science Education in Indigenous Schools in México: Roads in the Knowledge Society. *Techno Review*, 4(1), 11-18. https://www.researchgate.net/publication/341048864_La_ensenanza_de_las_ciencias_en_escuelas_indigenas_en_Mexico_Caminos_en_la_sociedad_del_conocimiento_The_Science_Education_in_Indigenous_Schools_in_Mexico_Roads_in_the_Knowledge_Society
- García, A.; E. Calderón-Canales; B. García-Rivera; J. Hirsch; F. Flores-Camacho; A. Frank (2018). Programa Adopte un Talento y el desarrollo de habilidades para la ciencia en la escuela primaria. En Teresinha, G. (coord.). *Anuario educativo mexicano: visión retrospectiva*, 51-61. <https://www.ismujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Rosales-Embarazo-y-deserci%C3%B3n>
- Gómez, A.; A. García; L. González; J. Torres (2019). Cultural Diversity and Evolution: Looking for a Dialogical Teaching Perspective. En Harms, U.; M. Reiss (eds.). *Evolution Education Re-considered. Understanding What Works*. Switzerland: Springer, 227-247. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14698-6_13
- Gómez, G.; J. Flores; E. Jiménez (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. España: Aljibe.
- Juuti, K.; J. Lavonen (2012) (Design-Based Research in Science Education: One Step Towards Methodology. *ResearchGate*, 2(2), 54-68. https://www.researchgate.net/publication/320337173_DesignBased_Research_in_Science_Education_One_Step_Towards_Methodology
- Matthews, M. (2017). *La enseñanza de la ciencia: un enfoque desde la historia y la filosofía de la ciencia (1ª. ed.)*. México: Fondo de Cultura Económica.
- OECD (2023). PISA 2022 Results (vol. I): The State of Learning and Equity in Education. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2015). *La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247785_spa

- Pedrinaci, E.; A. Caamaño; P. Cañal; A. Bueno (2012). *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. España: Grao.
- Philippakos, Z.; E. Howell; A. Pellegrino (2021). *Design-Based Research in Education: Theory and Applications*. USA: Guilford Publications.
- Pintrich, P.; D. Schunk (2006). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications* (2nd ed.). USA: Prentice Hall.
- Pozo, J.; M. Gómez (2009). *Aprender y enseñar ciencia* (6ª ed.). España: Ediciones Morata.
- Ramos, S.; G. Garibay-Chávez; A. Curiel-Ballesteros (2019). Identification, Collection and Consumption of Weeds and Wild Vegetables in Mexican Communities: Institutionalized Local Ancestral Indigenous Knowledge as Ecological Literacy, Place and Identity. *Cultural Studies of Science Education*, 14, 1011-1030. <https://doi.org/10.1007/s11422-017-9852-y>
- Ravela, P.; B. Picaroni; G. Loureiro (2020). *¿Cómo mejorar la evaluación en el aula?: Reflexiones y propuestas de trabajo para docentes*. Uruguay: Grupo Magro.
- Rodríguez, D.; S. Palmas (2024). La educación en campos disciplinares. *Parte 1: Educación artística, educación en ciencias naturales y educación física*. México: COMIE.
- Rodríguez, D.; N. Arcos, N. (2024). La representación de los pueblos indígenas en los nuevos Libros de Texto Gratuito. *Diálogos sobre Educación*, 16(30). <https://doi.org/10.32870/dse.v0i30.1457>
- Secretaría de Educación Pública (2011). *Plan de Estudios 2011, Educación Básica*. México: SEP.
- SEP (2017). *Aprendizajes clave para la educación integral, Educación Básica*. México: SEP.
- SEP (2022). *Plan de Estudios 2022, Educación Básica*. México: SEP.
- SEP (2023). *Un libro sin recetas. Fase 3*. México: SEP.
- Skolnick D.; D. Sobel (2022). *Constructing Science. Connecting Causal Reasoning to Scientific Thinking in Young Children*. UK: The MIT Press.
- Tonucci, F. (2019). *¿Perché le bambine e i bambini?* [¿Por qué las niñas y los niños?]. Italia: Zeroseiup.
- Valverde-Berrocó, 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. <https://doi.org/10.6018/riite/2016/257931>
- Villavicencio, R.; R. Uribe (2017). Supervisión del aprendizaje situado: camino hacia un modelo didáctico. *Memoria Electrónica del Congreso Nacional de Investigación Educativa*, 3(3), 1-11. <https://comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/2755.pdf>
- Vygotsky, L. (1981). *Pensamiento y lenguaje*. Argentina: La Pléyade.
- Wang, F.; M. Hannafin (2005) Design-based Research and Technology-Enhanced Learning Environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23. https://www.researchgate.net/publication/225626676_Design-based_research_and_technology-enhanced_learning_environments_Educational_Technology_Research_and_Development_534_5-23
- Weissmann, H. (2013). *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones*. Argentina: Paidós.