

# Aprender ciencia para el bien común

MARÍA ISABEL SAÑUDO GUERRA\*  
RUTH PERALES PONCE\*\*

La generación de conocimiento científico en este siglo no sólo es el motor de desarrollo de muchos países, sino que también ha movilizado y planteado retos a los sistemas educativos que se han visto rebasados en sus modelos de aprendizaje en función de lo que la ciencia nos posibilita. Esta vertiginosa producción de conocimiento, sin embargo, no es garantía de su apropiación en los sujetos y en la sociedad en general, puesto que prevalecen condiciones tales como el distanciamiento entre el avance científico y tecnológico con lo que se enseña en el aula, la poca o nula aplicación de parte de los estudiantes de los conocimientos derivados de la ciencia para la toma de decisiones informadas, y el hecho de que el conocimiento generado en la escuela no impacta en la comunidad.

Para modificar esta situación se requiere de una nueva orientación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, centrada en el desarrollo de la investigación para la formación ciudadana, que integre estrategias de divulgación científica.

El sistema educativo mexicano, como en otros países, se rige por el modelo de competencias, y una de las estrategias que soporta la enseñanza de las ciencias lo constituye el desarrollo de proyectos ciudadanos, ya sea científicos o tecnológicos (Lacueva, 2000); a través de ellos los estudiantes tienen la posibilidad de iniciarse en las actividades de investigación, desarrollar un trabajo colaborativo y asumirse responsables de su aprendizaje. No obstante esta nueva condición curricular, que abarca desde el nivel preescolar hasta la educación superior, se ha documentado la presencia de diversas concepciones, formas de implementación y de apropiación de parte de los maestros de las asignaturas de ciencias, quienes en su mayoría no han tenido experiencias previas en desarrollar investigación. En esta propuesta la conducción de los proyectos se asume como una actividad más de clase.

Las investigaciones en cuyos resultados se basa este artículo se fundan en el Modo 2 de producción de conocimiento de Gibbons *et al.* (1997), que prioriza el contexto y se realiza con los directamente involucrados, en este caso

\* Investigadora del Centro de Investigación de Educación Preescolar de la Secretaría de Educación Jalisco.

\*\* Profesora investigadora del Instituto de Investigación y Docencia para el magisterio. Coordina la investigación “Desarrollo de la cultura científica desde el aula de educación secundaria y bachillerato en la ZMG”, y “Modelo de divulgación para fortalecer la cultura científica y tecnológica en el estado de Jalisco”. Es secretaria ejecutiva de la Red de Posgrados en Educación, AC.

los docentes de las asignaturas de ciencias. Se considera que es posible mejorar la educación desde la educación misma, y que la investigación de la práctica educativa permite producir conocimiento educativo. Asimismo, se concibe a la ciencia como un producto de la cultura (Bonfil, 2004) y por tanto como parte de un bien social al que los ciudadanos —docentes, estudiantes, directivos e investigadores— accedemos desde muy diversos escenarios.

Una de las principales finalidades de la educación en ciencias es lograr la alfabetización científica, a través de la cual las personas reconozcan no sólo los principales conceptos, hipótesis y teorías de la ciencia, sino que sean capaces de usarlos en la resolución de problemas, la comprensión del mundo y la toma de decisiones. La educación en ciencias no sólo debe ser para las ciencias, “...sino a través de la ciencias, contribuya a la formación de una ciudadanía participativa, es decir, una educación científica para la acción” (Meinardi *et al.*, 2010: 24).

En este texto se recuperan las ideas más relevantes de dos investigaciones que estudian el aprendizaje de la ciencia: la primera de tipo descriptivo y con carácter diagnóstico, y la segunda, conseciente de la primera, de intervención. Los resultados de ambos trabajos son el sustento de las propuestas para mejorar el aprendizaje de la ciencia en el marco de la Reforma Integral de la Educación Básica.

## LAS PRÁCTICAS Y LOS SABERES CIENTÍFICOS DE DOCENTES Y ESTUDIANTES

El objeto de investigación del primer estudio fue el diagnóstico de las prácticas y los saberes científicos de los agentes educativos (docentes y estudiantes).<sup>1</sup> Se llevaron a cabo un total de 30 grupos focales, 16 de docentes y 14 de estudiantes, que comprenden una población de 168 docentes y 154 estudiantes tanto de la zona metropolitana de Guadalajara como de once municipios que pertenecen a las regiones Centro 1, 2 y 3, Norte, Altos Sur, Sureste, Sur y Sierra Occidental. Se tuvo la participación de docentes y alumnos provenientes de 44 escuelas públicas y 15 privadas. Los grupos focales de los docentes en educación básica estuvieron constituidos por profesores de preescolar, primaria y secundaria (de matemáticas y ciencias).

Con relación al concepto de ciencia, encontramos una gran diversidad de supuestos de parte de los docentes, desde afirmaciones que denotan un total desconocimiento en el tema, como que es “una palabra general” (MoCONM9), y otras expresiones en las que el entendimiento es la base de la misma: “proceso sistemático para explicar algún fenómeno en lo particular” (MoCCJM14); referencias a partir de creencias: “creo que tiene que ver precisamente con ciencia de cierto, certero ¿no? O sea qué tan cierto puede llegar a ser algo por medio de

1 Forma parte de un trabajo más amplio: “Modelo de divulgación para fortalecer la cultura científica y tecnológica en estado de Jalisco”, financiado por Fondos Sectoriales. La investigación es descriptiva, de tipo diagnóstica, con un enfoque cualitativo. El método es la entrevista en grupos focales, complementado con observación y notas de campo, con la intención de recuperar los significados referidos a la enseñanza, el aprendizaje y los saberes de las ciencias naturales y las matemáticas de docentes y estudiantes.

la mera comprobación” (Ma.CETM8); o quien manifiesta: “...de hecho creo que la ciencia está basada en esos acuerdos que también no son experimentales, son formales, son razonamientos en lo que todos estamos de acuerdo y sobre eso vivimos” (MoCETM5).

También encontramos en la mayoría de los participantes ciertas nociones en las que se infiere un nivel de conocimiento del método científico, como “ciencia es todo aquello que puede percibirse, que puede ser observado, y que aparte de tener los métodos científicos, puede ser comprobado” (MoCCJM6); o bien considerar que la ciencia es “conocimiento sometido a un método científico por sus partes: observación, experimentación y justificación” (MoCCJM7).

Se observa que existe un acuerdo entre la mayoría de los docentes en cuestionar la dirección de la ciencia, puesto que consideran necesario que la ciencia sea accesible a todos los niveles. Asimismo, a pesar de que reconocen los beneficios de la ciencia para el desarrollo de la tecnología y el bienestar social, la ubican como la responsable de la contaminación en el mundo.

Los docentes coinciden en que la ciencia se genera a partir de la necesidad de saber, como una construcción del hombre, afirmación que coincide con Pozo y Gómez, que dicen que el “conocimiento científico es también un proceso histórico y social, una forma socialmente construida de conocer” (2004: 52).

La enseñanza de la ciencia fue otra de las temáticas que se discutieron. La gran mayoría de los docentes refieren que es necesario identificar los intereses de los alumnos, y que la ciencia debe estar contextualizada y representar una utilidad para el alumno.

También se reconoce que la enseñanza de la ciencia implica un cambio de actitud: “para enseñarles tenemos que quitarles el miedo” (Mo.CONM01) y que para ellos tenga significado aprender. De igual forma se considera al sujeto como generador de conocimiento, ya que se piensa que a través de la enseñanza se “crea un espíritu científico, para que por su propia cuenta den solución a sus preguntas” (Ma.CCJM1).

Otro de los significados recuperados es el relativo a lo que algunos docentes refieren como su forma de enseñanza. Reconocen que centran su práctica en el aspecto “teórico” de la misma, aun cuando sus programas de estudio establecen que deben ser más “prácticos”.

Algunos docentes expresaron las problemáticas que prevalecen en la enseñanza de las ciencias, como la existencia de programas muy extensos con relación al tiempo asignado para cumplirlos, así como la saturación de alumnos en los grupos. La evaluación es otro factor que determina la enseñanza, ya que es eminentemente cuantitativa y no se consideran los valores que se desarrollan en el aprendizaje.

Con relación al aprendizaje de la ciencia, los docentes consideran necesaria la existencia de temas integradores en los que se articulen las diferentes ciencias; otros mencionaron que la falta de conocimiento de cómo aprende un alumno dificulta el proceso de aprendizaje. Los docentes también expresaron los beneficios de aprender ciencia, pues coinciden en que esto permite el conocimiento del medio ambiente y la comprensión de los fenómenos.

Por su parte los alumnos relacionan la ciencia con la comodidad: “un método de solución para la vida diaria” (Aa.CCJM8) a partir de la existencia de la tecnología. Resulta relevante la preocupación de los estudiantes de que la ciencia cumpla con principios éticos, principalmente lo relacionado con el cuidado del medio ambiente “la ciencia tiene que tener un respaldo ético” (Ao.CONM1); “[Sin ciencia] estaríamos mejor” (Aa.CCJM4).

Otros la asocian con procesos de aprendizaje, y hay quienes consideran la ciencia como algo dado y estático:

...yo me imagino las ciencias como un libro grande donde tú tienes una pregunta, por ejemplo... ¿cómo suceden las cosas? Como decía el compañero, puedes buscar ahí, te da una base para que tú te des una idea. Es como un libro grande, donde puedes buscar respuestas, o formas para buscar otra cosa (AoCONM9).

Las expresiones de los estudiantes respecto de la enseñanza de la ciencia están relacionadas con dos aspectos: en primer lugar, la presión de parte de los maestros influye en que no se aprenda ciencia, aunque otros afirman que depende de las capacidades del alumno. Otros factores son las dificultades en el proceso de enseñanza por la falta de materiales y laboratorios, así como el uso limitado de la tecnología: “no se toca porque es nuevo” (Ao.CONM02). Para algunos estudiantes el desarrollo de la ciencia no tiene límites, sin embargo, el uso de la tecnología derivada de ésta depende de la decisión de cada persona.

El cuanto al aprendizaje de la ciencia, los estudiantes coinciden con lo expresado por los docentes en relación a que el interés por la ciencia es lo que determina el logro del aprendizaje; también reconocen que existe una predisposición negativa hacia las ciencias “estamos predispuestos, pues leemos matemáticas y luego ‘súper difícil’, así como que mensaje secreto, problemas” (Ao.CCJM3). Otros expresaron que “dependiendo del proyecto de vida, me sirve o no aprender ciencia” (Ao.CCJM2).

Fundamental para los estudiantes es fomentar el aprendizaje fuera del aula, hacer más atractiva la educación, como se puede apreciar en el siguiente testimonio:

También por ejemplo, nos llevan aquí afuera y hacemos dinámicas, también siento que eso se ocupa más para que no sea tan tediosa la clase, por ejemplo Biología que nos ponían aquí, fuimos [a] la parte de atrás del plantel, y ahí pues estaba muy padre, porque están los árboles, está la sombra, veías un colibrí fuera en el ecosistema, o sea el medio donde se desarrollaba el animal, y son otros conocimientos que no, en un salón de clases a lo mejor sí se pueden aprender por medio de un video, pero nunca es lo mismo que estar ahí (Aa.CCJM3).

En preescolar, las educadoras advierten que el desarrollo de la ciencia debe de llevar implícito un compromiso ético, y que la investigación y los avances científicos y tecnológicos tienen que responder a necesidades sociales y a la preservación del medio ambiente. A partir de los resultados de la investigación es posible afirmar que es viable impulsar desde el preescolar las vocaciones

científicas en los niños pequeños a través de la manipulación de los objetos y la experimentación; sin embargo, uno de los más relevantes obstáculos es que las docentes tienen una idea muy vaga respecto de lo que significa ciencia, y en consecuencia su participación respecto a la orientación de sus alumnos hacia la ciencia es pobre.

En el caso de los docentes de educación primaria, la ciencia es un conjunto de conocimientos que permite resolver necesidades, explicar su entorno y principalmente educar a los estudiantes. Atribuyen a sus estudiantes un papel pasivo en el proceso de aprendizaje. Algunos docentes consideran el proceso de desarrollo de la ciencia similar a las estrategias de enseñanza de la ciencia, pues consideran que es necesario aplicar el método científico en su enseñanza. Para ellos es imprescindible tomar en cuenta los intereses y conocimientos previos de los estudiantes para lograr un aprendizaje significativo, entendido en términos de sentido común, y no como respuesta a un paradigma educativo. Existe una preocupación por el uso y aplicación de la ciencia, principalmente relacionada con la destrucción del medio ambiente.

La mayoría de los estudiantes de primaria sostiene que a través de la ciencia se aprende, y que ésta requiere de experimentaciones, ya que éstas les permiten recuperar los procesos seguidos y los productos alcanzados aun cuando no logren construir un concepto que sustente el experimento desarrollado. Aunque se reconoce lo valioso de las actividades experimentales, los estudiantes continúan otorgando un papel de “poseedor y dador de conocimiento” al docente y le atribuyen obligaciones como la de investigar y aprender antes de enseñar. Los estudiantes expresaron una valoración positiva de la ciencia debido a los conocimientos e información que proporciona; pero le imputan efectivos negativos relacionados principalmente con la destrucción del medio ambiente.

En la mayoría de los estudiantes de secundaria prevalece el supuesto de que la ciencia es “todo” y “conocimientos”. En su discurso se recuperan ciertos saberes en cuanto que “ciencia” y “ciencias” forman parte de un solo concepto. Por su parte, los profesores coinciden en que la ciencia es un proceso de adquisición y organización ordenada del conocimiento que se desarrolla a través del proceso científico. De igual manera aparece como el conjunto de conocimientos susceptibles de probarse y sistematizarse, realizable y dirigidos a objetos de una misma naturaleza. Por ello, el objetivo de la ciencia, de acuerdo a los entrevistados, es: describir, asociar, explicar y comprender el mundo en que vive el hombre.

Uno de los valores presentes en la concepción que tienen los docentes de secundaria con respecto a la ciencia, es que ésta tiene que proporcionar bienestar a los seres humanos, pero para ello debe estar presente la conciencia y hacer un uso racional de los avances científicos, sin dañar a la naturaleza. Para los profesores la ciencia puede ser la base para cualquier avance económico y social; proporciona elementos para lograr el bienestar de los seres humanos y ayuda a comprender el mundo, ya que a través de la razón el hombre logra la mejora y el desarrollo. Finalmente es considerada como una herramienta para descubrir nuevos conocimientos.

Respecto al aprendizaje de la ciencia, es clara la creencia que tienen los profesores respecto de que el docente desempeña un papel muy importante

para que los estudiantes puedan aprender; es por ello que debe seleccionar estrategias para despertar el interés de sus alumnos, teniendo en cuenta sus características.

...de acuerdo a lo común, decimos que enseñar es dar las herramientas, las técnicas y los métodos para lograr el aprendizaje. Yo creo que estamos mal, porque yo no me voy a preocupar por enseñar esto sin saber cómo aprende aquél; primero, antes de saber cómo enseñar, debo saber cómo aprende eso, en qué momento el sujeto que aprende puede lograrlo, yo insisto que para decir cómo hacer para enseñar ciencia, yo diría ¿cómo hacer para que aprendan ciencia? (Mo.SEC3T1).

En cuanto a las creencias, supuestos y valores de la enseñanza de la ciencia, los profesores refieren que ésta consiste en enseñar, dar las herramientas, las técnicas y los métodos para lograr el aprendizaje; esto es congruente con la creencia de que el conocimiento se deposita en el estudiante para que éste desarrolle su capacidad intelectual.

Las estrategias que sugieren para el logro del aprendizaje de los estudiantes son: prácticas en el laboratorio, resolución de problemas y trabajo en pequeños grupos; es decir, fomentar un trabajo colaborativo donde los estudiantes dialoguen y expongan sus ideas. La investigación es la estrategia que deberá estar presente en el trabajo del aula, ya que a través de ésta se desarrollan otras habilidades en los estudiantes, además de acercarlos al conocimiento científico. Finalmente consideran que el uso de los portafolios ha sido una estrategia que requiere el desarrollo de las habilidades de investigación y de socialización, y propicia que los mismos estudiantes realicen su evaluación.

Los retos pendientes que identifican los docentes son la vinculación entre los niveles de educación básica, y entre ésta y la media superior, la relación entre las matemáticas y las otras ciencias, y especialmente el fortalecimiento de la preparación del profesor.

## LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA EN EL AULA

Los resultados de la segunda investigación<sup>2</sup> responden al objetivo de proponer las mejores estrategias de articulación entre la formación científica en el aula y la divulgación de la ciencia, para fomentar la vinculación entre la escuela y la ciudadanía en torno a la construcción de una cultura científica. La metodología de la investigación fue de tipo cualitativa de intervención educativa (Bazdresch, 2006) en la que los docentes participantes analizan su propia práctica y orientan su intervención a partir del desarrollo de proyectos científicos-ciudadanos (Lacueva, 2000) de sus estudiantes con énfasis en la divulgación de la ciencia y la responsabilidad social de su uso.

<sup>2</sup> "La divulgación científica en el aula de educación básica, media superior y superior en el estado de Jalisco" financiada por Fondos Mixtos.

La divulgación consiste en “recontextualizar en una situación comunicativa común (para una audiencia lega y masiva, con diferentes medios, etc.) un conocimiento previamente construido en contextos especializados (entre científicos, con unos instrumentos comunicativos especiales)” (Blanco, 2004: 76). Esta actividad tradicionalmente se deja a los divulgadores, quienes en su mayoría tienen una formación científica y se proponen acercarse y motivar al público para que conozca la ciencia de una forma atractiva y divertida. Sin embargo, a pesar de que este tipo de actividades cobra cada día mayor relevancia, prevalece una percepción social de la ciencia ajena al ciudadano y lejana al compromiso social de su uso. Esto pone de manifiesto la necesidad de crear vínculos entre la ciencia y las personas; y potenciar las estrategias que en común fortalezcan una cultura científica ciudadana. Tal es el caso del aprendizaje de la ciencia en la educación básica, donde se sostienen los cimientos de una cultura científica.

Generar procesos de investigación a través de proyectos científicos con los estudiantes es una de las estrategias que, como se ha señalado antes, promueve el aprendizaje de la ciencia con sentido y responsabilidad social; sin embargo, antes es necesario que el docente se someta a un proceso de reflexión que le permita comprender qué es lo que define a su práctica educativa. Por ello, en esta investigación los docentes participantes realizaron un proceso de intervención educativa que, de acuerdo a Bazdresch, es una

... acción intencional de investigación que intenta abrir líneas de reflexión para incrementar el conocimiento del problema educativo: cómo se enseña, cómo se aprende, cómo se educa y cuándo, qué sucede dentro de los espacios que cobijan el hecho educativo, y por tanto, qué modificaciones metodológicas debe hacer el maestro en sus propias prácticas para mejorar la oferta educacional concreta y para que los educandos avancen en su formación (2006: 57).

La intervención se realiza en dos momentos: un primer acercamiento a la práctica a través de la videogramación, transcripción y análisis-interpretación de una sesión de clases (García, 2006); en este proceso el docente identifica lo educativo de su práctica, encuentra los elementos de mejora, reconoce sus propias concepciones de ciencia, cuál es su papel como ciudadano al respecto y cómo contribuye con su acción a la definición de la cultura científica. El segundo momento de la intervención es posterior al trabajo por proyectos; les permite revisar qué propició dicho trabajo e identificar qué avances hubo en de los estudiantes. Después se procede a la sistematización del proceso personal y de los estudiantes y a la elaboración de un informe donde se recuperan los aprendizajes, las estrategias y las formas de comunicar la ciencia en la comunidad.

El docente deja de ser observador del proceso y pasa a ser un actor que propicia en sus estudiantes el interés por la investigación, por los problemas sociales y por participar como agentes para el cambio: “se trata de promover en los alumnos, hábitos y formas de acercarse a los problemas acordes con la naturaleza de la ciencia como construcción social del conocimiento tal como se concibe hoy” (Pozo y Gómez, 2004: 42). En este sentido, la divulgación

científica constituye una estrategia que favorece el ejercicio de la responsabilidad social en el uso de la ciencia.

A partir del proceso de intervención de la práctica de los docentes que participan en la investigación se desarrollaron diversos proyectos. En cada uno de los trabajos desarrollados se incluyó la participación de la comunidad escolar y social en diversos momentos, ya fuera para el diagnóstico que los fundamenta o bien en la divulgación de los hallazgos y resultados. Los estudiantes fungieron como gestores y promotores del conocimiento que sirve de base para la atención de los problemas identificados.

Los estudiantes pusieron en marcha diversas estrategias de comunicación basadas en las problemáticas identificadas en sus investigaciones: folletos informativos, carteles, campañas de concientización vía Internet, muestra fotográfica, exposiciones, talleres para padres de familia, entre otros.

El desarrollo de la investigación favoreció en los estudiantes la generación de proyectos a partir de sus necesidades de conocimiento y de los contenidos curriculares, en función de una problemática identificada en su entorno inmediato; también detonó otras acciones, como debates en torno a polémicas de actualidad en la comunidad, producción de materiales de divulgación de los proyectos realizados, mayor participación en actividades académicas (ferias de ciencia, concursos de convocatoria escolar y extraescolar) y el uso de las tecnologías de la información para la búsqueda y análisis de información.

Por su parte, en los docentes se logró detonar procesos de reflexión de su práctica educativa y de sus concepciones de la ciencia, el desarrollo de estrategias más allá de los libros de texto, el uso del lenguaje científico y el cambio conceptual relativo a la naturaleza de la ciencia.

## REFLEXIONES FINALES

La formación científica en la formación inicial y en el desarrollo profesional de los docentes debe estar centrada en la concepción de que la ciencia tiene una relación directa con la calidad de vida de los seres humanos. Es indispensable desarrollar en los docentes la recuperación reflexiva de su práctica para incorporar estrategias del aprendizaje de la ciencia basadas en sus experiencias exitosas y fomentar la utilización de conceptos científicos modernos, dinámicos y con posibilidades de evolucionar, al igual que la ciencia.

El aprendizaje de la ciencia debe garantizar que los y las estudiantes se apropien de redes de significados científicos más allá de las palabras por sí mismas; significados con sentido y en contexto de aplicación específicos, donde reflexionen sobre ella. En el aula, en cada contenido procesado por los estudiantes, en todas las asignaturas, y especialmente en las científicas, debe estar implicada la discusión crítica, el análisis de las repercusiones sociales y ambientales, y las implicaciones éticas y religiosas.

Las estrategias docentes deben considerar métodos innovadores que permitan no sólo el aprendizaje de contenidos científicos, sino el desarrollo de las habilidades propias de la ciencia y la tecnología y la posibilidad de ser creativos y propositivos para, a la larga, generar conocimiento. Esto es, considerar a la

investigación como una base del trabajo en el aula y acercar así a los estudiantes al método científico.

En el aula, el docente puede montar su estrategia en el método científico, no sólo como un saber, sino como un proceso educativo; en esta lógica, es indispensable reiterar el uso de los laboratorios, talleres y otros espacios donde el estudiante tenga la oportunidad de vivir la ciencia a través de procesos prácticos, a fin de que manipule y aprenda desde la acción, y logre plantear y dar solución a un problema. Un aspecto fundamental en los hallazgos de este trabajo es considerar la narrativa como estrategia, con la intención de que los contenidos del currículo tengan significado para los estudiantes.

En los planes y programas es necesario fomentar la visión inter y transdisciplinaria de las asignaturas científicas y garantizar que los docentes la trasladen al aula; asimismo, involucrar a los profesores para la mejora de los planes y programas de las asignaturas científicas para fortalecer el trabajo de laboratorio, e incluir el método de proyectos en el trabajo del aula.

Ha sido recurrente en los agentes educativos la necesidad del uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el aprendizaje de la ciencia, ya que se apuesta a que a través del desarrollo tecnológico el país pueda avanzar; por tanto, es necesario atender la formación y actualización de los docentes en los modelos educativos de las asignaturas de esta naturaleza. También se requiere generar espacios a partir de experimentos relacionados con el contexto de los estudiantes y la presentación de posibles soluciones tecnológicas; aunado a esto, se requiere mejorar el uso de las TIC en la escuela para beneficio del proceso educativo de los y las estudiantes, y no sólo de su comodidad. Para lograr esto último es necesario fortalecer y actualizar la tecnología con la que cuentan las instituciones de bachillerato tecnológico, a fin de garantizar que el estudiante tenga acceso a tecnología de vanguardia, o bien, ampliar las estrategias de vinculación con las industrias que poseen tecnología de frontera.

Para incrementar la viabilidad de estas recomendaciones se requiere atender con la misma diligencia las concepciones culturales de los agentes educativos, es decir, ampliar las posibilidades de hacer ciencia y generar tecnología en paradigmas que no son positivistas; abrir la mente a paradigmas alternativos y a ciencias no tradicionales.

## REFERENCIAS

- BAZDRESCH, Miguel (2006), “La intervención de la práctica educativa”, en Ruth Perales (coord.), *La significación de la práctica educativa*, México, Paidós Educador, pp. 53-67.
- BLANCO, Angel (2004), “Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia”, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, año/vol. 1, núm. 2, pp. 137-148.
- BONFIL, Martín (2004), *La ciencia por gusto. Una invitación a la cultura científica*, México, Paidós.
- GARCÍA, Adriana y José Luis Dueñas (2006), “Estrategias para el análisis. Condición necesaria para significar la práctica”, en Ruth Perales (coord.), *La significación de la práctica educativa*, México, Paidós Educador, pp. 97-137.

- GIBBONS, Michael, Camille Limoges, Helga Nowotny, Simon Schwartzman, Peter Scott y Martin Trow (1997), *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*, Barcelona, Pomares-Corredor.
- LACUEVA, Aurora (2000), *Ciencia y tecnología en la escuela*, Madrid, Editorial Popular.
- MEINARDI, Elsa, Leonardo González, Andrea Revel y María Victoria Plaza (2010), *Educar en ciencias*, Buenos Aires, Paidós.
- Pozo, Juan Ignacio y Miguel Gómez (2004), *Aprender y enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*, Madrid, Morata.