



ANÁLISIS DE LOS EXPERIMENTOS DE FÍSICA DEL LIBRO DE TEXTO DE CIENCIAS NATURALES DEL CUARTO GRADO DE PRIMARIA EN MÉXICO

Julián Rodríguez López

Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California
rodriguez.julian@uabc.edu.mx

Luis Javier Villegas Vicencio

Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California
javier.villegas@uabc.edu.mx

Jesús Ramón Lerma Aragón

Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California
jlerma@uabc.edu.mx

Área temática: Educación en campos disciplinares.

Línea temática: Educación en Ciencias Naturales.

Tipo de ponencia: Reporte parciales o final de investigación



Resumen

La enseñanza de la ciencia en la educación básica juega un papel importante en los procesos formativos de los estudiantes, ya que a través de esta los alumnos desarrollan habilidades de observación, experimentación y análisis, fomentando su curiosidad y capacidad para explorar el mundo que les rodea. Parte de este desarrollo se debe a la experimentación que se realiza en el salón de clases en la materia de Ciencias Naturales, cuyos experimentos abarcan, entre otras disciplinas, la física, ya que incluye temas como la óptica, la composición de la materia y la astronomía. Por esta razón, el presente estudio tuvo como objetivo comprobar la viabilidad de los experimentos de física del libro de texto de Ciencias Naturales de cuarto grado a través de una investigación descriptiva. Los resultados principales mostraron que el 81% de los experimentos que forman parte del área física no son viables debido a errores metodológicos, teóricos, conceptuales, así como al uso inadecuado de materiales y falta de seguridad. En conclusión, se afirma que la enseñanza de las ciencias es un componente fundamental en la formación de los estudiantes, sin embargo, recae en el profesor la responsabilidad de conducir los experimentos de manera que ayuden a los alumnos a comprender y relacionar el contenido con su vida cotidiana, a través de una formación sólida en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Palabras clave: Educación primaria, Ciencias Naturales, Libros de texto, Experimentación, Física

Introducción

La enseñanza de las ciencias es una de las problemáticas con las que se enfrenta el sistema educativo y, particularmente, los profesores, ya que “no forma parte de la cultura de la sociedad mexicana. Esto se refleja en la forma en que la sociedad mexicana concibe y considera qué debe enseñarse” (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, [INEE] 2019, párr. 4). Por consiguiente, tanto el contenido curricular como la actualización y formación docente deben desempeñar un papel clave en la enseñanza de las ciencias en el aula. En consecuencia, los profesores deben familiarizarse con los conceptos científicos, así como con las estrategias didácticas y herramientas tecnológicas apropiadas para transmitir, guiar y facilitar el contenido de ciencias a los estudiantes de primaria, sin embargo, “con frecuencia se enseñan estas disciplinas apegándose a la memorización y al dictado, lo cual ofrece una imagen distorsionada de una actividad marginal e inútil” (Garduño, 2019, párr. 6). Esto indica que estos contenidos siguen siendo enseñados de manera “tradicional” y sin encontrar una aplicación real en la vida cotidiana.

En relación con lo anterior, si el profesor no logra relacionar el contenido de los libros con una aplicación real en el contexto, no logrará un aprendizaje significativo. Esto debe ser el resultado de una formación previa en ciencia. Además, si el estudiante no percibe esa relación entre el libro de texto y una situación real, es probable que no se apropie del conocimiento. Por lo tanto, la falta de aprendizaje vivencial, junto con el uso casi exclusivo del libro, impide que el alumno relacione lo aprendido en clase con experiencias prácticas y con su vida en general, lo que hace que el contenido sea irrelevante para los estudiantes (Candela, Carbajal, Sánchez y Alvarado, 2012; Garduño, 2019 y Del Pino, 2020).

Por otro lado, también se encuentra la falta de infraestructura, recursos materiales y equipos adecuados para la enseñanza de la ciencia. Existen escuelas que carecen de materiales didácticos actualizados para realizar los experimentos en las clases de ciencias, lo cual tiene efectos negativos en la práctica docente, además, la falta de laboratorios para llevar a cabo los experimentos agrava aún más esta situación (Alvarado y Flores, 2001; Candela, Sánchez y Alvarado, 2012 y López, 2021), a pesar de que la Nueva Escuela Mexicana (NEM) menciona que debe existir una infraestructura adecuada (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2019) por consiguiente los profesores, para suplir la falta de materiales, optan por realizar distintas acciones como alternativa ante sus carencias.

Los docentes diseñan diferentes estrategias para enseñar las ciencias en el salón de clases ante la falta de recursos, en este sentido, Guerra (2012) señala que ellos compran sus propios materiales y utilizan otros complementarios que sustituyen a los del libro, así como los que aportan los propios estudiantes. Además, los materiales proporcionados por el Sistema Educativo Nacional (SEN) arriban tarde o no llegan. Por lo tanto, los maestros deben adaptarse a las circunstancias de su centro educativo y al mismo tiempo deben descifrar o aprender la metodología para realizar los experimentos.

A falta de infraestructura y de las deficiencias metodológicas y del contenido en los libros de texto, los docentes invierten más tiempo para el diseño, la forma y la relación de los experimentos con la teoría para que tengan sentido para los estudiantes. Esto se debe a que los libros “describen experimentos imposibles de realizar, debido a la rareza de los materiales o a la falta de claridad metodológica” (Valdez, 2012, p. 101). En este sentido, el mismo autor señala que los libros están mal preparados debido a la falta de claridad, comunicación ineficaz, nivel inadecuado de elaboración y la falta de ideas integradoras y expectativas. Además de esto, los maestros deben adaptar los contenidos de los libros para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera adecuada.

Los libros de texto gratuitos son una herramienta fundamental para la educación básica en México, ya que permiten a los estudiantes acceder a contenidos educativos de manera gratuita, sin embargo, existen algunos problemas que afectan su calidad y eficacia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, por ejemplo, uno de ellos es que los libros no logran consolidar las actividades científicas y no se les dedica suficiente tiempo para desarrollarlas en clase (López-Valentín y Guerra-Ramos, 2013). Esto puede deberse a que no se conoce qué tan pertinentes son los libros (Anzures, 2011) debido a la escasez de estudios sobre este tema (Valdez, 2012).

En un estudio realizado por García-Ruiz y Sánchez (2006), se menciona que los profesores reconocen “utilizar cuestionarios, resúmenes, lectura de libros de texto y, en algunas ocasiones, experimentos como estrategias de enseñanza en estas ciencias” (p. 73). Como se puede observar, el uso de los experimentos como estrategia de enseñanza es limitado, a pesar de estar explícitamente presentes en los libros de texto de Ciencias Naturales.

En el mismo trabajo, Dyszel y Acevedo (2023) explican otras situaciones relacionadas con la escasa utilización de los experimentos por parte de los docentes como estrategia de enseñanza:

- Los profesores prefieren enseñar otras materias en las que tienen mayor dominio, como español y matemáticas.
- No consideran relevante las actividades relacionadas con las ciencias.
- Asignan los experimentos como tarea sin proporcionar guías, indicaciones y dependiendo de las instrucciones del libro de texto.

Los autores mencionan que estas situaciones se deben a la carga laboral que enfrentan los maestros (tareas administrativas, docencia, asesorías y gestión), lo que afecta su actitud hacia la realización de experimentos. Paradójicamente, “todos los profesores coincidieron en que es importante enseñar Ciencias Naturales; es necesario utilizar actividades experimentales para lograrlo, y a través de los experimentos, los alumnos se motivan y muestran un mayor interés en la clase” (p. 73).

A pesar de esto, García y Calixto (1999) proponen dos estrategias para la enseñanza de las ciencias. Por un lado, aclarar los conceptos o leyes propios de cada disciplina científica basándose en experimentos (como los que se encuentran en los libros). Por otro lado, buscar que el estudiante logre un aprendizaje significativo que le permita relacionar los resultados

de los experimentos con su utilidad en la vida cotidiana. De esta manera, el alumno vincula el conocimiento adquirido en la escuela con su entorno, lo interioriza, se motiva y muestra un interés genuino por la ciencia.

Metodología

El enfoque utilizado para llevar a cabo esta investigación es cuantitativo-descriptivo. Este, se caracteriza según Kerlinger y Lee (2002) y Hernández, Fernández y Baptista (2014) por permitir realizar un análisis que describe las características de cualquier fenómeno o unidad de análisis, pero con la particularidad que se presenta como resultado, información fácil de entender (Dodge, 2008). Aunado a lo anterior, se realizó una comprobación de los experimentos y proyectos de física que aparecen en el libro de Ciencias Naturales de cuarto grado, para ver la viabilidad de realizarlos por parte de los estudiantes y docentes.

Por tanto, este estudio contiene las siguientes fases:

1. Identificación de las subdisciplinas a las que pertenecen los experimentos.
2. Identificación de los experimentos de Ciencias Naturales de cuarto grado.
3. Identificación y comprobación de la funcionalidad y disponibilidad de los enlaces externos que proporciona el libro como apoyo al reforzamiento de los temas en cuestión.
4. Elaboración de los experimentos para comprobar su viabilidad.

Muestra

La muestra que se tomó para analizar es el libro de texto de cuarto grado de la materia de Ciencias Naturales, particularmente los experimentos y proyectos concernientes a física, que constituyen los bloques III, IV y V; los bloques I y II son concernientes a Ciencias Biológicas y de la Salud. Asimismo, se identificaron y revisaron aquellos enlaces externos que contribuyen a una mejor explicación sobre estas actividades. Cabe resaltar que los libros de texto analizados fueron los utilizados en el ciclo escolar 2022-2023.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la investigación producto de la ejecución de las fases enlistadas en el apartado anterior. Primeramente, se muestran las subdisciplinas adyacentes a los experimentos hasta terminar con la identificación y descripción de aquellos que se pueden realizar con los que no.

Resultados de la fase 1

La distribución y frecuencias de las subdisciplinas que pertenecen a los experimentos que contiene la asignatura de Ciencias Naturales de cuarto grado, se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Subdisciplinas de los experimentos y proyectos

| No. | Bloque | Subdisciplinas | No. de experimentos |
|-----|--|---|---------------------|
| 1 | III ¿Cómo son los materiales y sus interacciones? | Termodinámica | 4 |
| 2 | IV ¿Qué efectos produce la interacción de las cosas? | Óptica Electrostática Termodinámica | 5 |
| 3 | V ¿Cómo conocemos? | Astronomía | 6 |

Como se puede observar en la tabla anterior, en el libro de texto de Ciencias Naturales de cuarto grado, predominan los experimentos de la subdisciplina de astronomía con 6, posteriormente la óptica, electroestática o termodinámica con 5 y por último la termodinámica con 4.

Resultado de la fase 2

En esta fase, se describen los experimentos de los bloques III, IV y V. Se puede notar la temática y el tipo de actividad que el estudiante tendrá que realizar además que los bloques IV y V son los únicos que cuentan con proyectos, mismos que sirven para aplicar el contenido aprendido en estos y al final se realiza una evaluación sumativa y una autoevaluación sobre el contenido. En el bloque 4 hay dos posibles proyectos de aplicación y en el bloque V solo uno.

Tabla 2. Listado de experimentos por bloque.

| No. | Página | Experimento |
|--|--------|--|
| Bloque III: ¿Cómo son los materiales y sus interacciones? | | |
| 1 | 76 | Estados físicos de la materia |
| 2 | 80 | ¿Los cuerpos cambian? |
| 3 | 87 | La transformación de los alimentos |
| 4 | 88 | Caldo de cultivo |
| Bloque IV: ¿Qué efectos produce la interacción de las cosas? | | |
| 5 | 102 | ¿Cómo se refleja la luz? |
| 6 | 108 | ¿Se corta el lápiz? |
| 7 | 112 | ¿Se atraen o se rechazan? |
| 8 | 116 | El calor genera movimiento |
| 9 | 120 | Proyecto: Caleidoscopio |
| 10 | 122 | Proyecto: Confeti saltarín |
| Bloque V: ¿Cómo conocemos? | | |
| 11 | 135 | ¡Qué baile tan elegante! |
| 12 | 136 | El día y la noche |
| 13 | 138 | El verano y el invierno |
| 14 | 141 | De viaje por el sistema solar |
| 15 | 144 | Los eclipses |
| 16 | 149 | Proyecto: Aprovechamiento del calor en el funcionamiento de un juguete |

Resultado fase 3

Los experimentos concernientes a la subdisciplina de astronomía en el bloque 5, son los únicos que cuentan con enlaces externos que sirven como apoyo para ahondar en las temáticas que se desarrollan en este, sin embargo, del total existentes, uno se encuentra inaccesible ya que la liga no permite abrir la página y el resto se puede acceder sin ningún problema. Por otro lado, no hay instrucciones claras ni precisas sobre qué debe de hacer el estudiante cuando entre a los portales que refieren las ligas.

Tabla 3. Enlaces de consulta sobre los experimentos

| No. | Bloque | Experimento | Página | Enlace | Estado |
|-----|--------|-------------------------------|--------|---|--------------|
| 1 | V | El día y la noche | 135 | https://spaceplace.nasa.gov/sp/kids/ | Accesible |
| 2 | V | De viaje por el sistema solar | 141 | http://terra.geociencias.unam.mx/geociencias/developmento/libro_foucault_web.pdf | No accesible |
| 3 | V | De viaje por el sistema solar | 141 | https://spaceplace.nasa.gov/sp/kids/ | Accesible |
| 4 | V | Los eclipses | 144 | https://www.astromia.com/ | Accesible |
| 5 | V | Sistema solar | 147 | https://www.nationalgeographic.es/ | Accesible |

Resultados fase 4

En esta fase, se buscó obtener la plausibilidad de los experimentos. Para esto, se llevó un análisis metodológico de la realización de cada experimento concernientes a física, por tanto, sólo se tomaron los bloques III, IV y V, mismos que se pueden consultar en la tabla 4.

Tabla 4. Plausibilidad de los experimentos de física

| No. | Página | Experimento | Viable |
|--|--------|--|--------|
| Bloque III: ¿Cómo son los materiales y sus interacciones? | | | |
| 1 | 76 | Estados físicos de la materia | No |
| 2 | 80 | ¿Los cuerpos cambian? | No |
| 3 | 87 | La transformación de los alimentos | Sí |
| 4 | 88 | Caldo de cultivo | Sí |
| Bloque IV: ¿Qué efectos produce la interacción de las cosas? | | | |
| 5 | 102 | ¿Cómo se refleja la luz? | No |
| 6 | 108 | ¿Se corta el lápiz? | No |
| 7 | 112 | ¿Se atraen o se rechazan? | No |
| 8 | 116 | El calor genera movimiento | Sí |
| 9 | 120 | Proyecto: Caleidoscopio | No |
| 10 | 122 | Proyecto: Confeti saltarán | No |
| Bloque V: ¿Cómo conocemos? | | | |
| 11 | 135 | ¡Qué baile tan elegante! | No |
| 12 | 136 | El día y la noche | No |
| 13 | 138 | El verano y el invierno | No |
| 14 | 141 | De viaje por el sistema solar | No |
| 15 | 144 | Los eclipses | No |
| 16 | 149 | Proyecto: Aprovechamiento del calor en el funcionamiento de un juguete | No |

Del total de 16 experimentos que equivalen un 100% que componen estos tres bloques, sólo son plausibles 3 (19%) y 13 (81%) no lo son. Esto se debe en que en algunos experimentos las instrucciones no son claras, materiales inaccesibles, imágenes de referencia, entre otras razones. En la tabla 5 se describe a detalle el problema que presentan aquellos que no se pueden realizar por distintas circunstancias.

Tabla 5. Problemas de los experimentos de física.

| No. | Experimento | Página | Problema |
|---|-------------------------------|--------|--|
| Bloque III: Clasificación de sólidos, líquidos y gaseosos | | | |
| 1 | Estados físicos de la materia | 76 | Piden medidas específicas en los materiales en mililitros y gramos, siendo que no es importante y se pueden medir en tazas o cucharadas u otras formas. La tabla es confusa de llenar. |
| 2 | ¿Los cuerpos cambian? | 80 | La lámpara de alcohol es difícil de conseguir además de ser un material peligroso y en algunas ocasiones, caro. |
| Bloque IV: Reflexión y refracción de la luz | | | |
| 5 | Reflexión de la luz | 102 | Pide una infraestructura complicada para que quede vertical el espejo. Se deben medir los ángulos respecto a la normal (línea perpendicular al espejo) y con base en la normal se miden los ángulos incidente y reflejado. Se tiene que adaptar un transportador porque la curvatura va de 0 a 180 grados y no se mide respecto a la normal. Se necesita adaptar el transportador que mida los ángulos, desde los 90, en forma simétrica hacia los costados del espejo. En la página 103 del libro representa con franjas amarillas la luz incidente y reflejada, produce confusión porque la luz es blanca y puede inducir ideas de que el alumno deberá observar la luz de ese modo. En la imagen no sabe cómo se transmite la luz la lámpara. Al cambiar el material de incidencia siendo papel, aluminio, plástico y vidrio, la superficie es difusa y no habrá ángulo de reflexión. |
| 6 | ¿Se corta el lápiz? | 108 | Las preguntas para responder no inducen a la reflexión respecto a los efectos relativos a la luz. |
| 7 | ¿Se atraen o se rechazan? | 112 | En lugares húmedos es más complicado conservar las cargas eléctricas porque el ambiente "se roba" las cargas. |
| 10 | Proyecto: Caleidoscopio | 120 | Los espejos deben caber justo en el diámetro que contiene, medir exacto los espejos y que sean largos (las imágenes de referencia en la página 120 no se clasifican como caleidoscopios). La parte espejada tiene que estar por adentro, lo que no se explica. En los materiales no hay espejos, por lo tanto, no hay reflexión adecuada. El confeti es un material traslucido, no sirve para ver el efecto. |
| 8 | Proyecto: Confeti saltarín | 122 | No resulta en todos los sitios debido a la humedad ambiental. |
| Bloque V: ¿Cómo conocemos? | | | |
| 11 | ¡Qué baile tan elegante! | 135 | Sería recomendable que el movimiento de rotación fuera explicado en términos de la rotación terrestre o de los demás objetos celestes. |
| 12 | El día y la noche | 136 | Puede haber problemas de escala al fijar el planisferio sobre la pelota. |

| | | | |
|----|---|-----|---|
| 13 | El verano y el invierno | 138 | Los cambios de estaciones se deben no solo a la traslación, sino que también se deben a la inclinación del eje de rotación en conjunto con la traslación, es decir, a la oblicuidad de la eclíptica. En las instrucciones del experimento se propone un cartón en la lámpara tiene la función de ser un puntero, al simular el movimiento de traslación ya no iluminará al planeta. Recurren nuevamente a la necesidad del sitio oscuro. No explica el modelo el verano o el invierno en los hemisferios. No hay discusión. |
| 14 | De viaje por el sistema solar | 141 | La traslación de la Tierra forma un plano y la traslación de la Luna está en otro plano. Falta hacer que las actividades anteriores vayan integrando un sistema más complejo. |
| 15 | Los eclipses | 144 | Los eclipses se explican parcialmente en las ilustraciones de la página 143. El error está en presentar el movimiento de traslación de la Tierra y la Luna en el mismo plano. Si estuvieran en el mismo plano, habría eclipses a diario. |
| 16 | Proyecto 2: Aprovechamiento del calor en el funcionamiento de un juguete. | 149 | Material caro, el tubo de cobre sin especificar sus dimensiones de diámetro y calibre. |

La tabla anterior describe una serie de problemáticas metodológicas, conceptuales, teóricas, de seguridad y de materiales que se tienen que sortear para llevar a cabo los experimentos y a la postre los aprendizajes esperados. Por citar un ejemplo, en el bloque III, la problemática que más resalta es la lámpara de alcohol, misma que es difícil de adquirir dependiendo del contexto y zona geográfica y presupone un peligro para los estudiantes cuando estos los manipulen, ya que podría haber quemaduras, ingesta y/o contacto ocular.

Conclusiones

A manera de conclusión, en el análisis presentado se encontró que los experimentos no cuentan con objetivos que ayuden a contextualizar la razón de ser de los mismos y, de igual forma, están estructurados de una forma rígida que no permite que los estudiantes reflexionen acerca del conocimiento y las teorías que subyacen en los experimentos, además, los alumnos no pueden resolver problemas, interpretarlos ni tomar alguna decisión con respecto a ellos (García y Calixto, 1999) y únicamente memorizan la información (SEP, 2016). Aprender en forma memorística incide en la forma en que ellos relacionan los conocimientos y la utilidad que puedan encontrar en la vida cotidiana.

Otro aspecto que está relacionado con la elaboración de los experimentos son los materiales que sugiere el libro de texto. Algunos de estos son difíciles de encontrar, otros tienen un precio elevado para los estudiantes (especialmente para aquellos que estudian en escuelas consideradas marginadas), otros les faltan indicaciones más precisas para adquirirlo; todo lo anterior hace que sea difícil o imposible de llevarlos a cabo. También están aquellos que se consideran peligrosos para su manipulación, como mecheros, aceite y fuego. Valdez (2012)

menciona que los países no industrializados llevan a cabo los experimentos con materiales sencillos y de bajo costo, lo cual brindaría una ventaja al momento de planificar los experimentos, pero el autor también establece que, en México, la SEP prescinde de los laboratorios escolares, lo que tiene como resultado que los estudiantes los realicen en el salón de clases, los patios de la escuela e incluso en sus casas.

Otra incidencia que se encontró es el nivel de complejidad en la elaboración de los experimentos. Algunos de estos tienen instrucciones confusas y laboriosas, y carecen de ejemplos o guías claras que se asemejen a los resultados que se obtendrían una vez terminada la actividad, ya que algunas de las que están no son precisas, en ocasiones los diagramas que las acompañan son incompatibles con lo que encontrarán al realizarlo. Por tanto, el docente es quien desarrolla el experimento, comprenderlo y adaptarlo a las características físicas y cognitivas de sus alumnos según su contexto escolar (Cázares-Méndez, 2014) para después pedírselos a ellos, en ocasiones sin una guía o asesoría.

El profesor es el primer interventor entre el conocimiento y el alumno, por lo mismo, este debe tener una formación en el área de ciencias proveniente de las escuelas normales, para llevar una metodología sencilla y clara que cumpla con los objetivos de la materia, Weiss et al. (2019) establecen que los docentes imparten temas que

no se explican o se exponen de manera simple o errónea, se rechazan o ignoran explicaciones de los alumnos y no se aprovechan para propiciar la confrontación y argumentación de ideas. A veces no hay un cierre del tema, ya sea porque se asume que el apunte del cuaderno, la respuesta a las preguntas del libro o la copia operan como tal o porque el tiempo se acaba (p. 368).

Por último, se retoman los siguientes puntos del análisis al libro de texto de Ciencias Naturales como un área de oportunidad para mejorarlos. Este libro cuenta con imprecisiones teóricas en el apartado de astronomía, particularmente en el tema del sistema solar. Los cambios en cuanto a experimentos, proyectos y contenido teórico-conceptual son pocos y prácticamente son los mismos desde la reforma educativa del expresidente Felipe Calderón y, por ende, las referencias no están actualizadas (la más reciente data del año 2007).

Para concluir, la enseñanza de la física a través de la materia de Ciencias Naturales es un componente clave en el proceso formativo de los estudiantes, ya que, como se expuso a lo largo de este documento, desarrollan competencias analíticas y de investigación, así como también fomentan la curiosidad y la creatividad. Pero para que esto se lleve a cabo, debe haber una sólida formación docente desde las escuelas normales, misma que desarrolle las competencias en las ciencias para que estos puedan enseñarla con una metodología clara y sencilla, con los conocimientos teórico-conceptuales adecuados, aunado a materiales accesibles y de bajo costo para que los estudiantes, sin importar su nivel socioeconómico, pongan en práctica sus conocimientos e integren las Ciencias Naturales en su vida cotidiana.

Referencias

- Anzures, T. (2011). El libro de texto en la actualidad: logros y retos de un programa cincuentenario. *Revista mexicana de investigación educativa*, 16(49), 366-388. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662011000200003
- Alvarado, M. E. y Flores, F. F. (2001). Implicaciones para la enseñanza de la ciencia. *Perfiles educativos*, 92(23), 32-53. <https://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v23n92/v23n92a3.pdf>
- Candela, A., Carbajal, E., Sánchez, A. y Alvarado, C. (2012). La investigación de las aulas de ciencias y la formación docente. En Flores-Camacho, F. (Coord.). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. INEE.
- Cázares-Méndez, A. G. (2014). La actividad experimental en la enseñanza de las ciencias naturales. Un estudio en la escuela normal del Estado de México. *Ra Ximhai*, 10(5), 135-148. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46132134009>
- Del Pino, M. (2020). Aprendizaje experiencial, interiorizar haciendo. *Revista Digital de Educación y Formación del profesorado*, (17), 1-17. <http://revistaeco.cepcordoba.es/wp-content/uploads/2020/04/Delpino.pdf>
- Dodge, Y. (2008). *The Concise Encyclopedia of Statistics*. Springer.
- Dyzel, F., Espinoza y Acevedo, M. (2023). Experimentos en clases de ciencias: transacciones de significado en un grupo de trabajo colaborativo 1. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 53(1), 369-396. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27072331002>
- García, M. y Calixto, R. (1999). Actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica. *Perfiles Educativos*, (84). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13208408>
- García-Ruiz, M. y Sánchez, B. (2006). Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria. *Perfiles educativos*, 28(114), 61-89.
- Garduño, V. (2019). Mejorar la enseñanza de la ciencia. <https://www.inee.edu.mx/mejorar-la-ensenanza-de-la-ciencia/>
- Guerra, M. T. (2012). El currículo oficial de ciencias para la educación básica y sus reformas recientes: retórica y vicisitudes. En Flores-Camacho, F. (Coord.). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. INEE.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación [INEE]. (2019). *Mejorar la enseñanza de la ciencia*. <https://www.inee.edu.mx/mejorar-la-ensenanza-de-la-ciencia/>
- Kerlinger, F. y Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento*. McGraw-Hill.
- López, S. (2021). *La relación de la infraestructura escolar en las percepciones y actitudes del personal docente hacia su práctica educativa, y expectativas hacia el aprendizaje de sus estudiantes*

(Tesis de maestría inédita). Facultad latinoamericana de ciencias sociales sede académica de México.

López-Valentín, D. M. y Guerra-Ramos, M. T. (2013). análisis de las actividades de aprendizaje incluidas en libros de texto de ciencias naturales para educación primaria utilizados en México. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 173-191. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v31-n2-lopez-guerra/875-pdf-es>

Secretaría de Educación Pública [SEP]. (2016). El Modelo Educativo en México: el planteamiento pedagógico de la Reforma Educativa. *Perfiles Educativos*, 38(154). DOI:10.22201/iisue.24486167e.2016.154.57670

SEP. (2019). *La nueva escuela mexicana: principios y orientaciones pedagógicas*. <https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/NEM%20principios%20y%20orientacio%C3%ADn%20pedago%C3%ADgica.pdf>

Valdez, R. (2012). Materiales educativos y recursos didácticos de apoyo para la educación en ciencias. En Flores-Camacho, F. (Coord.). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. INEE.

Weiss, E. et al. (2019). La enseñanza de distintas asignaturas en escuelas primarias: una mirada a la práctica docente. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 24(81), 349-374. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662019000200349