

¿QUÉ ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA SE PROMUEVE EN LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA EN MÉXICO? UN ANÁLISIS DE LAS FINALIDADES EDUCATIVAS.

JOSÉ LUIS BLANCAS HERNÁNDEZ

INSTITUTO NACIONAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN
TEMÁTICA GENERAL: EDUCACIÓN EN CAMPOS DISCIPLINARES.

RESUMEN

En este trabajo, se presenta un análisis cualitativo de las finalidades educativas expresadas en los documentos curriculares relacionados con la enseñanza de las ciencias para la educación obligatoria en México. El análisis retoma categorías analíticas provenientes de la literatura especializada para identificar y valorar qué alfabetización científica se promueve en el currículo de ciencias. Los resultados del análisis permiten señalar que, a nivel de propósitos, en el currículo de ciencias para la educación obligatoria en México hay una fuerte promoción de una alfabetización científica centrada en la adquisición de capacidades, destrezas y habilidades generales y esenciales. Sin embargo, también se identificó un equilibrio entre las finalidades asociadas a proseguir estudios científicos, las que promueven la toma de decisiones en asuntos públicos tecno-científicos y las que posibilitan a los individuos tomar decisiones en la vida diaria. Los resultados se discuten en términos de sus implicaciones para el diseño y desarrollo del currículo de ciencias y permiten reflexionar en torno a los procesos de renovación curricular.

Palabras clave: Currículo, enseñanza de las ciencias, educación obligatoria, evaluación curricular.

INTRODUCCIÓN

Desde la entrada de este siglo, y a nivel internacional, se ha puesto de manifiesto la importancia de enseñar ciencias en los niveles obligatorios como parte de una formación integral (UNESCO, 2000). La alfabetización científica (AC) de todas las personas constituye así una de las prioridades de la educación obligatoria, pues el conocimiento científico es una herencia cultural inalienable y el acceso, uso y asimilación del mismo es un derecho de las nuevas generaciones. La AC tiene que poder desarrollarse en las distintas etapas educativas de los niveles obligatorios (Harlen, 2007; Pujol, 2007; Sanmartí, 2002). Ésta se justifica por la necesidad de formar científicamente a los ciudadanos desde la infancia con el fin de que puedan hacer frente a los retos que demanda una sociedad en la que impera el desarrollo científico y tecnológico (Katzkowicz y Salgado, 2006). Sin embargo, la consecución de una AC para todos está todavía lejos de ser lograda en una parte importante de países.

En México, los resultados más recientes obtenidos en el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés), cuyo énfasis estuvo en Ciencias, ponen en evidencia que los estudiantes que están por concluir o han concluido la educación básica, no están adquiriendo los conocimientos científicos imprescindibles para un mundo marcado por la ciencia y la tecnología (INEE, 2017). Las recomendaciones que se plantean para la mejora de este tipo de resultados educativos se relacionan, fundamentalmente, con la cobertura escolar, la mejora de las condiciones escolares y el cambio de las prácticas de enseñanza. Sin embargo, se deja de lado el análisis y reflexión de hasta qué punto lo propuesto en el currículo de ciencias contribuye, o no, a que la AC pueda ser desarrollada.

Para el Sistema Educativo Nacional (SEN), el currículo es –junto con los estudiantes, los docentes, las autoridades escolares, las instituciones educativas, entre otros– uno de los componentes que constituyen y hacen parte de la estructura educativa. El currículo es un criterio clave para ofrecer recursos a las escuelas y, además, para definir determinadas normas de operación. También permite organizar la vida de las escuelas: la distribución y uso del tiempo de la jornada escolar y espacios escolares, los recursos materiales y humanos, así como la infraestructura de las mismas. Para los docentes, el currículo es un referente clave para desarrollar su labor y orientar el trabajo que realizan con los estudiantes en las aulas. De ahí la importancia de valorar y reflexionar en torno a lo que se propone en el currículo.

En este marco, se realizó un análisis en torno a los planteamientos curriculares de ciencias vigentes para la educación obligatoria en México. El centro del análisis fue identificar qué AC se promueve a través de las finalidades educativas, primer nivel de concreción de la expresión formal y material del proyecto educativo para enseñar ciencias naturales a cerca de 30 millones de niñas, niños y jóvenes que asisten a las escuelas de educación preescolar, primaria, secundaria y Educación Media

Superior (EMS). Se hace referencia, entonces, a los propósitos, objetivos o intenciones atribuidas a la enseñanza de las ciencias e incluidas en los Programas de estudio 2011 de educación preescolar, primaria y secundaria, así como en el Marco Curricular Común (MCC) de la EMS. Esto se hace sin perder de vista que lo propuesto curricularmente para la educación obligatoria se concretará en nuevos Planes y Programas de estudio derivados del Nuevo Modelo Educativo (SEP, 2017).

MARCO DE REFERENCIA

El diseño curricular y la retórica pedagógica

El currículo se puede conceptualizar desde diferentes perspectivas (Sacristán, 2007). Sin embargo, hablar de currículo es hablar de intenciones educativas, así como de la articulación de los saberes fundamentales y la metodología para alcanzarlos. El currículo puede ser abordado desde tres grandes dimensiones: la de su diseño o estructura, la de su implementación o puesta en práctica y la del impacto que tiene en la vida personal y social del alumno (INEE-DECME 2014).

De manera particular, la dimensión del diseño está centrada en todos aquellos ámbitos a través de los cuales se expresan y estructuran, formal y materialmente, los contenidos y métodos educativos. El diseño del currículo es concebido como un proceso de representación de los ideales en torno a la educación, sus fundamentos, propósitos, organización, contenidos y formas de abordarlos; es una dimensión en la que se plasman y prescriben una serie de reflexiones, propuestas y orientaciones para la práctica (De Ibarrola, 2012). En nuestro contexto educativo, el diseño del currículo se articula por el plan y programas de estudio de los espacios curriculares de cada grado y nivel educativo, así como por los diferentes marcos curriculares para cada tipo educativo, así como también por los materiales curriculares que se desprenden de los mismos.

Al concretarse formalmente en documentos materiales, una de las características del diseño curricular es la retórica pedagógica oficial (Guerra, 2011). Esta retórica refiere al lenguaje persuasivo que es utilizado en los documentos que configuran las propuestas curriculares, a través del cual se describe y esboza una visión idealizada de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en situación escolar. De acuerdo con Guerra (2011), la retórica pedagógica ha sido construida a través de los años en los procesos de reforma curricular, muchos actores se han involucrado en su desarrollo y con ella, se intenta persuadir y justificar cierto campo de conocimiento. La retórica pedagógica oficial se plasma en los diferentes elementos que articulan el diseño del currículo: fundamentos, contenidos de enseñanza, finalidades educativas, métodos educativos, enfoques de evaluación del aprendizaje, entre otros.

La Educación En Ciencias Para La Formación Ciudadana

La educación científica forma parte de la educación general de la ciudadanía y ésta va ligada a los requerimientos sociales, económicos y políticos. Hoy en día, las formas de entender o concebir el mundo, de interactuar con los fenómenos de la naturaleza, así como de establecer relaciones entre

los humanos, responden a un modelo en el que la ciencia y la tecnología juegan un papel fundamental. En este sentido, la educación científica debe contribuir a la formación de ciudadanos para que sean usuarios críticos e inteligentes de la ciencia, sus productos y su impacto individual, local y global, y para que puedan ejercer plenamente sus derechos y cumplan con sus obligaciones de manera responsable (Katzkowicz y Salgado, 2006).

La alfabetización científica (AC) se ha erigido como el discurso retórico que actualmente orienta la enseñanza de las ciencias en situación escolar. Con él hace un símil de la alfabetización (saber leer y escribir) que en su momento fue una de las principales prioridades de la educación. Desde la AC se plantea que el objetivo principal de la enseñanza de las ciencias es contribuir a la formación integral de todos los individuos.

La AC para todos significa que la formación científica es importante para todos los estudiantes, tanto para aquellos que profesionalmente se dedicarán a la ciencia, como para todos aquellos que no tomarán este camino. Por ende, la formación científica debe ser abordada en los niveles de la educación obligatoria, desde los cuales se garantiza el derecho de todos a una educación de calidad. La manera de entender la AC y de concretarla curricularmente no es una tarea sencilla ya que tiende a dirigirse hacia diferentes finalidades cuyas fronteras usualmente borrosas. Al respecto, Acevedo (2004) propone un conjunto de finalidades de la educación en ciencias para la ciudadanía (cuadro 1), cada una de las cuales enfatiza un determinado aspecto de la formación científica.

Cuadro 1. Finalidades de la educación en ciencias para la ciudadanía

Finalidades	Descripción
Propedéutica	Se centra fundamentalmente en la enseñanza de los contenidos que se necesitan para proseguir estudios científicos en los niveles postobligatorios de la educación.
Democrática	Presta especial atención al ejercicio de la ciudadanía en una sociedad democrática. Prepara para enfrentarse en la vida real a muchas cuestiones de interés social relacionadas con la ciencia y la tecnología y tomar decisiones razonadas sobre ellas.
Funcional	No se ignoran los contenidos científicos más ortodoxos, pero éstos se subordinan a la adquisición de capacidades más generales que se demandan en el mundo profesional.
Seductora	Se centra en los contenidos científicos habituales en medios de comunicación de masas: documentales de televisión, revistas de divulgación científica, internet, etc. A veces se tiende a mostrar los contenidos más espectaculares y sensacionalistas

Utilitaria	Prepara para enfrentarse en la vida real a muchas cuestiones relacionadas con los denominados transversales, tales como salud e higiene, consumo, nutrición, educación sexual, seguridad en el trabajo, educación vial, etc.
Cultural	Se promueven contenidos globales, más centrados en la cultura de la sociedad en la que viven los alumnos que en las propias disciplinas científicas, pudiendo incluir a otros de los tipos anteriores.

Fuente: Acevedo (2004)

Las ideas en torno a la relevancia de la formación científica para todos (cuadro 1) son clave para facilitar la reflexión sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias en los niveles de la educación obligatoria. Son también un referente para mirar la retórica pedagógica que fundamenta y articula los diseños curriculares para la enseñanza de las ciencias.

ESTRATEGIA METODOLÓGICO-ANALÍTICA

En el trabajo que aquí se presenta se realizó un análisis cualitativo de la retórica pedagógica que está presente en los documentos curriculares en los que se plasman las finalidades educativas para la enseñanza de las ciencias en la educación obligatoria. El foco de atención de este análisis consistió en identificar, en las finalidades educativas, aspectos específicos de la AC (cuadro 1) como una manera de aproximarse al repertorio base de las ideas que están presentes en este nivel de concreción curricular. En el cuadro 2, se presentan los documentos que fueron considerados para este análisis.

Cuadro 2. Documentos curriculares considerados para el análisis

<p>a) Secretaría de Educación Pública. (2013). Programas de estudio 2011. Educación básica. Preescolar. México-SEP.</p> <p>b) Secretaría de Educación Pública. (2011). Programas de estudio 2011. Educación básica. Primaria. Segundo grado. México-SEP.</p> <p>c) Secretaría de Educación Pública. (2011). Programas de estudio 2011. Educación básica. Primaria. Sexto grado. México-SEP.</p> <p>d) Secretaría de Educación Pública. (2013). Programas de estudio 2011. Educación básica. Secundaria. Ciencias. México-SEP.</p> <p>e) Secretaría de Educación Pública. (2008). Acuerdo número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato.</p>

Para facilitar el análisis de los documentos curriculares, se utilizó el software MAXQDA, siguiendo la propuesta de Gee (2005) para el análisis del discurso. Una de las ventajas de esta

herramienta es que permite poner en juego los datos provenientes de diferentes documentos, sin necesidad de generar una transcripción del texto, y analizarlos de manera conjunta o por separado. Sin embargo, el software por sí mismo no realiza el análisis; más bien, posibilita el desglose, la comparación y clasificación de los datos provenientes de los documentos, con ello se está en posibilidades de realizar el trabajo analítico y de reflexión (García y Guerra, 2009).

Inicialmente, en los documentos curriculares se identificaron los apartados en los que se expresan, explícitamente, las finalidades educativas para la enseñanza de las ciencias. En el caso de preescolar, estas fueron identificadas en las competencias y los aprendizajes esperados. Para primaria las finalidades educativas se identificaron, por un lado, en los propósitos para toda la educación básica, los propósitos para primero y segundo grado y los propósitos de tercero a sexto grado. Para secundaria se consideraron únicamente los propósitos para este nivel y para la EMS, en las competencias disciplinares asociadas al campo de las ciencias experimentales del MCC. Las unidades de análisis, en todos los documentos, fueron oraciones o grupos de oraciones que expresaron alguna intención relacionada con la formación científica.

Posteriormente, cada una de las oraciones fueron codificadas y recodificadas de acuerdo con las categorías descriptivas (cuadro 1); en total, se trabajó con 80 registros de oraciones, las cuales variaron en extensión, elaboración y claridad. A cada una de las categorías se le asignó un color, lo cual permitió marcar las oraciones de los documentos y, a su vez, distinguir una codificación de otra. Este ejercicio de codificación de las oraciones se hizo de manera reiterativa usando el software de análisis cualitativo hasta que, en el marcaje de las mismas, no hubiera duda de la categoría asignada. En el anexo 1 se muestra un ejemplo de codificación. Finalmente, y una vez obtenidas las codificaciones finales, se extrajeron los fragmentos codificados en un documento de Excel, el cual permitió trabajar con el desglose y la clasificación de los datos, así como también generar las frecuencias de la presencia de las distintas categorías.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo, más que reportar exhaustivamente los resultados del análisis, se pretende ilustrar cómo puede caracterizarse cualitativamente la retórica pedagógica del currículo de ciencias en lo que respecta a la promoción de finalidades educativas relacionadas con la AC. Los resultados del análisis se presentan en el cuadro 3, en él se incluyen las categorías con respecto a la AC, la frecuencia de su prevalencia en los documentos (FP) y algunos ejemplos ilustrativos provenientes de los distintos documentos curriculares de los niveles educativos.

Cuadro 3. Resultados generales del análisis descriptivo

Finalidades de la AC	FP	Ejemplos de las finalidades expresadas en el currículo de ciencias
Propedéutica: para proseguir estudios científicos	14	<ul style="list-style-type: none"> • “Identifica algunos rasgos que distinguen a los seres vivos de los elementos no vivos del medio natural: que nacen de otro ser vivo, se desarrollan, tienen necesidades básicas” (Preescolar) • “Conozcan las características comunes de los seres vivos y las usen para inferir algunas relaciones de adaptación que establecen con el ambiente” (3^oa 6^o de primaria) • “Profundicen en la descripción y comprensión de las características, propiedades transformaciones de los materiales, a partir de su estructura interna básica” (Secundaria) • “Relaciona los niveles de organización química, biológica, física y ecológica de los sistemas vivos” (EMS)
Democrática: para tomar decisiones en asuntos públicos tecno-científicos	15	<ul style="list-style-type: none"> • “Participa en acciones de cuidado de la naturaleza, la valora y muestra sensibilidad y comprensión sobre la necesidad de preservarlo” (Preescolar) • “Valoren la diversidad natural y cultural del medio local reconociéndose como parte del lugar donde viven, con un pasado común para fortalecer su identidad personal y nacional” (1^o y 2^o de primaria). • “Valoren la ciencia como una manera de buscar explicaciones, en estrecha relación con el desarrollo tecnológico y como resultado de un proceso histórico, cultural y social en constante transformación” (secundaria) • “Fundamenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones ética” (EMS)
Funcional: para prepararse para el mundo profesional	30	<ul style="list-style-type: none"> • “Manipula y examina frutas, piedras, arena, lodo, plantas, animales y otros objetos del medio natural, se fija en sus propiedades y comenta lo que observa” (Preescolar) • “Desarrollen habilidades asociadas al conocimiento científico y sus niveles de representación e interpretación acerca de los fenómenos naturales” (3^oa 6^o de primaria) • “Avancen en el desarrollo de sus habilidades para representar, interpretar, predecir, explicar y comunicar fenómenos biológicos, físicos y químicos” (secundaria) • “Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones” (EMS)
Seductora: para despertar la curiosidad por la ciencia	5	<ul style="list-style-type: none"> • “Distingue entre revistas de divulgación científica, libros o videos, las fuentes en las que puede obtener información acerca del objeto o proceso que estudia” (Preescolar)
Utilitaria: para tomar decisiones en la vida diaria	13	<ul style="list-style-type: none"> • “Identifica circunstancias ambientales que afectan la vida en la escuela” (Preescolar) • “Practiquen hábitos saludables para prevenir enfermedades, accidentes y situaciones de riesgo a partir del conocimiento de su cuerpo” (3^oa 6^o de primaria) • “Practiquen por iniciativa propia acciones individuales y colectivas que contribuyan a fortalecer estilos de vida favorables para el cuidado del ambiente y el desarrollo sustentable” (secundaria) • “Decide sobre el cuidado de su salud a partir del conocimiento de su cuerpo, sus procesos vitales y el entorno al que pertenece” (EMS)
Cultural: para entender la ciencia como cultura	3	<ul style="list-style-type: none"> • “Reconozcan su historia personal, familiar y comunitaria, las semejanzas entre los seres vivos, así como las relaciones entre los componentes de la naturaleza y la sociedad del lugar donde viven”. (1^o y 2^o de primaria). • “Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específico” (EMS)

Como se puede observar en el cuadro 3, desde los propósitos educativos asociados a la enseñanza de las ciencias en la educación obligatoria en México se promueve una AC que da énfasis a la adquisición de capacidades generales y fundamentales, ya sea las asociadas con el mundo de las ciencias o aquellas que se consideran necesarias para desenvolverse en la sociedad.

La adquisición y desarrollo de capacidades fundamentales es una de las finalidades atribuidas usualmente a la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, el renovado énfasis en las mismas puede entenderse por la ola de discursos que colocan a las “competencias científicas” como un objetivo primordial de la educación científica (Pedrinaci, et. al., 2012). La noción de competencias científicas permite acentuar la capacidad de pensar científicamente a partir de la comprensión de los conceptos científicos, de la habilidad para aplicarlos y el uso del conocimiento científico para la identificación de preguntas y la generación de conclusiones.

De acuerdo con el análisis realizado, tal parece que en las finalidades educativas para la enseñanza de las ciencias hay una especie de equilibrio entre las asociadas a proseguir estudios científicos, las que promueven la toma de decisiones en asuntos públicos tecno-científicos y las que posibilitan a los individuos tomar decisiones en la vida diaria.

Si bien es indiscutible la importancia de que la enseñanza de las ciencias esté centrada fundamentalmente en los contenidos científicos necesarios para proseguir estudios en los niveles postobligatorios de la educación. Frente a la diversidad de contenidos científicos, y al acceso que se tiene a ellos por diferentes vías, resulta evidente que no es posible pensar que la educación obligatoria debe enseñar el fruto de toda la actividad científica (Pujol, 2007; Sanmartí, 2002). Por ello, es importante reflexionar si estos contenidos son relevantes socialmente y si son pertinentes para los estudiantes de cada nivel educativo.

Los propósitos para la enseñanza de las ciencias en la educación obligatoria responden a las tendencias educativas a nivel internacional, las cuales destacan la formación de ciudadanos responsables, conscientes y críticos, capaces de tomar decisiones responsables y enfrentarse a una diversidad de situaciones cuyas causas y/o posibles soluciones tienen un origen científico o tecnológico (Katzkowicz y Salgado, 2006). Esto sin lugar a dudas abre la posibilidad de pensar en una sociedad mucho más democrática, crítica y exigente.

El análisis de las finalidades expresadas en el currículo de ciencias para la educación obligatoria constituye un primer paso para valorar la calidad del mismo. Los resultados aquí presentados están centrados únicamente en un elemento del diseño curricular: los propósitos formativos. Una tarea aún pendiente es valorar la congruencia de éstos con los otros elementos que articulan el diseño curricular, como los contenidos, métodos educativos, enfoques de evaluación, etc. Con esta mirada completa se estaría en posibilidad de señalar hasta qué punto el currículo de ciencias para la educación obligatoria es congruente y consistente en su retórica pedagógica. Las propuestas curriculares para la enseñanza de las ciencias siempre parecen estar bien intencionadas y diseñadas,

sin embargo, aún deben resolver y atender una serie de aspectos críticos para garantizar que se cumpla el derecho de niñas, niños y jóvenes a recibir una educación científica de calidad (Blancas, 2017).

Por otro lado, también habría que generar un camino de valoración de qué sucede en las prácticas de enseñanza que se configuran en los espacios escolares, es decir, de cómo estos grandes propósitos se concretizan e implementan bajo ciertas condiciones, recursos, procesos y actores. Aún se sabe relativamente poco acerca de cómo los aspectos externamente impuestos a las prácticas pedagógicas -como lo es el diseño curricular- impactan en el pensamiento de los docentes y cómo responden a ellos en el terreno de la acción pedagógica.

REFLEXIONES E IMPLICACIONES

La calidad del diseño curricular es un factor determinante para ofrecer una educación científica de calidad a los niños, niñas y jóvenes que transitan por los niveles obligatorios. Sin embargo, en el terreno de la *Educación en Ciencias Naturales*, a pesar del reconocimiento generalizado del papel decisivo del currículo, es notoria la escasez de trabajos sobre el tema en la bibliografía de investigación en este campo. La mayoría de los trabajos considera el currículo como marco contextual, pero pocos como objeto de análisis. En nuestro contexto educativo es fundamental reflexionar sobre las repercusiones de contar con un currículo científico único y de aplicación nacional, lo cual exige un cuidado especial en su elaboración para garantizar una propuesta relevante, pertinente y congruente.

Las reformas al currículo se han llevado a cabo a partir de diversas motivaciones, especialmente de índole político, pero no necesariamente sobre la base de un análisis de la calidad del diseño y, mucho menos de su implementación en los espacios escolares. Por ello, es fundamental generar información que permita dar cuenta de la calidad de los distintos elementos que articulan el diseño curricular y generar mejoras en él que contribuyan a elevar la calidad de la educación científica.

Valorar el currículo implica no sólo analizar los documentos curriculares, para lograr una adecuada retroalimentación en búsqueda de su mejora, se requiere articular los resultados de las evaluaciones de su implementación y del impacto que tiene en los individuos. Los resultados de este tipo de análisis pueden ser empleados para retroalimentar la política educativa. En lo que compete al terreno del currículo, que tengan la función de constituirse gradualmente en un referente clave para fundamentar un cambio curricular.

REFERENCIAS

- Acevedo, J.A. (2004). "Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía". Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 1(1), 3-16, <http://www.apaceureka.org/revista/Larevista.htm>
- Blancas, J.L. (2017). "Mejorar la enseñanza de las ciencias: ¿qué se puede hacer desde el currículo?", Blog Educativo Distancia por Tiempos. Publicado el 12 de abril de 2017 en: <http://educacion.nexos.com.mx/?p=510>
- INEE-DECME (2014). Marco de referencia para la evaluación de contenidos y métodos educativos (documento de trabajo). México.
- De Ibarrola, M. (2012). "Experiencias y reflexiones sobre el diseño y la evaluación curricular", en M. Landesmann (Coord.) El currículum en la globalización. A tres décadas de El currículum pensado y el currículum vivido. (pág. 93-118), México, UNAM-Fes Iztacala.
- García, J. B. y Guerra, M. T. (2009) "The use of CAQDAS in educational research: some advantages, limitations and potential risks". International Journal of Research and Methods in Education, 32, (2), 151-165.
- Gee, J. P. (2005). An Introduction to Discourse Analysis. Theory and Method. 2nd ed. New York: Routledge.
- Guerra, M.T. (2012) "El currículo oficial de ciencias para la educación básica y sus reformas recientes: retórica y vicisitudes", en F. Flores (Coord.) La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México. (pp. 79-92). México. INEE.
- Harlen, W. (2007). Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Madrid. Ediciones Morata.
- INEE (2017). México en PISA 2015. México. INEE.
- Katzkowicz, R. y Salgado, C. (2006). Construyendo ciudadanía a través de la educación científica. Santiago de Chile. Unesco.
- Pedrinaci, E., Caamaño, A., Cañal, P. y De Pro, A. (2012). 11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica. España. Edit. Grao.
- Pujol, R. (2007). Didáctica de las ciencias en la educación primaria. Madrid: Editorial Síntesis.
- Sacristán, J.G. (2007). El currículum: una reflexión sobre la práctica. 9ª edición. Madrid: Ediciones Morata.

Sanmartí, N. (2002). Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. Madrid: Editorial Síntesis.

SEP (2017). Modelo Educativo para la Educación Obligatoria. México. SEP.

UNESCO (2000). Contacto. Boletín Internacional de la UNESCO de Educación Científica, Tecnológica y Ambiental. XXV, (3-4).

