

La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México

Fernando Flores-Camacho



Otros textos
de evaluación

La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México

Fernando Flores-Camacho
(Coordinador)

La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México
Primera edición, 2012
ISBN: 978 607 7675 39 6
Fernando Flores-Camacho (Coord.)

D. R. © Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación
José Ma. Velasco 101, Col. San José Insurgentes,
Delegación Benito Juárez, C.P. 03900, México, D. F.

Coordinación Editorial
María Norma Orduña Chávez

Corrección y diseño
Publicaciones Corporativas

Corrección de pruebas
Juan Carlos Rosas Ramírez

Impreso y hecho en México.
Distribución gratuita. Prohibida su venta.

Consulte el Catálogo de publicaciones en línea: www.inee.edu.mx

La elaboración de esta publicación estuvo a cargo de la Dirección General Adjunta. El contenido, la presentación, así como la disposición en conjunto y de cada página de esta obra son propiedad del editor. Se autoriza su reproducción parcial o total por cualquier sistema mecánico o electrónico para fines no comerciales y citando la fuente de la siguiente manera:

Flores-Camacho, Fernando (Coord.) (2012). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. México: INEE.

Publicación arbitrada.

Índice

5 Introducción

Fernando Flores-Camacho

9 Parte I

Desarrollo de la enseñanza de las ciencias naturales: ¿qué se ha hecho?

.....

Capítulo 1

11 Las ciencias naturales en las reformas curriculares

Antonia Candela, Armando Sánchez y Clara Alvarado

Capítulo 2

33 La investigación en las aulas de ciencias y la formación docente

Antonia Candela, Enna Carvajal, Armando Sánchez y Clara Alvarado

Capítulo 3

57 Recursos y apoyos didácticos

Antonia Candela, Fernando Gamboa, Teresa Rojano, Armando Sánchez, Enna Carvajal y Clara Alvarado

77 Parte II

Los problemas de la enseñanza de las ciencias naturales: ¿qué falta por hacer?

.....

Capítulo 4

79 El currículo oficial de ciencias para la educación básica y sus reformas recientes: retórica y vicisitudes

María Teresa Guerra Ramos

Capítulo 5

93 Materiales educativos y recursos didácticos de apoyo para la educación en ciencias

Ricardo Valdez González

Capítulo 6

113 Conocimientos, concepciones y formación de los profesores

Fernando Flores-Camacho

Capítulo 7

129 La enseñanza de las ciencias en la escuela: los trabajos prácticos

José Antonio Chamizo

Capítulo 8

141 Impacto de la investigación en la educación en ciencias

Leticia Gallegos y Xóchitl Bonilla

157 Referencias bibliográficas

177 Glosario de siglas

Anexo:

179 Instituciones y programas extracurriculares que promueven la enseñanza de las ciencias naturales

Antonia Candela y Roberto Sayaveedra

Introducción

México es un país alejado de la ciencia y la tecnología. Esto implica no sólo subdesarrollo, sino también una percepción nacional acerca de que la ciencia y la tecnología no forman parte de la cultura y, aunque en el discurso se resalte su potencial para el desarrollo nacional, en una visión íntima de la sociedad mexicana, se piensa que la inversión en estos campos resulta infructuosa.

Esta situación se intensifica con diversos indicadores, como el número por habitante de científicos y personas relacionadas con la ciencia (31 x cada 1 000 habitantes)¹, la baja producción científica, el escaso número de patentes tecnológicas y, desde luego y de manera relevante, los resultados de evaluaciones en las ciencias, como PISA, cuyos datos nos muestran no sólo un lugar bajo entre los miembros de la OCDE, sino una distancia grande con respecto al promedio (416 puntos con relación a 501 puntos de la media) y un número extraordinariamente pequeño de estudiantes que alcanzan los niveles más altos de desempeño (0.2 para el nivel 5 y 0.0 para el nivel 6)².

Los orígenes de ese alejamiento con la ciencia y la tecnología son diversos, pero uno de los más relevantes lo encontramos, sin duda, en la educación básica. A lo largo de la historia de la educación básica en México, las ciencias han ocupado un lugar secundario. Los programas enfáticos por muchos años en lengua y matemáticas, orientados bajo el supuesto no demostrado de que son, cada uno por su lado, los garantes del desarrollo de personas con habilidades para la vida y el aprendizaje futuro, han ocupado la mayor parte de la atención en materiales, formación docente y, sobre todo, tiempo y recursos para las clases de preescolar y primaria.

Tradicionalmente, las clases de ciencias en primaria dejan un tiempo marginal a las ciencias naturales, son un asunto complementario, no esencial y, sobre todo, no útil para la vida cotidiana. Es cierto que desde los programas curriculares se han hecho importantes esfuerzos, como podrá notarse en los datos y análisis que se presentan en este libro, pero estos esfuerzos se quedan en los cambios curriculares y, en algunos casos, en los libros de texto, y no han llegado a cambiar la percepción de la mayoría de los docentes sobre esa visión del aprendizaje de la ciencia como algo marginal en el proceso educativo.

Desde las normales y las universidades también ha predominado esa imagen, que tiene sus orígenes en otro ámbito más profundo: la concepción de la naturaleza de la ciencia que subyace en nuestra idea de cultura, lo que convierte este problema en un círculo del cual no ha sido posible salir.

De esta forma, la idea de una ciencia que sólo es para personas con capacidades especiales, que revela verdades absolutas y que es potencialmente destructiva, ha permanecido a lo largo del tiempo en la mayoría de las personas.

1 Obtenido con datos del Inegi (hasta 2010).

2 Datos de PISA 2009.

En la secundaria, donde hay materias específicas de ciencias, la situación no es muy diferente. La visión de ciencia y de enseñanza de la ciencia apegadas al dictado y la memoria dan una imagen distorsionada de la misma y, efectivamente, marginal e inútil. Los esfuerzos de transformación han sido menos enjundiosos en los programas curriculares, aunque en las últimas reformas de 1993 y 2006 se han sumado a los cambios en los países desarrollados, el no pasar de la formulación de programas de estudio ha inhibido que fructifiquen. De manera contraria a esos deseos de reforma, en la secundaria se ha invertido cada vez menos en su enseñanza. Baste como ejemplo la paulatina desaparición de los laboratorios escolares de ciencias en las secundarias de todo el país.

Estos son algunos elementos que nos dan indicios de una situación que debe cambiar de manera radical. Por ello, es cada vez más necesario hacer una recapitulación y un análisis de lo que se ha realizado en los últimos años para mejorar la enseñanza de la ciencia, de lo que falta por hacer, de cuáles han sido los problemas, las visiones y los desatinos que contribuyen a perpetuar y, en buena medida, a aumentar la lejanía que nuestros niños y jóvenes tienen con la ciencia y el desarrollo tecnológico.

En esta revisión también debemos dar cuenta de cómo han transitado las reformas curriculares, qué logros han tenido, qué cambios han producido y qué problemas no han abordado. Lo mismo puede decirse de otros proyectos correlativos a las reformas, como son los libros de texto, los procesos de introducción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), del estado que guardan las concepciones y conocimientos de los profesores, de la formación y actualización de los docentes y del desarrollo de los estudiantes. Pero también es necesario presentar una perspectiva crítica en la cual se presenten los problemas subyacentes y fundamentales de la educación científica y que explique, al menos en alguna medida, los problemas y la ineficacia de muchas de las acciones realizadas más allá de sus propios problemas de origen.

Este libro se ha dividido en dos partes. En la primera parte se da cuenta de "lo que se ha hecho", es decir que se describen las reformas educativas y lo que de ellas corresponde a las ciencias naturales, los propósitos y desarrollos de los libros de texto, descripciones y estudios que muestran cómo se enseñan las ciencias naturales en las escuelas, los procesos didácticos que los profesores llevan a cabo, los materiales que se han desarrollado y las condiciones que prevalecen en las escuelas.

La segunda parte contiene los problemas en la enseñanza de las ciencias, "lo que no se ha hecho". De esta forma se analizan las problemáticas inherentes a las reformas curriculares, los problemas de comprensión y de conocimientos científicos de los docentes, así como de las ideas sobre la ciencia con las que los profesores enfrentan programas, clases y proyectos educativos. También se da cuenta de los problemas de la enseñanza experimental en las escuelas, de los desarrollos no siempre claros de materiales educativos, así como de la aún escasa presencia que la investigación educativa ha tenido en la

orientación de las políticas y procesos educativos para mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias naturales en México.

Desarrollo de la enseñanza de las ciencias naturales: ¿qué se ha hecho?

Esta parte está conformada por tres capítulos y un anexo. En el primero de ellos, “Las ciencias naturales en las reformas curriculares”, Antonia Candela, Armando Sánchez y Clara Alvarado describen de manera cronológica los procesos de reforma de 1972 a 2009, y también hacen una descripción de sus enfoques educativos, de los procesos que implicaron y de las características de los libros de texto, en especial para el programa de 2003, cuya situación se describe en términos de organización escolar.

En el capítulo segundo, “La investigación en las aulas de ciencias y la formación docente”, Antonia Candela, Enna Carvajal, Armando Sánchez y Clara Alvarado llevan a cabo una descripción de los procesos en el aula. Las formas en las que los profesores se enfrentan a la enseñanza de las ciencias naturales, sus estrategias de construcción social del conocimiento y cómo transcurre la práctica docente en sus distintas modalidades, como las escuelas regulares, las escuelas comunitarias, multigrado, secundarias y telesecundarias, así como la formación y actualización de los docentes en los distintos niveles educativos.

Mientras que en el capítulo tres, “Recursos y apoyos didácticos”, Antonia Candela, Fernando Gamboa, Teresa Rojano, Armando Sánchez, Enna Carvajal y Clara Alvarado, describen los materiales gubernamentales que se han desarrollado para profesores, primarias, secundarias y telesecundarias. Asimismo, describen de manera detallada la introducción de las TIC en los procesos educativos nacionales y algunas consideraciones sobre laboratorios, centros de maestros y bibliotecas.

Los problemas de la enseñanza de las ciencias naturales: ¿qué no se ha hecho?

Esta segunda parte se compone de seis capítulos. En el primero de ellos, “El currículo oficial de ciencias para la educación básica y sus reformas recientes: retórica y vicisitudes”, María Teresa Guerra retoma el tema de las reformas curriculares pero no desde su desarrollo cronológico, sino analizando aspectos como la ruptura entre enfoques, metas y contenidos, y entre las ideas de los docentes y las que subyacen en los enfoques curriculares, así como los desafíos que representa para los docentes cada reforma curricular.

En el capítulo cinco, “Materiales educativos y recursos didácticos de apoyo para la educación en ciencias”, Ricardo Valdez, desde un marco de referencia que le permite observar las características que deben cumplir los materiales educativos para la enseñanza de las ciencias, señala cómo se ha transformado

la concepción del material educativo en México, lo que ha ocurrido con los materiales que se han elaborado para la educación básica, analiza sus ventajas y desventajas.

En el sexto capítulo, “Conocimientos, concepciones y formación de los profesores”, Fernando Flores describe la problemática que tienen los profesores en torno a las concepciones de la naturaleza de la ciencia y los conocimientos de las disciplinas que imparten, así como los problemas de la formación docente en este campo, para lo cual también apunta algunas consideraciones.

En el capítulo ocho, “La enseñanza de las ciencias en la escuela: los trabajos prácticos”, José Antonio Chamizo expone los análisis educativos sobre los trabajos prácticos en la enseñanza de las ciencias y, desde esa perspectiva, da cuenta de lo que ocurre al respecto en nuestro país. Además, describe las ideas de los profesores sobre este tema y las actividades educativas que prevalecen en las escuelas, mostrando cómo la práctica está cada vez más olvidada en nuestro sistema educativo básico.

En el último capítulo, “Impacto de la investigación en la educación en ciencias”, Leticia Gallegos y Xóchitl Bonilla muestran el desarrollo que ha tenido la investigación de las ciencias en el panorama internacional y su comparación con lo que ha ocurrido en México. A partir de sus análisis, dan cuenta del insuficiente impacto que los esfuerzos de las instituciones investigadoras de los problemas de la enseñanza de las ciencias han tenido en las políticas educativas nacionales.

El libro cierra con un breve anexo: “Instituciones y programas extracurriculares que promueven la enseñanza de las ciencias naturales”, elaborado por Antonia Candela y Roberto Sayavedra.

Los trabajos presentados fueron apoyados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) a través del Fondo Coreano para la Reducción de la Pobreza, y se contó con el interés y la generosidad del Instituto Nacional para la Evaluación Educativa (INEE) para su publicación. ▣

Fernando **Flores-Camacho**

Parte I

Desarrollo de la enseñanza de las ciencias naturales: ¿qué se ha hecho?



Capítulo 1.

Las ciencias naturales en las reformas curriculares

Antonia **Candela**, Armando **Sánchez** y Clara **Alvarado**

En este capítulo se presentan algunas de las características más importantes de diversas reformas curriculares para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica. Esta descripción pretende dar elementos para una reflexión basada en una perspectiva comparativa entre cada propuesta, esto con el fin de analizar —más allá de la retórica formal, de lo que dice pretender cada cambio curricular— las modificaciones efectivas introducidas, así como las continuidades que mantiene cada nueva reforma a pesar del discurso.

1.1 La enseñanza de las ciencias naturales y los programas oficiales

En México, la introducción de las ciencias naturales en la enseñanza básica se remonta al siglo XIX, cuando temas de física y química fueron integrados a la instrucción elemental. Poco tiempo después surgieron las “lecciones de cosas”, las cuales se basaban en la estrategia de enseñar y aprender a partir de las cosas, buscando que los estudiantes se habituaran a observar sistemáticamente, experimentaran y reflexionaran (Díaz, Flores y Martínez, 2007).

En su trabajo alrededor del currículo, León (2003) pone en un contexto mundial la estrategia mexicana, en su análisis comparativo de los tres movimientos educativos que a finales del siglo XIX se proponían dar mayor importancia a la enseñanza de las ciencias naturales en las escuelas: “Lecciones de cosas”, “Estudio de la naturaleza” y “Ciencia elemental”. La autora, además, señala las dos tendencias que desde entonces, y hasta ahora, han estado presentes en los movimientos de reforma curricular: a) enseñar ciencia para contribuir al desarrollo individual y social de los alumnos, o bien, b) enseñarla para entender los conocimientos y métodos de la ciencia (Bybee y DeBoer, 1994). El debate entre estas dos perspectivas con orientaciones epistemológicas y socioculturales distintas ha tenido importantes repercusiones en la enseñanza de las ciencias naturales en México y, por supuesto, sigue vigente en la actualidad.

En México, la reforma educativa realizada por Justo Sierra propuso cambiar la escuela primaria de ser simplemente instructiva a esencialmente educativa, y resaltó por primera vez el papel de la ciencia como factor de bienestar

para el pueblo. Más tarde vendría la creación de la Secretaría de Educación Pública, la educación socialista con la modificación al artículo 3 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como la preocupación por una enseñanza científica técnica, socialmente útil e integral.

En la década de los cincuenta, la organización curricular cambia de asignaturas a una organización por áreas de conocimiento. Bajo este esquema se crearon los libros de texto gratuitos (LTG).

Comprender el papel que juegan los LTG supone considerarlos como resultado de un largo proceso histórico. Por decreto presidencial de Adolfo López Mateos, en 1959 se creó la Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos, cuyo objetivo principal era editar y distribuir de manera gratuita los libros escolares para todos los niños que cursaban la primaria. La situación de la educación mostraba que de cada mil niños que ingresaban a ese nivel escolar, 866 desertaban; de los 58 que lograban ingresar a secundaria, sólo terminaban 12; a educación superior ingresaban seis y de ellos no terminaban cinco. En ese contexto, asociado a la política de Estado para el sector denominada Plan de Once Años, hacia 1960 las primeras ediciones de LTG empezaron a publicarse y a repartirse en las escuelas.

Los libros de texto gratuito dan por primera vez carácter de uniformidad a los contenidos y de justicia a los lectores de población marginada. Nunca se pretendió que los libros fueran los únicos, pero sí los primeros. Cabe mencionar que la primaria tenía dos etapas: de instrucción elemental y de enseñanza superior. Hasta finales de 1952, aproximadamente, la enseñanza estaba dividida en tres grandes áreas: Lenguaje-cálculo, que abarcaba por separado lengua nacional, aritmética y geometría; Ciencias naturales, que contemplaba botánica, geología, anatomía, física y química, y Ciencias sociales, que abarcaba geografía, historia y civismo.

1.2 Reformas a los planes y programas de estudio

En los últimos 80 años la matrícula del sistema educativo pasó de menos de un millón de alumnos a casi 30 millones (Bonilla, 2000). En este periodo, México ha pasado de una aspiración inicial —de principios del siglo xx— de lograr cuatro años de educación primaria, a nueve, cuando se declaró la obligatoriedad de la secundaria en 1993 (meta que a la fecha no se ha alcanzado), y posteriormente a 12 años con la reforma constitucional de 2004, que incluyó los tres años de educación preescolar como obligatorios (cobertura que también estamos lejos de alcanzar, pues únicamente la educación primaria se ha cubierto prácticamente en su totalidad a través de diversas modalidades educativas).

Este cambio abrupto en el contexto plantea un reto importante: cómo buscar la calidad educativa, atendiendo la necesidad de lograr una cobertura universal para la educación básica, con una alta presión demográfica. El Gobierno Federal ha realizado esfuerzos importantes, aunque con pausas largas, para

actualizar los planes y programas de estudio, desarrollar diversas modalidades educativas que atiendan a diferentes sectores de la población, en cuanto a la formación inicial y la actualización de los maestros, y para apoyar con recursos diversos el trabajo educativo escolar. A continuación se presenta un resumen de los esfuerzos más importantes realizados hasta 2008. La reforma a la educación primaria de 2009 a 2011 ha cambiado los programas y los libros de texto cada año. Ésta es una de las razones por las que en este documento solamente se menciona el proceso inicial de la reforma y las características del procedimiento implantado. En el periodo en que se realizó este trabajo, la diversidad de materiales y las fuertes diferencias entre unos y otros no permitieron analizar cada una de estas propuestas.

También es necesario aclarar que en este documento no se incluye el análisis de los planes y programas de estudio de educación preescolar, nivel en el que la formación inicial en temas sobre el conocimiento del mundo natural tiene un carácter general, con temáticas poco diferenciadas que no han sido objeto de claras construcciones alternativas ni de un debate tan amplio en cuanto a la formación científica, como los que se han realizado a partir de la educación primaria.

1.2.1 Reforma de 1972

En México, como en otros lugares, las grandes decisiones educativas tienen un carácter político como una de sus motivaciones principales, y no surgen necesariamente de un análisis pedagógico o de una evaluación de la práctica docente. Es el caso de la reforma educativa del periodo echeverrista, decretada en 1971, que buscaba reconstruir la legitimidad perdida en 1968 y revitalizar la ideología oficial con un discurso pedagógico nacionalista más actualizado. Se buscaba superar la orientación enciclopedista y la selección de contenidos propia del preceptor decimonónico (Fuentes, 1979) de los textos básicos de educación primaria, elaborados en el periodo del presidente Adolfo López Mateos, además de incluir en su realización a especialistas en educación y en las disciplinas académicas pertinentes, a diferencia de los textos de los años cincuenta, que estaban exclusivamente en manos de maestros con experiencia.

Proceso de elaboración

- Se incorpora, por primera vez en el diseño de programas y textos de ciencias naturales, a sectores de la intelectualidad provenientes de centros de estudio superiores (Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto Politécnico Nacional, que se ubicaron en y dieron origen al Departamento de Investigaciones Educativas del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN).
- En un periodo de cuatro años se elaboran los libros de texto de ciencias naturales de 1° a 6° grado, y otros seis textos denominados Auxiliares didácticos para el maestro, que cumplían las funciones de programa del cur-

so, al mismo tiempo que aportaban sugerencias didácticas e información complementaria para los docentes.

- Un equipo interdisciplinario de científicos, docentes y artistas (para desarrollar una educación artística), trabajó coordinadamente desde el diseño inicial de las lecciones hasta la revisión de galeras, pasando por la revisión de expertos en docencia y en el contenido científico, la experimentación en escuelas y el trabajo de diseño con los artistas gráficos. Así se enriquecía cada versión, pero se mantenía coherencia entre ellas.
- Se enfatizó la importancia de que los LTG presentaran una imagen nacional, ilustrando la heterogeneidad de contextos socioculturales y paisajes de nuestro país, sobre todo mediante el uso de imágenes fotográficas. Se asumía que la imagen comunica a los alumnos tanto o más que los propios textos, y que era importante que todos los niños se sintieran representados en sus libros.

Enfoque pedagógico

Estos textos aportaron elementos de modernización científica y pedagógica al discurso educativo, al plantear, por un lado, la actualización de la información y la metodología científica, además de una mayor vinculación con las características y necesidades de la sociedad del momento y, por el otro, al sostener la necesidad de desarrollar habilidades que formaran una capacidad crítica y creativa en los niños para elaborar conocimiento del medio que les rodea y de sí mismos como ciudadanos y no como base para la formación de futuros científicos (Gutiérrez-Vázquez, 1982).

- Se ubicó en el centro de la propuesta pedagógica al alumno, en lugar de los contenidos disciplinares (Bruner, 1960).
- El currículo se organizó en torno a un cruce de tres ejes: a) la estructura de las disciplinas (biología, física, química, astronomía y ciencias de la Tierra), b) los procesos de indagación científica (observar, registrar, analizar, poner a prueba, discutir, comparar), y c) ideas generales que le dan estructura a todas las ciencias: diversidad, interacción, cambio, unidad y ciencia como fenómeno social.
- Se buscó incluir contenidos básicos en número reducido y trabajar sobre ellos en un proceso elíptico, buscando permitir a los niños alcanzar una comprensión fenomenológica de su entorno natural.
- Que los alumnos lleguen al conocimiento a través de la reflexión y de su propio quehacer en actividades experimentales, que se hagan preguntas y discutan entre ellos, dándole una gran importancia al papel formativo del trabajo en equipos y a los textos libres.
- Evaluación entendida como la participación en un proceso y no como un momento de repetición de datos.
- Se pone el acento en el proceso de reflexión y confrontación de concepciones, más que en la apropiación de información, esto permite reforzar

el proceso de aprendizaje de los alumnos (90% de las actividades experimentales están planteadas como problemas abiertos).

- Preocupación por un desarrollo afectivo sano y equilibrado de los niños, tratando temas como la necesidad de comunicación de sentimientos y afectos (6° grado).
- Se abordó la educación sexual desde los primeros grados de primaria con fuerte oposición de los sectores más conservadores.
- La ciencia en los libros se presenta como un fenómeno social. Se parte de experiencias cotidianas de los alumnos para vincularlas con el desarrollo general de la sociedad, con la idea de que los niños reconozcan que el desarrollo de la ciencia depende, en cierto sentido, del desarrollo de la sociedad y que, a su vez, influye sobre ésta, planteando algunos efectos de la ciencia sobre su vida cotidiana.
- Se abordan algunos problemas sociales, como la conservación de los recursos naturales, las causas de la contaminación y sus efectos sobre la salud y el medio ambiente, los efectos positivos y negativos del desarrollo de las máquinas, el papel histórico y alimenticio del maíz en nuestra cultura, la importancia de las acciones organizadas para modificar la naturaleza de manera racional, entre otros.
- Se plantea una modificación en el papel tradicional del maestro como quien da los conocimientos por un docente que guía su proceso de adquisición que lleva al niño al realizar las actividades experimentales. Los auxiliares didácticos se estructuraron en torno a las siguientes secciones: Ideas generales, Objetivos de conducta, Actividades de aprendizaje, Actividades complementarias e Información para el maestro.

Los textos de 1°, 2° y 3^{er} grado estuvieron vigentes hasta 1981, mientras que los de 4°, 5° y 6° grado tuvieron una vigencia de alrededor de 25 años, hasta que fueron sustituidos a partir de 1997 por los de la reforma de 1993.

Como se verá en la sección sobre prácticas educativas en el aula, en la escala mundial se ha observado que las prácticas no se cambian de manera instantánea, sino que los profesores van incorporando, paulatinamente, algunos aspectos de las reformas a las prácticas llamadas "tradicionales", de maneras y con ritmos muy diversos, dependiendo de las características de los docentes, las necesidades de cada grupo, escuela y zona socioeconómica, así como de acuerdo con la experiencia que cada maestro encuentra al ponerlas en práctica (Rockwell, 2007).

1.2.2 Reformas en los ochenta

Los textos oficiales

En el periodo del expresidente José López Portillo se elaboraron nuevos textos para primero y segundo de primaria, con el argumento de que en los primeros grados no era conveniente separar el contenido en áreas, pues los niños no se

enfrentan al mundo de manera fraccionada. Por ello, se instrumentó que en estos grados aparecieran integradas las ciencias naturales con las otras áreas como parte integral del medio que rodea a los niños.

A partir del 3^{er} grado, si bien se mantuvo la división de los textos por áreas, los libros fueron revisados y rediseñados con el argumento de que era necesario mejorar los problemas que se tuvieron con los textos anteriores en la práctica, detectados después de recoger opiniones de docentes de todos los estados del país con quienes los autores trabajaron en 56 talleres. En particular, para el nuevo texto de ciencias naturales (Gutiérrez-Vázquez y Candela, 1981) se cambió la organización de los contenidos: en lugar de 23 lecciones se estructuraron en ocho unidades para disminuir contenidos y facilitar el trabajo del maestro. Se incluyeron contenidos más sencillos y actividades experimentales con base en estudios etnográficos (Rockwell y Gálvez, 1982) y en el trabajo con docentes sobre las dificultades que aparecían en el trabajo del aula, pero la orientación didáctica fue la misma que la de la reforma educativa de la década de 1970.

Primaria Intensiva 11-14

Interesante modalidad elaborada a principios de los ochenta fue la primaria intensiva 11-14 (Pellicer, 1980), ajustada a una población específica: alumnos extraedad que por esta razón no tenían cabida ni en la primaria regular ni en los programas de adultos. Características innovadoras de esta propuesta:

- Se otorga la enseñanza primaria en dos años, con una asistencia a la escuela de sólo dos horas diarias que les permitiera continuar con el trabajo que este tipo de alumnos requerían para subsistir.
- Los contenidos científicos fundamentales se estructuraron en torno a necesidades básicas (mejoramiento ambiental, vivienda, salud, recursos naturales y cómo transformamos el mundo en que vivimos), siempre vinculados en contenido e imagen al contexto social marginal urbano de este tipo de alumnos.

Esta propuesta, que continúa vigente, se amplió posteriormente a alumnos de nueve a 14 años y a otros sectores de la población.

Plan de Actividades Culturales de Apoyo a la Educación Primaria (PACAEP)

El PACAEP obedecía a los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 1984-1989 en cuanto a buscar una mayor vinculación entre la política educativa y la acción cultural, así trataba de contribuir al fortalecimiento de la identidad nacional, al brindar al educando oportunidades de acceso y participación a la cultura. Para ello se eliminó la carga docente cotidiana a algún maestro de cada escuela (Maestros de Actividades Culturales, MAC), con tiempo y dedicación exclusiva para organizar actividades fuera del currículo obligatorio y sin una evaluación formal.

En el área científico-tecnológica (Candela, León y Venegas, 1989) se pretendía fortalecer la formación científica, la capacidad crítica y la vinculación de los

alumnos con la cultura, a través de la realización de experimentos más sencillos, visitas a museos, investigaciones locales, visitas a centros artesanales, asistencia a exhibiciones de audiovisuales, documentales y cortometrajes relacionados con la actividad científica y tecnológica; de reproducir técnicas sencillas utilizadas por su comunidad en actividades productivas; de desarmar aparatos en desuso y descubrir usos diferentes a los originales; de organizar exposiciones de objetos, descubrimientos e inventos del pasado y presentes elaborados por habitantes de la localidad o por ellos mismos, entre otras.

Este plan, a decir de los docentes que se capacitaron en él durante tres años consecutivos, fue de las experiencias más formativas tanto para ellos como para los alumnos, pues las condiciones de trabajo les permitieron preparar bien las actividades, reflexionar sobre su puesta en práctica y mejorar en función de los resultados obtenidos con los alumnos. Sin embargo, la duración del programa y el número de maestros involucrados fueron limitados y, por lo tanto, su incidencia.

Cursos Comunitarios de Conafe

A finales del sexenio de Luis Echeverría se fundó el Consejo Nacional para el Fomento Educativo (Conafe) que tuvo como una de sus primeras tareas elaborar una propuesta que organizara, en un solo texto, todos los libros que se habían elaborado para el docente y los alumnos de educación primaria. Estos textos fueron creados específicamente para el trabajo en el aula de las escuelas unidocentes de las comunidades más pequeñas y dispersas del país. En 1975 se elaboraron los primeros materiales didácticos para el instructor y los niños de Cursos Comunitarios del Conafe (Rockwell, 1976). En 1980 se reelaboraron estos materiales para adecuarlos a los cambios de los currículos nacionales y para reincorporar los resultados de la investigación educativa. La propuesta, *Dialogar y Descubrir* (Rockwell, 1988), sigue vigente y ha sido reconocida (Torres y Tenti, 2000) entre las dos mejores propuestas de educación rural en América Latina, además de ser considerada como modelo para ser desarrollado en todas las escuelas primarias multigrado de nuestro país —Propuesta Educativa Multigrado 2005—.

Características distintivas e innovadoras de la propuesta *Dialogar y Descubrir*:

- Esta propuesta se elabora a partir de la observación etnográfica de las prácticas cotidianas en las escuelas de cursos comunitarios e incorpora los resultados de la investigación educativa en cada área en nuestras escuelas primarias.
- Así se acerca a los saberes docentes, a los tiempos y a las condiciones reales de trabajo escolar.
- Organiza el grupo en tres niveles, en lugar de seis grados.
- Se organiza el trabajo escolar en torno a temas comunes para los tres niveles, de manera que todos los alumnos trabajen simultáneamente en temas similares y con actividades comunes de inicio y de cierre de cada tema.

- El instructor es un alumno egresado de la secundaria que se capacita en unos meses.
- Se basa en orientaciones vygotskianas, al asumir que la construcción del conocimiento se facilita con la participación activa de los niños, con el trabajo colectivo y con la aportación de niños más avanzados o del instructor, que estén cerca del nivel de desarrollo efectivo de los aprendices.
- Contiene dos manuales para guiar puntualmente el trabajo del instructor, un libro para capacitación, fichas de trabajo para los alumnos de nivel II, cuadernos de trabajo por área para los de nivel III y un libro de juegos didácticos para los tres niveles, con el fin de ocupar el tiempo muerto de manera instructiva.
- Los propósitos, orientaciones metodológicas y sugerencias para la evaluación se articulan con inserciones sombreadas, con los contenidos y las propuestas de trabajo de cada tema y unidad, indicando a los instructores en el momento preciso lo que tienen que hacer.
- En ciencias naturales se propone desarrollar en los niños la capacidad de expresión de sus ideas, argumentación, análisis de opiniones distintas a las propias, colaboración, solución de problemas, planteamiento de nuevas preguntas y búsqueda de explicaciones a los fenómenos naturales que estudian.
- Las ciencias naturales, en esta propuesta, incorporan muchas de las concepciones indígenas de las comunidades (como la concepción de salud, los remedios herbolarios, las descripciones locales sobre las constelaciones o la concepción indígena sobre el respeto por la madre naturaleza), favoreciendo su valoración.
- Se promueve la participación de los miembros de la comunidad en la escuela para que aporten sus conocimientos sobre diversos temas a los alumnos.

Las unidades de ciencias naturales para los niveles I y II son: el cuerpo humano, el medio ambiente, el calor, la luz y el sonido, y las plantas y los animales. Para el nivel III son: salud y desarrollo, el medio ambiente y sus cambios, los materiales y su transformación, y ecosistemas.

1.2.3 Reforma de 1993

La reforma de 1993 es parte del Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica (ANMEB) firmado en 1992, mismo que planteaba la necesidad de realizar una reforma educativa integral mediante la reorganización del Sistema Educativo Nacional, la reformulación de los contenidos y materiales educativos, así como la revaloración de la función magisterial. Derivado de este acuerdo, en 1993 se publicó la Ley General de Educación y los Planes y Programas de Estudio de Educación Primaria y Secundaria (SEP, 1993), en los cuales se aclara que se inició en 1989 una consulta nacional para identificar los principales problemas educativos del país.

Como resultado de esta consulta se detectó la necesidad de concentrar la educación básica en “aquellos conocimientos verdaderamente esenciales” (SEP, 1992a). Por lo mismo, se propuso “fortalecer los conocimientos y habilidades realmente básicos, entre los que destacan claramente las capacidades de lectura y escritura, el uso de las matemáticas en la solución de problemas y en la vida práctica, la vinculación de los conocimientos científicos con la preservación de la salud y la protección del ambiente, y un conocimiento más amplio de la historia y la geografía de nuestro país” (SEP, 1993). Se definió lo básico como “aquello que permite adquirir, organizar y aplicar saberes de diverso orden y complejidad creciente” (SEP, 1993), con lo cual se retoma también el propósito para que las habilidades intelectuales “permitan aprender permanentemente y con independencia” (SEP, 1993).

Otra característica importante de la reforma curricular de 1993 es retomar la enseñanza de asignaturas en lugar de áreas. En el caso de la primaria se separaron las ciencias sociales y, en la secundaria, éstas y las ciencias naturales. Las razones fundamentales para que en la propuesta curricular vigente se retomara el estudio por asignaturas son múltiples y, entre otros elementos, se refieren a las deficiencias en el aprovechamiento de los alumnos como resultado de la falta de un aprendizaje sistemático en disciplinas como la Historia o la Geografía. En el caso de la Geografía, al diluirse en dos áreas distintas, su estudio se tornó más periférico que sustantivo, lo que dio lugar a la ausencia de nociones básicas relacionadas con esta ciencia.

Otra argumentación era que la formación de los maestros, especialmente en el caso de la escuela secundaria, “no les permitía abordar integralmente el área que debían impartir, sesgando su enseñanza a la disciplina de su especialidad, lo que también trajo consecuencias de consideración para el aprendizaje y desempeño de los alumnos” (Bonilla, 2000). Lo anterior tuvo repercusiones para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación secundaria, pues se retomaron las materias de Biología, Física y Química, con una asignatura inicial en primer grado de Introducción a la Física y a la Química. En el caso de la educación primaria, continuó la asignatura de Ciencias naturales de manera independiente de 3° a 6° grado, mientras que en 1° y 2° se integró con Geografía. A continuación se presentan las características fundamentales de la reforma curricular para las asignaturas de Ciencias naturales tanto de educación primaria como de secundaria, pues por primera vez en la historia de la educación en México se articularon estos dos niveles, ya que se incluyó a la educación secundaria como obligatoria y, por lo tanto, el último nivel de la educación básica. Posteriormente se presentarán las características particulares de ambos niveles cuando se hable de los programas vigentes.

La propuesta para la enseñanza de las ciencias naturales de 1993 pretendió acentuar el peso de las actividades formativas, aunque en un equilibrio con las informativas. Para ello buscó desarrollar habilidades y actitudes relacionadas con el quehacer científico (Bonilla, Sánchez, Rojano y Chamizo, 1997; Sánchez, Hernández y Valdez, 2001; Sánchez, 2004): lectura analítica y crítica, planteamien-

to de dudas y preguntas pertinentes e imaginativas, observación con precisión creciente, construcción de conjeturas y su contrastación por diversos medios, como la experimentación, la medición con instrumental diverso, el intercambio de ideas para comparar, enriquecer, sistematizar, analizar e interpretar los hechos. Lo anterior dio continuidad a lo planteado en la reforma de los años setenta.

También se planteó favorecer que los alumnos hicieran sus preguntas y construyeran sus respuestas mediante el trabajo colaborativo, así como trabajar la expresión oral y escrita de las ideas o conclusiones, e incluso organizar debates con base en el respeto. De esta manera se contribuyó a formar ciudadanos democráticos informados, propósito educativo de importancia estratégica para nuestro país.

Otro elemento de la propuesta fue la familiarización con la práctica de conocimientos científicos, con argumentos congruentes y soportes verificables, buscando transmitir la idea de que opinar sobre los fenómenos y procesos naturales debe hacerse con el sustento que proporciona el avance de las ciencias, y no como un asunto de creencias o suposiciones, y menos de imposiciones (Rutherford, 1997).

La siguiente prioridad fue fomentar el cuidado de su cuerpo y del ambiente. Dentro de los contenidos de salud destacan los relacionados con la sexualidad humana, con un enfoque que rebasa el biologicista: se pretende preparar a los niños y jóvenes para actuar con responsabilidad y de acuerdo con las creencias personales o familiares, partir de información fundamental y del análisis reflexivo de situaciones de riesgo, pero valorando integralmente a la sexualidad humana, no sólo en su componente reproductivo. Aunque hubo oposición de los grupos ultraconservadores a mantener la educación sexual en la educación primaria, se superó mejor que en la década de los setenta, debido al avance social en la aceptación generalizada de que dicho tema debía abordarse en la escuela. Como parte de esta prioridad, otro tema de especial importancia fue el ambiente, sobre todo con la introducción del concepto de "desarrollo sustentable".

De 1996 a 1999 se renovaron los libros de texto gratuitos de ciencias naturales de 3° a 6° grado, los cuales introdujeron el trabajo por proyectos para favorecer la capacidad de síntesis desde temprana edad, asimismo se elaboraron los libros para el maestro de cada uno de ellos. En el caso de la educación secundaria, en 1994 se distribuyeron los libros para el maestro de biología y química, y en 1995 para el de física. Todos estos materiales fueron elaborados por expertos de instituciones académicas con amplia experiencia en la enseñanza de las ciencias y coordinados por el área de Ciencias naturales de la SEP.

La reforma también propuso transformar y diversificar los métodos de evaluación para que retroalimentaran los aprendizajes de los alumnos permanentemente, y no fueran únicamente para promover y certificar. Una contribución en este sentido fueron las recomendaciones de cómo evaluar en los libros para el maestro, que incluyeron instrumentos novedosos, entre ellos, mapas concep-

tuales, registros de experiencias de aprendizaje con escalas de valoración o asociación de palabras.

Con respecto a la educación secundaria, la propuesta de la reforma de 2006 retomó la enseñanza de las ciencias naturales por asignaturas, incluyendo una materia experimental y fenomenológica: Introducción a la Física y a la Química en primer grado, que establecía un puente entre la ciencia integral de primaria y la disciplinaria de secundaria. Posteriormente se estudió Biología en 1° y 2° grado, y Física y Química en 2° y 3^{er} grado. Sus contenidos se organizaron con base en su jerarquía conceptual y poder explicativo y se plantearon nuevas orientaciones para su enseñanza y aprendizaje.

Las razones de retomar el estudio por asignaturas se plantearon en el Plan y Programas de Educación Secundaria (SEP, 1993). Los contenidos y el enfoque propuesto para enseñarlos se pueden consultar en el texto referido, en los libros para el maestro de cada asignatura, en los paquetes didácticos de actualización del Programa Nacional de Actualización Permanente (Pronap) y en diferentes materiales audiovisuales. Todo lo anterior está disponible en las bibliotecas de los Centros de Maestros y de las escuelas normales.

Las prioridades de los programas de ciencias naturales en secundaria son las siguientes:

- Fortalecer la formación científica de los estudiantes y superar los problemas de aprendizaje que se presentan en este campo. Para ello, se establecieron dos cursos para el estudio de cada una de las disciplinas fundamentales: la Física, la Química y la Biología.
- Incorporar, en el primer grado, un curso de Introducción a la Física y a la Química, con el propósito de facilitar la transición entre las formas de trabajo en la educación primaria y el estudio por disciplinas que se realiza en la secundaria.

La reforma de 1993 dio continuidad a aspectos relevantes relacionados con la enseñanza de las ciencias naturales presentes en la reforma de 1972, como son: el desarrollo de habilidades del pensamiento científico, con énfasis en la experimentación, el eje ciencia y sociedad, el trabajo colaborativo y la atención a temas de salud, educación sexual y ambiental.

Propuesta Educativa Multigrado 2005

Es una propuesta originada en el Plan Nacional de Educación 2001-2006, para dar respuesta a la problemática de las escuelas multigrado, y está basada en el Plan y Programas de Estudio de 1993. De acuerdo con la práctica planteada en el proyecto "Dialogar y Descubrir" (D y D, cf. "Cursos Comunitarios de Conafe", p. 14) esta propuesta tiene las siguientes características:

- Partió de un diagnóstico (Escuelas Multigrado, SEP, 2006) basado en la observación de las prácticas educativas en las escuelas multigrado en un pe-

riodo de un año y medio, y de otros diagnósticos realizados previamente (Fuenlabrada y Weiss, 2006).

- Diseña una adecuación curricular que se basó, al igual que Dialogar y Descubrir, en la reorganización de seis grados en tres niveles y el trabajo en un tema común con actividades diferenciadas por ciclo o nivel. A diferencia de D y D, no guía paso a paso al docente, partiendo de la idea de que los maestros normalistas no lo requieren.
- La propuesta incluye descripciones sobre propósitos, formas de trabajo, metodología, recursos de evaluación, estrategias de enseñanza, enfoque y adecuaciones curriculares de manera consecutiva pero no articulada a la práctica docente, como se realiza en D y D.
- Se elaboraron algunos guiones y fichas para los alumnos.
- Su incorporación a la práctica en el nivel nacional ha sido paulatina y todavía no hay resultados de esta experiencia.

1.2.4 Reforma de 2006 al programa de estudios de educación secundaria

Al hacerse obligatoria la secundaria en 1993, se señaló como propósito central dotar a los alumnos de una formación general que les posibilitara el desarrollo de competencias básicas. A la fecha, si bien se alcanzaron algunos avances significativos ligados a cobertura, eficiencia terminal y absorción, los estudiantes no han logrado, en términos generales, los aprendizajes esperados por diversos factores, como exceso de contenidos —que se fomentó por la práctica centrada en la exposición por parte del docente—, la memorización como fin en sí misma, la evaluación exclusiva de conceptos y la concentración en el libro de texto como fuente única de conocimientos. En especial, los resultados de la primera evaluación de PISA en el año 2000 permitieron hacer un balance de lo realizado a partir de 1993 y, como consecuencia, replantear la enseñanza de las ciencias naturales en la secundaria (SEP, 2000; Waldegg, Barahona, Macedo y Sánchez, 2003).

Ante esta situación se reconoció la necesidad de realizar diversos ajustes a la propuesta curricular de secundaria, con miras a redefinir los propósitos educativos y consolidar, entre otros, los enfoques para la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia: se introducen los rasgos del perfil de egreso de la educación básica y el desarrollo de competencias transversales dentro del plan de estudios, los cuales representan metas superiores para todas las asignaturas. Si bien la manera en que dichas medidas fueron instrumentadas fue cuestionada por algunos expertos, también es necesario destacar la incorporación de la asignatura Introducción a la Física y a la Química en 1^{er} grado, como un puente entre los contenidos del eje “Materia, energía y cambio” de la educación primaria, con los contenidos de física y química de 2^o y 3^o de secundaria.

En la reforma de 2006 los programas se estructuraron con base en cinco bloques para favorecer la evaluación bimestral de los contenidos. Además, se retomó el trabajo por proyectos propuestos en los libros de texto de ciencias naturales de primaria, al final de los primeros cuatro bloques, y con un proyecto integrador en el

bloque cinco. Asimismo, se ubicó Biología en el primer grado de la secundaria, lo que permite dar continuidad a los contenidos de los ejes “Seres vivos, cuerpo humano y salud” y “Ambiente y su protección”, que son los que más tiempo ocupan en la primaria. De hecho esta organización de los programas de estudio en cinco bloques se utiliza ahora en la propuesta curricular para la educación primaria como parte central de la llamada Reforma Integral de la Educación Básica.

En resumen, se puede afirmar que en 2006 la SEP estableció la Reforma de la Educación Secundaria para evitar la fragmentación de contenidos con clases demasiado breves, llevar a cabo actividades significativas, aumentar el tiempo que el profesor dedica a cada grupo, disminuir la cantidad de grupos atendidos por maestro y mejorar la articulación entre este nivel y el precedente.

En esta reforma (SEP, 2006b) los cambios de mayor trascendencia para los programas de ciencias naturales son: 1) acotar el desglose de contenidos conceptuales y explicitar los aspectos procedimentales, valorales y actitudinales mediante la incorporación de los aprendizajes esperados, con el objetivo de que los docentes tengan más claridad del grado de profundidad en la enseñanza de los contenidos del programa de estudios; 2) proponer el desarrollo de proyectos como una estrategia didáctica que profundice el trabajo realizado en la primaria para seguir desarrollando la capacidad de síntesis y la aplicación de lo estudiado; 3) ayudar al alumno a construir los conocimientos científicos que puedan integrarse con otros campos del saber y que requieren el manejo de habilidades, actitudes y conocimientos útiles, y 4) agrupar las asignaturas Introducción a la Física y a la Química; Biología I y II; Física I y II; y Química I y II, en tres grados: Ciencias I (con énfasis en Biología), Ciencias II (con énfasis en Física) y Ciencias III (con énfasis en Química), reduciendo a dos horas semanales el tiempo dedicado a Biología, Física y Química. Esto último para disminuir el número de asignaturas por grado que un alumno debe cursar y, por lo tanto, el número de alumnos por profesor, con una apuesta a que pueda atender mejor a sus alumnos. Por ejemplo, antes un maestro de Biología con 30 horas podía tener hasta 12 grupos, que sumaban 600 alumnos. Con esta propuesta tiene la mitad de ellos.

Como propósitos de la formación científica para estudiantes de secundaria, se cita en el programa de estudios que: a) amplíen su concepción de la ciencia, de sus procesos e interacciones con otras áreas del conocimiento, así como de sus impactos sociales y ambientales; b) avancen en la comprensión de las explicaciones y los argumentos de la ciencia acerca de la naturaleza; c) identifiquen las características y analicen los procesos que distinguen a los seres vivos; d) desarrollen de manera progresiva estructuras que favorezcan la comprensión de los conceptos, procesos, principios y lógicas explicativos de la física y su aplicación a diversos fenómenos comunes; e) comprendan las características, propiedades y transformaciones de los materiales a partir de su estructura interna y analicen acciones humanas para su transformación en función de la satisfacción de necesidades, y f) potencien sus capacidades para el manejo de la información, la comunicación y la convivencia social (SEP, 2006a). En especial, es importante señalar que en el curso de Ciencias I (Biología), y en los

de Formación cívica y ética se retoman los contenidos de sexualidad humana de 5° y 6° grado de educación primaria, para que el adolescente, al concluir su educación básica, tenga más elementos formativos para ejercerla sin culpas y de manera responsable.

La educación sexual, presente en la educación básica desde los años setenta, ha sido objeto recurrente de ataques por grupos ultraconservadores que insisten en dejarla de lado, ahora también en la secundaria. Se trata de un debate que no se ha abierto a la sociedad para poder atajarlos y demostrar su conveniencia, lo que incluso ha permitido ganar terreno en los últimos libros de texto aprobados por la SEP.

Sobre esta reforma ha habido amplia discusión. En particular sobre las asignaturas de Ciencias naturales (Biología, Física y Química), el Comité de Especialistas de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) consideró en 2005 que si bien es positiva la reducción de cursos por grado, y la flexibilidad en cuanto al tiempo dedicado a cada asignatura, en general se incluyen más contenidos y de mayor complejidad, con un enfoque cientificista que puede conducir al enciclopedismo y la memorización.

Consejos consultivos y otros esfuerzos actuales

En abril de 2007 la SEP estableció el Consejo Consultivo Interinstitucional de Ciencias (CCIC), de conformidad con el Acuerdo Secretarial 384, "como parte de una línea de acción de la política curricular de la Secretaría de Educación Pública, para contribuir al análisis, la revisión, la evaluación permanente y la mejora de la enseñanza y del aprendizaje de las Ciencias naturales en la educación secundaria" (SEP, 2008a). Este es un instrumento que por primera vez se da a la Subsecretaría de Educación Básica para asesorar las acciones del titular del ramo con la opinión de expertos en las disciplinas. En el CCIC están representadas de manera permanente instituciones académicas y asociaciones profesionales que contribuyen a la enseñanza de las ciencias, como son la UNAM, la UAM, el Cinvestav, la UPN, la Normal Superior, la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, la Academia Mexicana de Ciencias, la Sociedad Mexicana de Física, la Academia Mexicana de Educación Ambiental, la Academia Mexicana de Profesores de Ciencias Naturales y la Academia de Profesores de Enseñanza de Ciencias. Su operación es apoyada por la Subsecretaría y se estructura en comisiones de trabajo que analizan, proponen y llevan a cabo estudios sobre los temas acordados en el pleno. Las comisiones del CCIC son: Currículo, Evaluación y seguimiento, Desarrollo profesional de profesores, y Materiales educativos y recursos de apoyo para la enseñanza. El pleno del CCIC tiene reuniones mensuales para analizar los avances de las comisiones y todos los aspectos que hayan surgido en relación con los nuevos programas de secundaria elaborados en 2006.

Si bien los CCIC se han reunido de manera regular desde su creación y han generado una serie de documentos y opiniones relevantes y necesarias, su impacto en la toma de decisiones de la SEP no es claro.

1.2.5 Reforma de 2009

Actualmente la Secretaría de Educación Pública ha iniciado la primera fase de la reforma curricular de la educación primaria para lograr una mayor articulación con los otros dos niveles educativos. De hecho, se está hablando de la Reforma Integral de la Educación Básica.

La propuesta curricular se presentó públicamente en el Congreso Internacional sobre Reforma Curricular en Educación Básica. Enfoques y Perspectivas Comparadas, que se realizó en las instalaciones de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales en la Ciudad de México, del 25 al 27 de junio de 2008. Se organizaron mesas para presentar las propuestas en cada asignatura, la de español con fuertes críticas, tanto al proceso de reforma como a la propuesta curricular. Otros señalamientos se dieron en las mesas de geografía, educación artística y ciencias naturales.

En el evento se informó que se probarían las propuestas curriculares para 1°, 2°, 5° y 6° grado en 5 mil aulas de todo el país durante el ciclo escolar 2008-2009, al mismo tiempo que se iniciaría un proceso de consulta nacional para tener las versiones definitivas de estos programas y generalizarlas en el ciclo escolar 2009-2010. En este mismo ciclo se probaron las propuestas de 3° y 4° para concluir la generalización en el ciclo 2010-2011.

Posterior a esta presentación, la SEP trabajó con los equipos técnicos de las entidades federativas, para que fueran ellas quienes implantaran la prueba piloto, misma que arrancó el 18 de agosto.

Los talleres generales de actualización de este ciclo escolar se realizaron del 13 al 15 de agosto de 2008, con grupos de profesores de los tres niveles educativos, asunto inédito en la historia de la educación básica del país. En éstos se revisaron los principales componentes de la Reforma Integral de la Educación Básica, con énfasis en su propósito de lograr una mayor articulación vertical.

Actualmente el proceso ha terminado después de elaborar varias versiones de programas y libros de texto para cada uno de los grados, cuyo análisis rebasa las posibilidades actuales de este informe. Sin embargo, se puede decir que aunque resulta positiva la intención de articular los niveles de preescolar, primaria y secundaria, se puede apreciar, al igual que en reformas anteriores, la falta de un diagnóstico sobre cómo estaba operando el currículo anterior; la necesidad de un mayor sustento en los resultados de la investigación educativa más reciente, así como un apresuramiento para imponer la reforma desde las esferas más altas de la educación pública sin tomar en cuenta las prácticas docentes cotidianas. Además, en este caso, la premura para desarrollar el currículo condujo a una propuesta que pasó por diversos problemas conceptuales, de secuenciación, de falta de antecedentes y con contenidos fuera del alcance cognitivo de los alumnos, lo cual limita las posibilidades de construcción del conocimiento. Careció de una coordinación general de equipos interdisciplinarios con la capacidad y el tiempo de vigilar la articulación del proyecto dentro de cada ciclo y a lo largo de los tres niveles. Y lo que es más grave, mantuvo durante todo el sexenio una situación de

inestabilidad y cambio permanente en contenidos, programas y materiales cuyo efecto negativo en la práctica educativa es bien conocido. Todo ello hace aparecer un escenario poco halagüeño, en el que una vez más los docentes y directivos tendrán que acoplarse y ajustarse a los tiempos políticos de las autoridades educativas del país y seguir un currículo que no tomó en cuenta la experiencia nacional en investigación y desarrollo curricular de los últimos 40 años.

1.2.6 De las reformas

De lo señalado hasta aquí podríamos concluir que los procesos de reforma curricular en el campo de la educación en ciencias naturales y la investigación ligada a éstos durante el siglo xx han tenido un desarrollo importante desde la perspectiva de los enfoques en el área en el nivel internacional, y deben ser una fuente para la reflexión.

En México se han realizado varias reformas curriculares en la educación básica (primaria en los años cincuenta, primaria y secundaria en los setenta y noventa, y secundaria en 2006), sin embargo, se carece de evaluaciones sistemáticas previas, durante y después de la implantación de las reformas, algunas de las cuales han sido influidas por modelos y orientaciones de los países desarrollados, por lo que hoy existen tensiones encaminadas a tratar de concretar la implantación de estándares nacionales, que vuelve a poner el foco en los contenidos disciplinarios, desplazando la mirada centrada en el alumno.

Esta importación de modelos de enseñanza ha sido cuestionada desde la investigación (Ingle y Turner, 1981; Olugbemi y Akinsola, 1991; Masakata, 1995) porque no corresponden a nuestra realidad, y al pretender una homogeneización no se toma en cuenta la diversidad cultural, que en el caso de nuestro país es muy rica. Una perspectiva distinta sería la que plantee la ciencia como una subcultura de la cultura occidental, abriendo espacio para otras concepciones sobre el mundo natural (Aikenhead, 1997).

En este sentido, es importante analizar a fondo las bases epistemológicas, psicopedagógicas y sociales de las propuestas curriculares 2004 (preescolar), 2006 (secundaria) y 2008 (primaria) para evitar dichas tendencias.

1.3 Estructura curricular de la enseñanza de las ciencias naturales en los programas oficiales vigentes en 2008

La información que aquí se muestra corresponde, para la primaria, a lo establecido en la reforma de 1993, y para la secundaria a lo previsto en la reforma de 2006.

1.3.1 Primaria general

La enseñanza de las ciencias naturales se integra en los dos primeros grados con el aprendizaje de nociones sencillas de historia, geografía y educación cívica. El elemento articulador es el conocimiento del medio natural y social que

Figura 1. Mapa Curricular de la Educación Primaria (SEP, 2003), dependiendo del grado escolar

1° y 2° grados		
Asignatura	Horas por año	Horas por semana
Conocimientos del medio ¹	120 (15%)	3
Español	360 (45%)	9
Matemáticas	240 (30%)	6
Educación Artística	40 (5%)	1
Educación Física	40 (5%)	1
Total	800	20

¹ Trabajo integrado de ciencias naturales, historia, geografía y educación cívica.

3° a 6° grados		
Asignatura	Horas por año	Horas por semana
Ciencias Naturales	120 (15%)	3
Español	240 (30%)	6
Matemáticas	200 (25%)	5
Historia	60 (7.5%)	1.5
Geografía	60 (7.5%)	1.5
Educación Cívica	40 (5%)	1
Educación Artística	40 (5%)	1
Educación Física	40 (5%)	1
Total	800	20

rodea al estudiante. A partir del tercer grado se destinan tres horas semanales específicamente al estudio de esta área (SEP, 1993).

Los programas de ciencias naturales en la educación primaria responden a un enfoque formativo, cuya finalidad es estimular al estudiante en el desarrollo de la capacidad para observar, preguntar y formular explicaciones sencillas de lo que ocurre en su entorno, a partir del abordaje de situaciones familiares relevantes, lo que se espera garantice un aprendizaje duradero. Estos programas se realizaron con base en los siguientes principios: a) vincular la adquisición de conocimientos sobre el mundo natural con la formación y la práctica de actitudes y habilidades científicas; b) relacionar el conocimiento científico con sus aplicaciones técnicas; c) otorgar atención especial a los temas relacionados con la preservación del medio ambiente y de la salud, y d) propiciar la relación del aprendizaje de las ciencias naturales con los contenidos de otras asignaturas. En los programas se agrupan los conocimientos en los siguientes ejes temáticos:

Figura 2. Mapa curricular de las escuelas multigrado

Eje temático	Temas comunes
El cuerpo humano y la salud	El cuerpo humano La alimentación Prevención y salud Los cambios en el cuerpo
Los seres vivos	Diversidad de plantas y animales Los seres vivos se reproducen Los seres vivos se alimentan Los seres vivos respiran Los seres vivos se adaptan al medio
El ambiente y su protección	El ambiente Contaminación y cuidado del ambiente El agua
Materia, energía y cambio	La materia, composición y cambios
	Luz, calor y otras fuentes de energía Las ondas La electricidad El movimiento

Los seres vivos; El cuerpo humano y la salud; El ambiente y su protección; Materia, energía y cambio; Ciencia, tecnología y sociedad.

Con este último eje se continúa con la tradición de vincular la ciencia a lo social, pero ahora incorporando la tecnología (Nieda y Macedo, 1998; Pozo y Gómez, 2000; Rutherford, 1997).

Los libros de texto incorporaron el trabajo por proyectos, uno al final de los cuatro primeros bloques y uno integrador como único contenido del bloque 5. Además de los libros de texto de 3° a 6° grados se elaboraron los libros para el maestro con los siguientes capítulos: El curso de Ciencias Naturales, El libro de texto, La evaluación, Retos y orientaciones para la enseñanza de las ciencias naturales y Recomendaciones didácticas particulares, además de tres anexos, dentro del cual destaca el de recomendaciones para el trabajo experimental y el desarrollo de los proyectos.

Primaria multigrado

Al inicio del ciclo 2004-2005, de las 101 413 escuelas primarias del país, 49 669 eran multigrado y atendían a 1 963 991 alumnos; esto es, las escuelas multigrado representaban 49% de las escuelas primarias ubicadas en las regiones de más difícil acceso de la república, y atendían 17.6% de los niños inscritos en este nivel escolar. Del total de las escuelas multigrado, 60% pertenecen a la modalidad de primaria general, 15% a la primaria indígena y 25% a cursos comunitarios del Conafe. Hasta 2005 sólo la modalidad de cursos comunitarios contaba con un modelo pedagógico específico. A partir de ese año ha empezado a utilizarse paulatinamente la Propuesta Educativa Multigrado 2005, desarrollada en la SEP.

Figura 3. Mapa curricular, cursos comunitarios

Unidades niveles I y II			
Ciencias niveles I y II			
1. El cuerpo y la salud	2. México nuestro país	3. El medio ambiente	4. El campo y la ciudad
5. El calor, la luz y el sonido	6. Nuestra herencia histórica	7. Las plantas y los animales	8. De la Independencia a la Revolución
Matemáticas nivel I			
1. Los primeros números	2. Los números grandes	3. La suma y la resta	4. La geometría
Matemáticas nivel II			
1. La multiplicación con los primeros números	2. La multiplicación con números grandes	3. La división y las fracciones	4. La geometría y la medición
Español niveles I y II			
1. El lenguaje en la escuela	2. El lenguaje en la literatura	3. La estructura del lenguaje	4. El lenguaje en la vida diaria
Unidades nivel III			
Ciencias nivel III			
1. El cuerpo y la salud	2. México nuestro país	3. El medio ambiente	4. El campo y la ciudad
5. El calor, la luz y el sonido	6. Nuestra herencia histórica	7. Las plantas y los animales	8. De la Independencia a la Revolución
Matemáticas nivel III			
1. La división	2. Las fracciones	3. Las cantidades proporcionales	4. Medición
Español nivel III			
1. El lenguaje en la escuela	2. El lenguaje en la literatura	3. La estructura del lenguaje	4. El lenguaje en la vida diaria

Todas las escuelas de cursos comunitarios son unitarias, y de las escuelas multigrado generales e indígenas, 30% son unitarias y 31.8% son bidocentes. La distribución de escuelas multigrado en los estados es desigual: en Chiapas, Tabasco y Zacatecas representan 70% de todas las escuelas primarias; en Hidalgo, San Luis Potosí, Oaxaca, Durango y Veracruz 60%; e incluso en Nuevo León alcanza 32%. En cuanto a la Propuesta Educativa Multigrado 2005, la estructura curricular sugerida para ciencias naturales y lograr que trabajen simultáneamente los alumnos de los tres niveles, siguiendo la estructura de los libros de texto, es la siguiente:

Es importante subrayar el papel de la Coordinación General de Educación Intercultural Bilingüe de la SEP, que propuso cómo incluir la perspectiva de interculturalidad en el desarrollo de los contenidos y enfoques de las distintas asignaturas de la Reforma de la Educación Secundaria.

Figura 4. Tabla comparativa 1993 y 2006 de las asignaturas de ciencias naturales para la educación secundaria

Grado	Asignatura	Carga horaria semanal	
		Reforma de 1993	Reforma de 2006
Primero	Biología/Ciencias I con énfasis en Biología	3	6
	Introducción a la Física y a la Química	3	–
Segundo	Biología	2	–
	Física/Ciencias II con énfasis en Física	3	6
	Química	3	–
Tercero	Física	3	–
	Química /Ciencias III con énfasis en Química	3	6

Cursos comunitarios del Conafe

Como ya se planteó en el apartado de las reformas de los años ochenta, la propuesta de Cursos Comunitarios surge en esa época con las características antes mencionadas. En este apartado nos referiremos específicamente a los contenidos de su currículo. Una de las características importantes de la propuesta Dialogar y Descubrir para cursos comunitarios consiste en que el currículo está organizado con base en los días y horas de trabajo real en las escuelas y con base en la jerarquía de las materias que se plantea en las prácticas escolares cotidianas. Por lo tanto, se propone que diario se trabaje matemáticas las dos primeras horas y el resto del día se alternen un día español y otro día ciencias, pero con la particularidad de que en las ciencias se incluye sociales y naturales. Así, ciencias naturales se trabaja en días alternados durante un mes y al mes siguiente se trabaja ciencias sociales. Ciencias naturales se trabaja cuatro o seis horas a la semana, durante cuatro meses al año, lo cual da un total de entre 64 y 96 horas efectivas (esto permite que no se dependa de los tiempos que decida el maestro, según sea su avance en español y matemáticas, como ocurre en otros programas). Otra diferencia es que se incluye en primer lugar el de ciencias, luego el de matemáticas y al final el de español. La estructura curricular incluye las siguientes unidades, cada una con tres temas:

1.3.2. Secundaria

De acuerdo con el Plan de estudios vigente para la educación secundaria y el Mapa Curricular para la educación secundaria (SEP, 2006), en atención a la relación entre los problemas de rendimiento académico con el número de asignaturas, así como para propiciar la integración entre ellas, aunque la carga horaria permanece en 35 horas semanales, en el caso de biología, física y química se pasa de siete asignaturas (Biología I e Introducción a la Física y la Química en

1^{er} grado; Biología II, Física I y Química I en 2^o grado y Física II y Química II en 3^{er} grado) a tres asignaturas (Ciencias I, con énfasis en Biología; Ciencias II, con énfasis en Física y Ciencias III con énfasis en Química). El tiempo total asignado a Biología aumenta de cinco a seis horas, pero en Física y Química se pasa de 15 a 12 horas (seis para cada asignatura) y, por tanto, disminuye en dos horas el tiempo de enseñanza de las ciencias naturales en este nivel educativo.

El programa de estudios de estas asignaturas representa un esfuerzo de articulación con la educación primaria, al plantear propósitos generales para la formación científica para la educación básica y seis ámbitos para articular los contenidos. Los propósitos generales son: desarrollar habilidades del pensamiento científico y sus niveles de representación e interpretación acerca de los fenómenos y procesos naturales; reconocer la ciencia como actividad humana en permanente construcción, cuyos productos son utilizados según la cultura y las necesidades de la sociedad; participar en el mejoramiento de la calidad de vida, con base en la búsqueda de soluciones a situaciones problemáticas y la toma de decisiones en beneficio de su salud y ambiente; valorar críticamente el impacto de la ciencia y la tecnología en el ambiente, tanto natural como social y cultural; relacionar los conocimientos científicos con los de otras disciplinas para dar explicaciones a los fenómenos y procesos naturales, y aplicarlos en contextos y situaciones diversas; comprender gradualmente los fenómenos naturales desde una perspectiva sistémica. Los ámbitos son: el conocimiento científico, la vida, el cambio y las interacciones, el ambiente y la salud, y la tecnología (SEP, 2006).

En cada uno de los cursos de ciencias naturales se plantea el trabajo por proyectos, de manera similar al introducido en los libros de texto de educación primaria, esto es, un proyecto al final de los primeros cuatro bloques y un par de proyectos integradores de todo el curso, como contenidos del bloque cinco. Se enfatiza también la necesidad de trabajar tanto contenidos conceptuales como procedimentales y actitudinales, además de destacarse el ámbito de la tecnología y contenidos que reflejen las visiones de nuestros pueblos indígenas.

Las características del enfoque que a continuación se describen son una síntesis de lo planteado en los programas de estudio de la reforma de 2006.

Ciencias I se orienta al análisis comparativo de las características de los seres vivos; la diversidad biológica como resultado de la evolución; una visión integral del funcionamiento de los seres vivos, centrada en los procesos de nutrición, respiración y reproducción, para fortalecer la perspectiva intercultural, la promoción de la salud y el cuidado del ambiente. También se analiza la relación entre ciencia y tecnología en términos de sus beneficios y riesgos.

Ciencias II se ocupa del estudio de los procesos de interacción y cambio desde la perspectiva fenomenológica, de fortalecer las habilidades de razonamiento lógico, representación gráfica y elaboración de modelos para la comprensión de conceptos propios de la disciplina. El cambio también se analiza desde la perspectiva histórica de la influencia de los productos de la ciencia y la

tecnología en la sociedad y el ambiente. Se introduce el estudio de la estructura y el comportamiento de la materia.

Ciencias III se enfoca al estudio de los materiales a escala molecular y atómica. Al empleo del modelo cinético-corpúscular como base para la representación del microcosmos y se abordan con mayor detalle algunos aspectos relacionados con la composición de la materia y sus transformaciones.

1.4 Consideraciones finales

- En México, la introducción de las ciencias naturales a la enseñanza básica se remonta al siglo XIX, cuando temas de física y química fueron integrados a la instrucción elemental.
- Las reformas curriculares no deben estar supeditadas a los tiempos políticos sexenales. Deben sustentarse y promoverse a partir de un diagnóstico de los estudiantes, los docentes y sus prácticas educativas, incluyendo sus saberes, intereses, capacidades cognitivas y necesidades de la práctica en el aula.
- Las reformas requieren de tiempo para producir cambios trascendentes en las prácticas del aula.
- Con frecuencia se ha considerado que una reforma es necesaria para plantear cambios, sin tomar en cuenta que muchos de ellos son semejantes a los planteados en reformas previas.
- Consecuencia de los tiempos políticos, en ocasiones se privilegia una estrategia de implantación “súbita”, sin dar tiempo a verificar que los postulados que sustentan las nuevas propuestas se validen en la práctica.
- Es imperativo retomar las experiencias de programas y prácticas educativas exitosas que se han detectado y documentado en reformas anteriores, así como analizar críticamente las de otros países. ▣

Capítulo 2.

La investigación en las aulas de ciencias y la formación docente

Antonia **Candela**, Enna **Carvajal**, Armando **Sánchez** y Clara **Alvarado**

En este capítulo se presentan los resultados de más de 20 años de investigación en las aulas de clases de ciencias en escuelas de educación primaria y secundaria. El sentido de este capítulo responde a la concepción de que un estudio sobre la enseñanza de las ciencias naturales no puede limitarse al análisis de las propuestas sobre la enseñanza contenidas en planes, programas y materiales didácticos. El currículo real, como es concebido desde los años ochenta, es aquél que opera en la práctica educativa del aula. Esto significa que, una revisión sobre la enseñanza de la ciencia en el nivel básico en nuestro país no puede limitarse al análisis de las propuestas formales. Es necesario incluir una descripción de su enseñanza en los contextos reales, es decir, en las aulas escolares. De esta manera los actores educativos, docentes y alumnos aportan el sentido que adquiere la relación didáctica en la práctica, esto es, la relación entre docentes, alumnos y contenido educativo. Gran parte de esta investigación tiene un carácter cualitativo etnográfico, ya que toma en consideración los contextos culturales de nuestras escuelas públicas y sus condiciones de trabajo.

En este capítulo también se aporta información sobre los programas de formación docente, tanto inicial como de actualización para aportar elementos analíticos acerca de la perspectiva didáctica formal con la que se capacitan los maestros. Esta presentación, sin embargo, no ignora que la formación docente incluye otros aspectos no abordados en este trabajo, como la formación en la práctica y la transmisión de tradiciones docentes que opera por vías informales.

2.1 Estudios sobre la enseñanza de las ciencias naturales

Cada diez años el Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE) hace una revisión de la investigación educativa en los distintos campos en los que ésta se realiza. A la fecha se han realizado dos recopilaciones de estas características, en particular en el campo de "Enseñanza en Ciencias Naturales", la primera de 1980-1990 (León *et al.*, 1995) y la segunda de 1992-2002 (López, 2003). En ellos hay constancia de cómo la preocupación por conocer lo que ocurre en los salones de clases cuando se enseñan las ciencias naturales ha existido desde

mediados de los años ochenta. En los estados de conocimiento del campo que nos ocupa para el periodo 1982-1992 (León *et al.*, 1995) se analizan dos tipos de estudios que, si bien tienen el objetivo de investigar lo que ocurre en los salones de clases al impartir esta ciencia, su intencionalidad es distinta.

Existen estudios que dirigen su atención hacia los fenómenos y procesos que se dan en el aula, centrando su preocupación en comprender las redes de relaciones y de significado construido socialmente, a partir de la perspectiva de los propios sujetos. Su intencionalidad está en comprender la realidad generando nuevos conocimientos sobre el problema en estudio. Dentro de este grupo se encuentra el programa de investigación sobre la construcción colectiva de conocimientos en el salón de clases, que se desarrolla en el DIE-Cinvestav y que ha tenido continuidad por más de una década (Candela, 1990; 1991a y b, 1993, 1995, 1996a, 1997a, b, c y d, 1998, 1999a y b, 2001a, 2002). Otros estudios en esta línea son: Avilés, *et al.*, 1987; Jara, 1989 y 1990; Montañez, 1989; Rockwell y Gálvez, 1982).

El segundo tipo de estudio comparte la preocupación por estudiar y comprender la realidad educativa, desde la perspectiva de los sujetos que participan en ella, pero tienen la intencionalidad de incidir en esta realidad para modificarla en cierta dirección. Se propone construir metodologías de enseñanza alternativas a partir del análisis y la modificación de la práctica docente (León y Venegas, 1987, 1989 y 1991). Otro tipo de proyectos en el ámbito de la investigación curricular son los que se realizan en el nivel superior (Garritz *et al.*, 1996, 1997).

En cuanto a los enfoques de la investigación, también aparecen las dos tendencias antes mencionadas: a) aquellas que conciben el currículo como "plan de estudios" usan metodologías cuantitativas basadas en datos estadísticos de encuestas y cuestionarios (es en esta tendencia donde se ubican casi todos los trabajos realizados a nivel medio superior y superior), y b) la que concibe al currículo como un proceso y que utiliza metodologías cualitativas para analizar la construcción del conocimiento de la ciencia en los procesos que ocurren en las aulas de educación básica (León, 2003: 388).

De lo señalado hasta aquí podríamos concluir que desde la década de los ochenta se detectó la necesidad de cambiar la concepción de currículo concebido como plan de estudios a currículo entendido como proceso, lo que llevó a la necesidad de cambiar las metodologías de investigación cuantitativas por las cualitativas con el fin de analizar los procesos de interacción.

En un estudio patrocinado por la William and Flora Hewlett Foundation sobre los retos y oportunidades de la educación en México (Santibáñez, Vernez y Razquin, 2005) se menciona que la investigación educativa en México, tradicionalmente con énfasis en la etnografía y quizá por la carencia de datos cuantitativos a gran escala, tiende a favorecer el enfoque cualitativo. Aunque la SEP recopila una importante suma de información sobre escuelas y estudiantes, rara vez la hace pública. Gran cantidad de datos de la SEP obtenibles por la red usualmente se refieren a inscripción y cobertura educativa, y a número de escuelas, profesores y alumnos en las mismas. Esto complica la tarea de los in-

investigadores educativos cuantitativos. Además, la mayoría de los más grandes e importantes centros de investigación educativa (con frecuencia localizados en la Ciudad de México) forman a su personal en sus propios programas de posgrado, por lo cual no es sorprendente que los investigadores, quienes han sido entrenados en métodos cualitativos y etnográficos, repliquen esto entre los futuros graduados.

Otra de las razones de esta situación es la insuficiente cantidad de especialistas en investigación educativa (sobre bases per cápita). México gradúa alrededor de 1.4 doctores en el campo de la educación por cada millón de habitantes, comparado con 22 en Estados Unidos. Adicionalmente, pocos programas de graduados en educación en México son considerados de elevada calidad. La problemática incluye el entrenamiento de los docentes y la carencia de investigación y de evaluación que brinde información sobre el aprovechamiento escolar. La investigación y la evaluación educativas en México son escasas. El Sistema Educativo Nacional carece de transparencia y no posee la tradición de objetividad en sus evaluaciones.

2.2 Nivel primaria

2.2.1. Prácticas educativas en el salón de clase

La sección sobre primarias completas está basada en proyectos de seguimiento de varias reformas, en trabajo de formación y de investigación con docentes y en investigaciones etnográficas sobre las prácticas educativas, en especial, en clases de ciencias naturales en las aulas de las escuelas primarias públicas mexicanas en diferentes contextos sociales y regionales (urbanas, rurales, semiurbanas, cursos comunitarios, escuelas multigrado) que desde 1980 a la fecha se han hecho en el DIE-Cinvestav, y algunos de cuyos referentes bibliográficos se incluyen al final de este documento.

Los métodos cualitativos o interpretativos de investigación educativa (Erickson, 1989) han adquirido mayor presencia a partir de los primeros años de 1960 y como una reacción a los enfoques positivistas de investigación educativa que privilegian los métodos cuantitativos y experimentales, basados en datos estadísticos generalmente obtenidos a partir de cuestionarios con categorías predeterminadas por los investigadores, normalmente derivadas de orientaciones prescriptivas sobre lo que se pretende que se realice en el aula.

Si bien los datos estadísticos pueden aportar información sobre las prácticas educativas, también se han planteado sus limitaciones en cuanto a su pretendida objetividad, pues la información que aportan tiene que ser interpretada en función de quién pregunta, cómo se pregunta, qué se pregunta, qué supone el interrogado que espera su interrogador y cómo supone que puede ser utilizada la información que él aporte. En síntesis, la información obtenida siempre tiene que ser interpretada a la luz del contexto en el que se obtiene y la informa-

ción que un sujeto aporta siempre depende del contexto social en el que se le demanda. Los métodos cualitativos pretenden desentrañar el significado de la acción para los actores del proceso educativo en el contexto natural en el que se producen, esto es, en el aula, y con categorías que se elaboran a partir de las prácticas y significados que realizan los propios actores en el proceso.

Sin embargo, puesto que los estudios interpretativos requieren de estancias prolongadas en el contexto local para poder interpretar la información desde la perspectiva de los actores, no es posible realizarlos en muestras grandes. Su validez no se sostiene en el número de datos, sino en la representatividad de los procesos descritos por la vía de su comprensión profunda a través de estudios de caso. Como plantea Erickson (1989: 224): “para lograr el descubrimiento válido de propiedades universales, es necesario mantenerse muy cerca de los casos concretos”. En este trabajo se asume que, como lo plantean Tobin y Fraser (2003), las diferentes metodologías de investigación aportan datos de distintas escalas, generalmente complementarios, que se deben articular a la luz de la consistencia teórica de cada uno de los estudios. El enfoque utilizado depende en gran medida de lo que se pretende investigar. En el caso de las prácticas educativas en las aulas escolares, ellos recomiendan utilizar enfoques provenientes de las ciencias sociales que iluminan los contextos de aprendizaje de nuevas formas, recuperando su complejidad.

Adicionalmente a esta recomendación, en México carecemos de investigaciones cuantitativas de largo alcance, mientras que tenemos una ya larga tradición de investigaciones cualitativas etnográficas a las que antes se hizo referencia, por lo que esta sección se basará fundamentalmente en estos trabajos, aunque también incluimos algunos datos estadísticos que si bien son obtenidos de una muestra local y poco representativa, permiten complementar y, en este caso, reforzar lo que aporta la investigación etnográfica.

2.2.1.1 Primarias completas

Cambios curriculares y su incorporación en la práctica docente

En los diversos medios estudiados se encuentra que existe un esfuerzo importante de los maestros por incorporar las diversas propuestas de cambio de su quehacer incluidas en las reformas curriculares. Pero también se encuentra que la práctica docente es una articulación de saberes obtenidos de propuestas de diversas reformas y tradiciones educativas, que son seleccionadas e incorporadas al trabajo escolar según tendencias individuales y resultados de la experiencia y condiciones de trabajo (Espinosa, 2007). Varios de esos saberes forman parte de la herencia magisterial construida a través de generaciones, que han sido asimilados, probados, enriquecidos y renovados en la práctica docente (Mercado, 2002; Rockwell y Mercado, 1986).

La apropiación de las orientaciones didácticas de una reforma pasa por un proceso que se inicia con una fuerte confusión en los primeros años, de lo que se llamaría el periodo de implantación, y donde son pocos los elementos

nuevos que se van incorporando a la práctica. En los maestros con menos experiencia se presenta un fenómeno de falta de coherencia en el trabajo de enseñanza de ciencias naturales en el aula, al incorporar con poca seguridad partes de las nuevas propuestas. En los docentes con experiencia, la apropiación de algunas de las orientaciones didácticas se da en un proceso más prolongado, dependiendo del convencimiento que tengan sobre su pertinencia, y de la efectividad que le encuentran en la práctica, a lo cual ayuda si están formados con las orientaciones de dicha reforma (Espinosa, 2007). Sin embargo, la distancia entre la propuesta y la práctica en el aula también depende en gran medida de que el proyecto de cambio se asuma colectivamente, y de los apoyos que se reciban sean adecuados a las condiciones locales. Por estas razones, no puede esperarse que cambios curriculares frecuentes produzcan mejores resultados educativos. Las reformas prosperan en la medida en que se articulan con los saberes docentes.

Estrategias de construcción social de los contenidos científicos en el aula

La estrategia más común para abordar los contenidos de ciencias naturales en las aulas consiste en la lectura de fragmento en fragmento de cada lección del libro de texto a nivel grupal, seguida por una interpretación oral en el grupo, tanto del texto escrito como de las imágenes del libro (Rockwell, 1991; Candela, 2001; Naranjo, 2005). Esto es consistente con los resultados que se obtuvieron en una encuesta a 98 docentes de 80 escuelas de cinco ciudades de los estados de Veracruz y San Luís Potosí en 2008, que aunque no se puede considerar representativa por la ubicación local y el tamaño reducido de la muestra, da indicios de cómo "leer el libro en clase", "subrayar las ideas principales y comentarlas", "explicar el tema" y "realizar algunos ejercicios y hacer preguntas", que representan 42% de las prácticas que se reportan en esos casos.

En la interpretación del texto casi siempre se incluyen ejemplos de la experiencia extraescolar de los alumnos o de contenidos escolares abordados en otro momento, en lo que podría llamarse una contextualización del contenido abstracto del texto. En algunos casos, los docentes complementan la ejemplificación con actividades como la lectura de un poema alusivo o el relato de una experiencia personal relacionada. Durante esta resignificación del contenido para acercarla a los niños, es frecuente que los alumnos pregunten aspectos no comprendidos o que pongan ejemplos que refuerzan o, en algunos casos, contradicen las ideas que se están abordando y que provocan algunas discusiones en el grupo. Es común encontrar que en ese esfuerzo por ejemplificar el contenido del texto se utilicen los objetos físicos existentes en el aula o en los alrededores de ella. Así, se enseña a leer a los alumnos y también a observar e interpretar las imágenes, sobre todo aquellas que son importantes según el maestro, analizando cada detalle de las mismas y lo que significan. En algunos casos este proceso de interpretación de los textos no se da en grupo, sino que es precedido por una lectura individual de los niños, subrayando lo que ellos consideran fundamental del texto para luego pasar a un análisis colectivo.

En las clases de ciencias naturales se mantienen actividades tradicionales como los dictados, la copia, el subrayado de los libros de texto y los cuestionarios. Sin embargo, a lo largo de las tres últimas décadas cada vez es más frecuente la incorporación de actividades experimentales en el trabajo de esta asignatura, muchas veces demandadas por los mismos niños. Sin pretender ninguna representatividad, podemos decir que en una zona urbana marginal durante 1985 se realizaron 36 actividades experimentales en 23 clases observadas y en 2003 un maestro también de una escuela urbana, en cinco clases de ciencias naturales, realizó 20 actividades experimentales de las cuales, por cierto, sólo cuatro son sugeridas por el libro de texto. Con ellas aclara, precisa, ejemplifica, ilustra, comprueba, integra y generaliza el contenido. Las preguntas, descripciones y explicaciones orales de los docentes que acompañan la realización de las actividades son indicativas de un saber acerca de cómo sacar provecho de ellas y cómo llenarlas de un significado más cercano al de la ciencia. La improvisación no sólo aparece como una necesidad, sino también como una fuente de enriquecimiento y transformación de la práctica y de los saberes docentes (Naranjo y Candela, 2006). Esto también se verifica en los datos de la encuesta mencionada a 98 docentes, en donde se reporta que “pedir a los alumnos que trabajen en equipos y expongan” y “realizar experimentos y comentar los resultados” se realiza en 30% de los casos; 88% de los encuestados dicen que hacen experimentos siempre o algunas veces; 98% dicen realizar las actividades del libro siempre o algunas veces y 73.5% realizan además otras actividades siempre o algunas veces. Aunque estas actividades fueran esporádicas porque requieren de tiempos mayores a los de otras prácticas, en estudios cognitivos (Bruner, 1986) se ha planteado que una actividad esporádica, como un experimento, puede despertar más interés y ser más significativa conceptualmente para los alumnos que algo que se realiza continuamente, como puede ser la lectura del texto o la copia.

Los experimentos o actividades que se sugieren en los libros se hacen sobre todo al inicio del año escolar, ya que al final frecuentemente el tiempo no lo permite. A menudo, en los temas iniciales los docentes realizan otras actividades prácticas complementarias para aclarar conceptos a los alumnos (Naranjo, 2005). El aumento de contenidos de los programas y libros de texto no propicia actividades como las experimentales ante dicha premura. Las actividades generalmente se realizan en equipo, pero en algunos casos las hacen los maestros frente al grupo. Las actividades experimentales son las que suscitan más intervenciones y preguntas de los alumnos, sobre todo frente a las demandas docentes de que describan lo que ven y que expliquen por qué ocurre. Resulta interesante que en la encuesta con docentes mencionada, se reporta que en casi 8% de los casos, los docentes “piden que los alumnos investiguen el tema en casa y lo expongan en clase”, y 6% dicen “propiciar que los alumnos preparen la clase y organicen debates”. En esos procesos de interacción entre pares, bajo la orientación docente, buscando las causas de los fenómenos observados, se incorporan los errores como parte del proceso de construc-

ción, se externalan y debaten distintas versiones de “lo que se ve” (Candela, 2002), las cuales resultan muy productivas en el proceso de construcción del conocimiento, por lo que las concepciones iniciales de los niños generalmente evolucionan hacia explicaciones más complejas y cercanas a las de la ciencia a través de la discusión (Candela, 1997a). Al final del tema casi siempre hay una tendencia a sacar conclusiones a través de una generalización que pasa por la transferencia del fenómeno a otras situaciones. También es frecuente que las ideas fundamentales de cada lección, así analizada, se escriban en el cuaderno a través de dictados o copia del pizarrón y que luego se concreten en cuestionarios de tarea o para la prueba, lo cual no siempre implica que no se ha comprendido en contenido.

Interacción maestro-alumnos

La interacción discursiva de maestro-alumnos-contenidos en las clases de ciencias naturales representa lo que se ha conocido desde los años sesenta como el currículo real, que se construye a través de la estructura social de participación de docentes y alumnos.

En cuanto a la estructura social de participación en las clases de ciencias naturales, se puede decir que el docente conserva el papel central en la conducción y comunicación del conocimiento científico, pero en el curso de las últimas tres décadas se nota un cambio significativo, al centrar cada vez más el trabajo escolar en el proceso de construcción de los alumnos. Se ha documentado ampliamente la complejidad y riqueza de este proceso, que pone la participación de los alumnos y su comprensión del contenido curricular en el centro del interés de los maestros (Candela, 1997a, 1999a y b; Mercado, 2002; Naranjo y Candela, 2006). Los docentes construyen lo que se ha llamado un “expediente cotidiano de sus alumnos” (Luna, 1994), mismo que utilizan para ofrecerles apoyos diferenciados y propiciar un avance homogéneo en el grupo (Naranjo, 2005).

En las clases de ciencias naturales la preocupación de los docentes porque los alumnos comprendan el contenido se muestra promoviendo procesos que enseñan a pensar realizando actividades experimentales, tanto las propuestas en los libros de texto como otras adicionales (Naranjo y Candela, 2006), retomando las concepciones de los alumnos, aceptando versiones alternativas, buscando coherencia entre las explicaciones generadas en contextos cotidianos y escolares, devolviendo preguntas, pidiendo argumentos, aceptando cuestionamientos y buscando consensos, en lugar de imponer su punto de vista (Candela, 1995, 1999a y b). En todo caso, su flexibilidad y permisividad para que los alumnos participen en la construcción del conocimiento depende en gran medida de su conocimiento sobre el tema abordado, de su experiencia docente y de la cantidad de contenidos a estudiar.

Las prácticas reflexivas ocurren ocasionalmente en las aulas, pero tienen un efecto importante sobre la interacción al dar confianza a los niños para que participen, asumiendo su capacidad de razonar y argumentar para defender

sus opiniones (Candela, 1996, 1999a y b, 2006). Así, y aunque la lectura del libro de texto y las explicaciones de los maestros ocupan gran parte del tiempo, frecuentemente se abren posibilidades de que los alumnos participen respondiendo a preguntas de los maestros, preguntando ellos mismos y participando en actividades prácticas.

Las interacciones más frecuentes son las preguntas y respuestas. Analizándolas en su contexto, se encuentra que muchas de las preguntas docentes son cerradas en cuanto a que demandan una respuesta única, pero que las respuestas de los alumnos pueden orientarse en direcciones muy distintas de las demandadas. Además, los maestros también preguntan sobre lo que creen o piensan los alumnos acerca de los fenómenos naturales, sobre su experiencia extraescolar (Candela, 2006), sobre el “porqué” de lo que piensan y solicitan que argumenten sus ideas (Candela, 1996). De esta manera se propicia que los niños expongan y defiendan sus puntos de vista, pero ellos también se apropian de las estrategias docentes y demandan justificaciones cuando no están de acuerdo con sus pares o con el docente, generando contextos argumentativos en los que no se acepta cualquier versión del conocimiento (Candela, 1999a y b). Así, es común en clases de ciencias naturales encontrar que los alumnos hacen preguntas espontáneas que tienen el efecto de cambiar la dinámica de la clase como la había planeado el maestro.

Se puede decir que la participación de los alumnos es mayor cuando tienen experiencia extraescolar sobre el tema, cuando encuentran contradicciones entre lo que se dice en el aula y lo que ellos piensan, y cuando se realizan actividades experimentales que representan referentes alternativos a la palabra del docente o a la del libro de texto (Candela, 1997, 1999a y b). Algunas otras participaciones espontáneas de los alumnos responden a la responsabilidad que los docentes les comparten sobre el trabajo del aula (Mercado, 2002).

Así, la ciencia en el aula, más que una acumulación de verdades, es un proceso de construcción de explicaciones, no siempre correctas, sobre los fenómenos naturales, que son debatidas y negociadas entre los docentes y los alumnos, aportando un nuevo significado del contenido que se presenta en los libros de texto. En estas clases de ciencias naturales se aprende más a razonar y buscar formas de validar lo que se piensa que a memorizar las concepciones correctas desde la perspectiva científica.

Las escuelas multigrado

De una evaluación de las primarias multigrado, basada en observaciones etnográficas en varios estados elaborada en el DIE para el Conafe (Fuenlabrada y Weiss, 2006), y de un estudio elaborado por la SEP (SEP, 2006), en el que también se analizaron los cuadernos de los alumnos de 3° a 6° en escuelas multigrado de diferentes entidades, se encuentra que en los contenidos de ciencias naturales:

- Hay una tendencia a trabajar con grados aislados (en 55% de los casos estudiados), lo que fragmenta el trabajo en el área, aunque algunos

docentes hacen un excelente trabajo de coordinación entre alumnos de diferentes grados.

- En entrevistas, los profesores plantean dificultades para organizar el trabajo diferenciado para los distintos grados, con todos los contenidos que tienen que enseñar.
- El trabajo se basa en los libros de texto, pero se propician actividades rutinarias como copias del texto o los dibujos, resúmenes y cuestionarios, porque existen muchos tiempos sin atención del docente. En muchas clases observadas también se realizan juegos y actividades con objetos físicos que se reflejan en algunos registros de los cuadernos.
- Además de los libros de texto gratuito, en el aula hay materiales del Conafe y otros elaborados por docentes y alumnos.
- La forma dominante de trabajo es pregunta/respuesta (70% de los casos, aproximadamente) con preguntas que frecuentemente aluden a la experiencia de los alumnos. En algunos casos los niños proponen actividades, cuestionan, sugieren mejoras o debaten sobre las orientaciones o respuestas del maestro.
- Los docentes colocan a todos los niños ante situaciones que requieren de cierto nivel de indagación, reflexión y análisis que provocan el razonamiento de los niños mayores, pero que representan dificultades para que las comprendan los menores.
- Se propicia poco el trabajo entre los niños y aparecen muchos tiempos muertos en los que no realizan ninguna actividad.
- Los docentes desarrollan actividades y explicaciones para favorecer la comprensión de los niños, pero tienen dificultades para organizarlas y para adecuar los contenidos en los distintos grados escolares.

Cursos comunitarios del Conafe

La propuesta de Dialogar y Descubrir (D y D) ha producido resultados muy positivos, como lo muestran los resultados de las pruebas del INEE en 2006 al 3^{er} grado. Una alumna de Oaxaca que provenía de cursos comunitarios, obtuvo el premio nacional por el mejor desempeño en 2006. Con base en el trabajo de Fuenlabrada y Weiss (2006) se encuentra que:

- Las condiciones de trabajo docente son muy semejantes a las de las escuelas multigrado, en cuanto a trabajo de uno o dos docentes para los seis grados, uno de los cuales cumple a su vez con las funciones de gestión escolar como director, en comunidades muy apartadas y de nivel socio-económico bajo con pocos recursos de apoyo. Hay mejor organización del trabajo de todos los alumnos y menos tiempos muertos al trabajar por niveles en el mismo tema, además de tener que cubrir menos contenidos que con los libros de texto gratuitos y en un tiempo más realista.
- La existencia de materiales para los alumnos, como son las fichas, los Cuadernos de trabajo de Ciencias Naturales para nivel III y el Libro de Juegos, permite que los alumnos trabajen solos, pero en actividades más formativas.

- Los libros de texto también se usan continuamente, pero de maneras más variadas para buscar información complementaria y para hacer experimentos, dibujos y actividades complementarias que se integran a través de D y D al trabajo del tema.
- Los instructores tienen menos experiencia y conocimientos que los maestros para aclarar dudas sobre el contenido y en ocasiones parece que están aprendiendo junto con ellos. Esto no siempre es una desventaja, pues imprime un interés y apoyo colectivo auténtico en la comprensión de los temas.
- Existe un trabajo formativo propiciado por el intercambio de experiencias y conocimientos entre los alumnos de los distintos niveles al trabajar sobre el mismo tema simultáneamente, como lo orienta D y D.
- El conocimiento sobre ciencias naturales queda abierto a concepciones locales y a diversidad de explicaciones, resultando en un trabajo más constructivista.

Sin embargo, en los últimos años cada vez es más frecuente encontrar que (Mercado y Taboada, 2005):

- Hay carencia de los materiales de la propuesta D y D. Hay un exceso de otros materiales, sin una propuesta organizativa que permita integrarlos coherentemente.
- Hay confusiones producidas por otras propuestas (material sobre competencias) donde se desdibujan los contenidos disciplinares.
- Existen limitaciones de la capacitación en cuanto a trabajo en las áreas básicas.

Este esfuerzo es uno de los desarrollos curriculares más exitosos, como lo muestran las pruebas del INEE-Excale 2006, en las que los alumnos de estos cursos obtuvieron mejores calificaciones que los del resto de las primarias nacionales en todas las áreas. Es un ejemplo notable de cómo partir de la investigación sobre las prácticas docentes cotidianas y acercar la propuesta al conocimiento de los instructores y a las condiciones reales de trabajo escolar como una estrategia viable y altamente redituable. Es de fundamental importancia recuperar los esfuerzos de desarrollo curricular que más éxito han tenido en nuestra realidad educativa.

Investigaciones sobre la práctica educativa en México

López (2003), elabora una síntesis de los trabajos realizados alrededor de prácticas educativas. Los trabajos analizados se agrupan en tres rubros: 1) estudios sobre estrategias didácticas; 2) estudios sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje en condiciones naturales de clase, y 3) estudios sobre las concepciones de los profesores que impactan en la práctica docente. Dentro de los estudios sobre estrategias didácticas se describe el trabajo de Maciel y Tacamachaltzi (1997) para proponer una estrategia constructivista en la enseñanza

primaria de ciencias para ciegos, el de García y Calixto (1999) para la enseñanza de un tema de ciencias en primaria y el de López (1997) estudia cómo concebir y desarrollar las habilidades y procesos científicos en los alumnos a partir de diferentes desarrollos curriculares del mundo. En cuanto a la enseñanza y el aprendizaje como procesos cotidianos, se reseñan los trabajos etnográficos de Candela (1991, 1994, 1995, 1997 y 2001), arriba expuestos, sobre el discurso de la ciencia en el aula para comprender la construcción social del conocimiento de la ciencia escolar centrado en la participación de los alumnos.

El autor concluye la revisión planteando el carácter todavía incipiente de la investigación en este campo y la concentración de los mismos en unos cuantos rubros y personas, con la necesidad de que prácticamente todos se complementen con nuevos aspectos del aprendizaje y de los contextos en los que se manifiesta el conocimiento para tener una mejor comprensión de la enseñanza y aprendizaje de ciencias en nuestras escuelas; conclusión que retomamos y compartimos en este reporte.

2.2.2. Formación inicial de docentes de primaria en ciencias naturales

Como ya se planteó anteriormente, la reforma de 1993 modificó los planes y programas de estudio de primaria y secundaria, por lo que se renovaron los libros de texto gratuitos y se elaboraron los libros para el maestro y distintos materiales de apoyo para los docentes. Sin embargo, la educación normal siguió con los planes de 1984. En 1996 se inició una discusión amplia del Programa para la Transformación y Fortalecimiento Académicos de la Educación Normal en todo el país. Como parte de este programa se renovaron los currículos de las licenciaturas de este nivel educativo.

La licenciatura en educación primaria de 1997 se diseñó para formar a los docentes de acuerdo con las necesidades de la práctica cotidiana en las aulas, al enfoque didáctico y a la demanda de manejo conceptual que planteaba la reforma de 1993. Para ello se elaboraron los programas de las asignaturas de ciencias naturales y su enseñanza I y II, que empezaron a operar en 1998 y 1999, respectivamente, con lo cual se articularon los contenidos de la educación normal con los de la reforma de 1993. Dentro de las innovaciones más importantes que se introdujeron en esta reforma a la educación normal, destaca la de instaurar prácticas en las escuelas de educación básica durante el último año de estudios. Sin embargo, aún queda pendiente realizar un balance a 10 años de su puesta en práctica para responder aspectos fundamentales como: ¿qué procesos de encuentro, de desencuentro, de aprendizaje y de negociación han ocurrido entre los estudiantes, los asesores de las normales y los tutores durante las prácticas en las escuelas básicas, tomando en cuenta que éstas y las instituciones de formación inicial tienen culturas escolares distintas y enfrentan tareas y exigencias propias?

Una necesidad que se ha detectado es que las escuelas de formación inicial de maestros actualicen sus programas y elaboren nuevos materiales para

preparar a los docentes frente a los cambios que han introducido las políticas educativas posteriores a la reforma. Por ejemplo, es importante capacitar a los maestros en el uso formativo de las TICs y también brindarles conocimientos que les permitan interpretar los resultados de las evaluaciones estandarizadas, aprovecharlos y complementarlos con evaluaciones alternativas que aporten otras informaciones necesarias para comprender el proceso de enseñanza-aprendizaje, y también para tratar de que eviten los efectos negativos del uso intensivo de estas pruebas estandarizadas.

En cuanto a la calidad de la formación inicial de los docentes en la Universidad Pedagógica Nacional y en las normales, es importante comentar que los prolongados, continuos e intensivos procesos de autoevaluación, diagnóstico y planeación en los que tienen que involucrarse los formadores de maestros y demás personal técnico de las normales y UPN de todo el país, van en detrimento de sus principales tareas académicas y docentes y, por tanto, repercuten en la atención y calidad de la enseñanza que imparten a los maestros en formación.

Por último, es relevante revisar la calidad y pertinencia de las actuales ofertas en vista de la política de fortalecer la profesionalización de los docentes de las normales (Mercado, 2000).

2.2.3 Programas de actualización docente

A partir de 1995 se ofrecieron los Cursos Nacionales de Actualización (CNA) como uno de los elementos principales del Programa Nacional de Actualización para Profesores en Servicio (Pronap). Estos cursos, junto con otros que ofrece la SEP (Talleres Generales de Actualización, Cursos Generales y Talleres breves), más los que ofrecían las entidades federativas para capacitar a los docentes en servicio y mejorar su práctica apoyándolos frente a las demandas de la reforma educativa de 1993, más un Examen Nacional de Acreditación (ENA) de cada curso, fueron los componentes principales del Pronap. Este programa se acompañó de la creación de Centros de Maestros en toda la República, con un acervo amplio y actualizado, además de la edición de colecciones especiales dirigidas a los profesores: la Biblioteca del Normalista (BN) y la Biblioteca para la Actualización del Maestro (BAM).

Los CNA fueron diseñados para el autoestudio, aunque se recomendaba formar grupos de estudio y realizarlos en los Centros de Maestros, con apoyo de asesores capacitados en talleres nacionales de 40 horas. Los CNA estaban planeados para aproximadamente 90 horas de estudio, y al maestro que se inscribía a alguno de ellos se le otorgaba, de manera gratuita: guía de estudio, antología y material audiovisual, si el curso lo contenía. Todos los cursos estaban orientados principalmente a la didáctica de alguna de las asignaturas de los currículos de primaria y secundaria. De hecho, todos tenían el título de La enseñanza de... en la escuela primaria o secundaria.

Actualmente existe una modalidad de formación académica permanente para los maestros que tienen base y están afiliados al SNTE, denominada Carrera

Magisterial. A través de este sistema de promoción, se retribuye el esfuerzo individual de los docentes en su propia actualización y capacitación, al otorgárseles estímulos económicos adicionales por la vía del escalafón. Estos puntos escalafonarios se otorgan por la asistencia a cursos de actualización, por la realización de cursos como diplomados, especialidades, maestrías y doctorados, por la realización de actividades extracurriculares de apoyo a la educación, y por los resultados de sus alumnos en las pruebas estandarizadas, entre otros. Sin embargo, estos estímulos están condicionados a la realización de este tipo de actividades y pueden ser retirados en caso de no haberse realizado en un cierto periodo.

2.2.4. Estatus contractual del docente

Según datos del Sistema de Información de Estadística de la Educación Básica 2008 (SEP, 2008), la enseñanza en el nivel primaria es impartida por 463 027 docentes (57% en Carrera Magisterial), con la formación que se señala en las siguientes tablas:

Formación de los docentes a nivel primaria

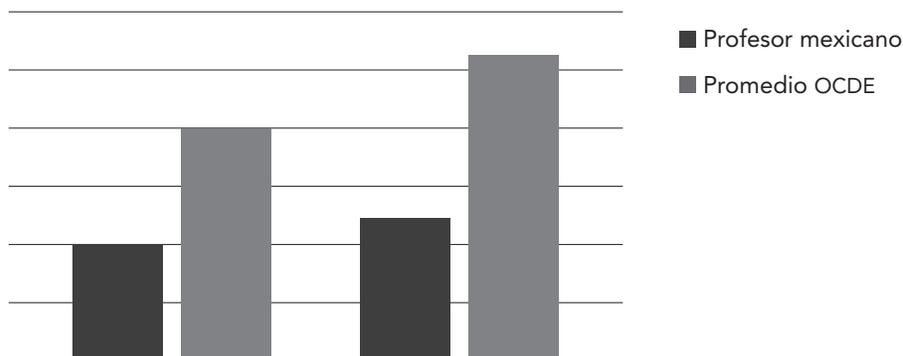
 **Figura 1. Estatus de los docentes**

	Primaria		Secundaria		Profesional técnico	Bachillerato	
	Incompleta	Terminada	Incompleta	Terminada		Incompleto	Terminado
Hombres	4	27	2	140	47	44	646
Mujeres	8	62	15	280	95	69	943
Total	12	89	17	420	142	113	1 589
	0.003%	0.019%	0.004%	0.091%	0.031%	0.024%	0.343%

Normal							
	Preescolar incompleta	Preescolar terminada	Primaria incompleta	Primaria terminada	Superior incompleta	Superior pasante	Superior titulado
Hombres	53	1 057	1 139	50 909	2 163	6 983	13 645
Mujeres	150	2 982	2 239	114 103	3 344	10 517	20 530
Total	203	4 039	3 378	165 012	5 507	17 500	34 175
	0.044%	0.872%	0.730%	35.638%	1.189%	3.779%	7.381%

	Licenciatura			Maestría		Doctorado	
	Incompleta	Pasante	Titulado	Incompleta	Graduado	Incompleto	Doctorado graduado
Hombres	2 758	11 163	48 750	3 071	3 333	130	62
Mujeres	4 843	20 760	93 743	4 760	5 139	170	65
Total	7 601	31 923	142 493	7 831	8 472	300	127
	1.642%	6.894%	30.774%	1.691%	1.830%	0.065%	0.027%

Figura 2. Salarios de los docentes



Atienden a 13 401 193 alumnos inscritos en 90 638 escuelas públicas. En promedio cada uno atiende a 29 alumnos. El 66.5% de los docentes son mujeres, inferior a los promedios de la OCDE, y según repetidas notas periodísticas, se menciona que entre 8 y 9% de los docentes están comisionados en el Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación (SNTE).

Actualmente no existe un padrón nacional sobre las condiciones laborales de los maestros de primaria. Los docentes promedian 25 horas/semana en su contrato; en contraste, en los demás países de la OCDE las horas contratadas son más de 30, aunque en varios casos (Austria, República Checa, Alemania, Hungría, Islandia, Corea, Noruega y Suecia) tienen más de 40 horas a la semana (Observatorio Ciudadano de la Educación, 2002).

Los docentes que se titularon hasta 1984 —última generación que tuvo asegurada su plaza automática— se encuentran en ventaja frente a los que egresaron después, algunos de los cuales, aún tras dos décadas, laboran con interinatos por tiempo indefinido, obligándose incluso a cambiar con frecuencia de escuela. Desde 2004 la SEP y el SNTE (el sindicato magisterial que agrupa a alrededor de millón y medio de docentes) pusieron en marcha un programa de basificación, pero aún hoy en día es insuficiente y se ha prestado al uso político de las plazas, dando lugar a serios conflictos sociales en el nivel nacional.

Por último, de acuerdo con el estudio realizado para la Organización Internacional Laboral y la UNESCO (Siniscalco, 2002), el maestro mexicano de educación básica percibe alrededor de la mitad de los ingresos que corresponden al promedio de la OCDE. En México, el profesor de primaria de nuevo ingreso recibe 10 465 dólares anuales, mientras que la media salarial de la OCDE es de 20 358. Los profesores con 15 años de antigüedad perciben un promedio anual de 13 294 dólares, contra 27 525 de la OCDE. En contraste, los salarios de los maestros mexicanos tienden a ser superiores a los que prevalecen en el resto de los países latinoamericanos y en países de igual o menor grado de desarrollo económico que el nuestro. Por otro lado, de acuerdo con lo que reportan Hopkins *et al.* (2007), las razones de los salarios de los maestros después de 15 años de

servicio, con respecto al PIB per cápita, son 1.58 y 2.01 para los maestros de primaria y de secundaria, respectivamente, lo cual contrasta con los promedios de 1.28 y 1.30 de los países de la OCDE.

2.3 Nivel secundaria

2.3.1 Prácticas educativas en el salón de clase

Secundaria general y técnica

Entre los maestros de secundaria existe una gran diversidad que corresponde, entre otras cosas, a la existencia de cuatro grandes bloques: los maestros de asignaturas académicas, los de actividades tecnológicas, los de apoyo educativo y los directivos. Usualmente los maestros de materias académicas (que constituyen siempre la mayoría del personal) se separan por especialidad y, dentro de ésta, por su formación profesional de origen. Los maestros, en general, sólo tienen tiempo para dar sus clases. Refugiándose en su salón, cada profesor encuentra la manera de resolver su trabajo de manera individual, con sus propios recursos y criterios (Sandoval, 2001).

La aplicación de nuevos enfoques y formas de trabajo, propuesta en los programas de estudio que buscan una mayor participación de los alumnos en la construcción del conocimiento, se ve obstaculizada por la gran cantidad de alumnos que cada docente debe atender. Además, la organización del trabajo escolar, que considera clases de 50 minutos, implica para los docentes la realización de múltiples actividades en ese tiempo (pasar lista, calificar tareas, impartir el tema, etc.). En tales condiciones, los maestros no pueden conocer a todos los alumnos y, a lo sumo, identifican a los extremos (los buenos y los malos). Por otro lado, adaptan los programas al tiempo con que cuentan y seleccionan los temas que consideran más importantes (Sandoval, 2000).

En los maestros subyace la idea de que los discursos (hablados o escritos) son suficientes para educar o transmitir habilidades, hábitos, actitudes, valores y conocimientos; su quehacer verbalista y autoritario promueve la memorización del conocimiento enciclopédico y que los contenidos educativos no lleguen a ser significativos para los estudiantes (Vázquez, 2004). Usualmente el docente se enfrenta a dificultades para desarrollar actividades de aprendizaje fuera del salón de clases o de la escuela.

Aunque una de las supuestas pretensiones de la educación escolar es formar a los estudiantes para el pensamiento científico, lo que sucede es que en el aula se induce a los estudiantes a creer en la palabra, pues difícilmente existen las condiciones para que contrasten lo dicho por el profesor o por el libro con la realidad.

Lo que el maestro evalúa habitualmente son discursos memorizados, poco o nada comprendidos por los educandos (a veces ni por los profesores). Se evalúa la repetición de definiciones y fórmulas, y no el conocimiento propiamente ni la comprensión. Los alumnos deben repetir las "verdades dictadas por los do-

centes o por los libros sin importar si éstas han sido comprendidas o no, a riesgo de ser reprobados en el curso” (Vázquez, 2004). En el aula se considera que más información es igual a más conocimiento, por lo que se ofrece información enciclopédica sobre muchos temas, pero no se permite que los estudiantes verdaderamente construyan conocimientos, no sólo por la cantidad de información fragmentada y desarticulada que se ofrece, sino porque no se facilita la reflexión por parte del alumno ni se apela jamás a su experiencia cotidiana, ni se promueven las habilidades para la investigación (SEP, 2002a: 19-21).

Por diversos motivos, uno de los cuales es la presión que ejercen los inspectores de la Secretaría de Educación Pública a los maestros, lo que más les interesa es “cumplir con el programa establecido”, aunque no se profundice en los temas.

Debido a que lo establecen los programas de las asignaturas, los maestros intentan explicar a sus alumnos gran cantidad de temas y conceptos, cuya comprensión implica niveles de abstracción muy elevados, con gran complejidad conceptual, por lo que su contenido no es significativo y lo olvidan una vez presentado el examen o aprobado el curso correspondiente. Los maestros “explican” objetos, fenómenos y procesos, transitando los niveles macroscópico, microscópico y simbólico, y creyendo que los alumnos “los siguen”.

Los libros de texto continúan siendo, para numerosos maestros, el “hilo conductor” del desarrollo de las actividades de sus alumnos en las aulas, lo siguen paso a paso: lo subrayan, lo leen en voz alta, en el laboratorio intentan realizar las actividades propuestas, incluso a veces los exámenes se basan en las preguntas presentes en ellos (Quiroz, 2000).

Por otra parte, en el trabajo de Flores *et al.* (2008), se estudia la relación que existe entre la formación y el medio con las concepciones sobre ciencia en los profesores de secundaria. En este estudio, realizado sobre 53 profesores seleccionados de entre una muestra total de 480 mentores de un estudio más amplio, se revisan sus concepciones de ciencia, los cambios que han tenido dichas concepciones en el tiempo y las posibles fuentes que los originaron, así como los factores que permitieron la transformación. El estudio concluye con un panorama poco alentador, en el sentido de que la formación ofrecida a los docentes no ha logrado aportarles los elementos para desarrollar una visión clara sobre la ciencia (necesaria en su enseñanza), pero tampoco se encuentran en su actividad académica docente ni están presentes en los cursos de formación y actualización. Ante esta falta de elementos, concluye el trabajo, no es de extrañar que la enseñanza de la ciencia sólo tenga como posibilidad el seguir atada a las prácticas tradicionales, por más que en los programas, enfoques y materiales que la SEP facilita se promovieran otras visiones.

Telesecundaria

La telesecundaria, si bien sigue el mismo currículo que las otras modalidades del nivel secundario, se distingue tanto por su metodología como por sus mate-

riales didácticos. En esta modalidad, un solo maestro imparte todas las asignaturas con la ayuda de libros elaborados *ad hoc* y programas de televisión.

La exploración de los procesos que ocurren al interior de las aulas de telesecundaria es escasa. Algunos de los más importantes estudios sobre el tema señalan como un problema de práctica docente la tendencia a repetir la información contenida en los programas de televisión y en los materiales impresos (Guía de Aprendizaje y Libro de Conceptos Básicos) (Torres y Tenti, 2000; Carvajal, 2006; Quiroz, 2003). De acuerdo con las investigaciones, si bien la intervención del maestro está estructurada en gran parte por la Guía de aprendizaje, éste toma decisiones acerca de lo que ocurre en el aula y, en este sentido, no es simplemente un administrador de los ejercicios o un mediador entre los materiales y los alumnos. Prefiere las actividades de llenado de las guías más que las dirigidas a la discusión o exposición de ideas; tiende a eliminar algunos ejercicios, decide las formas de organización, implanta criterios de calificación y selecciona contenidos. El problema central es que cuenta con pocos recursos para hacerlo: en las prácticas cotidianas se utilizan únicamente los materiales didácticos de la modalidad, el programa de televisión, la Guía de aprendizaje y el Libro de conceptos básicos, tres fuentes que fueron elaboradas de tal manera que plantean preguntas muy precisas y proveen respuestas igualmente acotadas. El horario fijo de transmisión de los programas de televisión (cada 50 minutos) ha contribuido a la falta de flexibilidad del modelo, al estricto apego a los materiales y a la limitada interacción entre estudiantes.

En 2004 se inició el replanteamiento del modelo pedagógico sobre la base de un diagnóstico de lo que estaba ocurriendo en las aulas (Kalman, Carvajal, y Rojano, 2004). A partir de la renovación de los materiales ya conocidos por los docentes (programas de TV y guías de aprendizaje), la presencia de un libro para el maestro, la diversificación de impresos, la incorporación de recursos informáticos y la elaboración de una estrategia de desarrollo profesional docente, así como la propuesta en elaboración y parcialmente implantada en aulas (primer y segundo grado) buscan transformar gradualmente cierto tipo de prácticas pedagógicas arraigadas entre los docentes (transmitir información, delimitar contenidos, supervisar ejercicios, calificar aprendizajes) para sustituirlas por formas más ricas de interacción en el aula que incorporen la discusión, la argumentación y el cuestionamiento de ideas. Sin embargo, los problemas de dotación de materiales didácticos, equipamiento y la ausencia de procesos sistemáticos de capacitación a los docentes auguran que difícilmente éstos podrán apropiarse del nuevo modelo y los nuevos materiales (INEE, 2007).

Las prácticas de enseñanza se vuelven más complejas en el caso de la situación de las telesecundarias unitarias y bidocentes, las cuales representan 9 y 12.5% del total de las escuelas (ciclo 2006-2007) (INEE, 2007). Ninguno de los modelos pedagógicos está diseñado para el trabajo docente responsable de atender simultáneamente a estudiantes de diversas edades, grados y en diferentes asignaturas, por lo que los profesores se ven obligados a desplegar soluciones intuitivas (Carvajal, 2006). La situación multigrado requiere de una revisión seria,

tanto por que se ha convertido en un problema creciente que no se resuelve con la asignación de más profesores (INEE, 2007), como porque requiere una formación específica para los docentes al igual que de materiales y apoyos apropiados a este sistema de enseñanza.

2.3.2 Formación inicial de docentes de secundaria en ciencias naturales

Secundaria general

Las asignaturas y actividades de aprendizaje del Plan de Estudios 1999 de la licenciatura de educación secundaria, que se imparte en las escuelas normales, abarcan ocho semestres, cada uno con una extensión estimada de 18 semanas. El mapa curricular considera tres áreas de actividades de formación que deben desarrollarse en estrecha interrelación: a) actividades principalmente escolarizadas (37 cursos), realizadas en la escuela normal; b) actividades de acercamiento a la práctica escolar, durante los primeros seis semestres y que combina el trabajo directo en los planteles escolares y su análisis en la escuela normal; c) práctica intensiva en condiciones reales de trabajo; durante los dos últimos semestres, los estudiantes son corresponsables de impartir la asignatura de su especialidad en dos o tres grupos de educación secundaria, asesorados por los profesores titulares de los grupos, y d) las asignaturas que corresponden al conocimiento de cada una de las disciplinas científicas (biología, física y química) representan 49% del tiempo previsto para la licenciatura.

Desde la SEP se elaboraron documentos generales para las especialidades de biología, física y química, 2000: Presentación, Mapa curricular, Propósitos, Temarios, Bibliografía y descripción de las asignaturas. Además, para las especialidades se elaboraron los siguientes programas de estudio:

- Para la especialidad de Física (2000): Introducción a la enseñanza de: Física (2º semestre); La ciencia de las interacciones entre materia y energía (3º semestre); Energía I. Cambio y conservación (3º semestre).
- Para la especialidad de Química (2000): Introducción a la enseñanza de: Química (2º semestre); La ciencia de las transformaciones de la materia (3º semestre); Materia I. Propiedades (3º semestre).
- Para la especialidad de Biología (2000): Introducción a la enseñanza de: Biología (2º semestre); La ciencia de la vida (3º semestre); Procesos vitales. Estructura y funciones de los seres vivos (3º semestre).

Los programas para los demás semestres se elaboraron en la Escuela Normal Superior con base en el documento general.

A partir de una Evaluación Cualitativa de los Programas de la Normal Superior (Quiroz et al., 2003), se puede decir que el mapa curricular para las asignaturas de Biología, Física y Química plantea un equilibrio muy cercano a las necesidades de la práctica docente entre los contenidos disciplinares, las

didácticas específicas y orientaciones prácticas para la experimentación que se propone realizar en el aula (como las formas de estimular el trabajo cooperativo), lo cual es un avance importante. También es un acierto que se incluyan criterios de evaluación de los cursos que toman en cuenta todas las actividades realizadas. Sin embargo, al analizar los contenidos de cada curso se encuentran algunos problemas, como la insuficiencia de actividades experimentales sugeridas, la falta de sugerencias para establecer puentes entre las disciplinas, falta de orientaciones sobre cómo tomar en cuenta las ideas previas de los alumnos y qué hacer con ellas, como todas las disciplinas recomiendan.

Con la consolidación de la reforma de la educación normal, entre 1993 y 1999 se logra articular por primera vez en el país los currículos de la educación primaria, secundaria, normal y normal superior, lo cual es muy importante que se mantenga. Sin embargo, es necesario profundizar en la formación pedagógica de los profesores de las escuelas normales para secundaria, que provienen de las carreras científicas de las universidades, así como de aquellos egresados de las normales cuando todavía no tenían el nivel de licenciatura o con planes anteriores a los currículos vigentes.

Telesecundaria

La documentación de las características de la planta docente que integra la modalidad de telesecundaria es reciente. Un acercamiento a los datos sobre la formación de estos profesores revela que, contrariamente a lo difundido, constituyen una planta con altos porcentajes de formación docente y de formación disciplinaria especializada. De acuerdo con datos del diagnóstico "Situación Actual de la Telesecundaria Mexicana. Tercera Etapa" (SEP, 2006), 44.55% de los participantes tiene formación universitaria, 38.85% cursó estudios de normal superior y 2.21% en normal básica. Entre aquellos docentes que reportan haber cursado estudios universitarios, 30.47% lo hizo en áreas agropecuarias de ingeniería o tecnológicas; 7.79% en ciencias naturales o exactas, mientras que 6.2% lo hizo en áreas relacionadas con ciencias de la salud. En cuanto a los egresados de la Normal Superior, 18% cursó el área de ciencias naturales y un 14.3% la especialidad en telesecundaria.

No obstante, un alto porcentaje de profesores en telesecundaria con formación docente acusan necesidades de formación pedagógica, tanto en lo concerniente a enfoques disciplinarios, metodologías y recursos didácticos, como a la necesidad de comprender y manejar los retos de la formación de adolescentes (ILCE, 2004a). Tal necesidad resulta lógica para cualquiera que se confronta cotidianamente en el aula con la tarea de la enseñanza. Por más formación o experiencia docente con la que se cuente, la realidad del aula de telesecundaria siempre impone el reto de las decisiones pedagógicas cotidianas, que exige la conducción concreta de la enseñanza en todas las asignaturas del currículo; de ahí la necesidad de revisar la oferta específica de formación para profesores de telesecundaria.

2.3.3 Programas de actualización docente

Secundaria general

Como se mencionó previamente, en 1994 se determinaron los criterios para el establecimiento del Programa Nacional de Actualización Permanente de Maestros de Educación Básica en Servicio, con el propósito de cumplir con la función normativa de la actualización y capacitación del magisterio por medio de los Cursos Nacionales de Actualización. Desde entonces, este programa busca ofrecer cursos que fortalezcan la comprensión de los enfoques y que plasmen el diseño de situaciones didácticas aplicables en el aula. Además se busca que los cursos de actualización promuevan aprendizajes en los campos disciplinarios, pedagógicos y de estrategias didácticas, y se apoyen en una guía de estudio autodirigido y un libro de lecturas.

La primera aplicación de los exámenes nacionales (ENA) fue en 1996 y la última en 2006. Los ENA fueron en total 11 —ya que en uno de los años hubo dos aplicaciones—. Inicialmente se ofrecieron los cursos de Matemáticas para primaria y los de Matemáticas, Español, Química y Biología para secundaria. Posteriormente se sumaron los de Física y Educación ambiental para secundaria y de Ciencias naturales para primaria. Resalta que de los ocho cursos ofrecidos, cinco hayan sido de ciencias naturales. Esto se debe a que la oferta de cursos de actualización en los estados casi nunca incluía cursos de esta ciencia, por lo que el Pronap trató de subsanar tal carencia.

A 14 años de iniciado el programa, los resultados obtenidos en este esfuerzo son contradictorios. Aunque en las 128 mil escuelas primarias y secundarias del país, sólo 88 mil docentes están inscritos en algún programa de actualización —los cuales representan más de 10% del total de maestros—, el reporte de la Evaluación Externa del Programa Nacional para la Actualización Permanente de los Maestros de Educación Básica en Servicio 2006 (OEI) (OEI, 2006) señala que se reportan avances consistentes en la manera en que dichos cursos se plantean y son seguidos por los profesores. Sin embargo, al mismo tiempo se acepta que todavía existe una desvinculación entre la formación docente y la formación de formadores.

Los apoyos para los docentes que se inscribían en estos cursos se modificaron, atendiendo a los resultados de su implantación y a las evaluaciones que el Pronap ha solicitado a diferentes grupos de especialistas. Para el caso de las ciencias naturales, este estudio fue realizado por Flores *et al.* (2004), mismo que concluyó que los cursos y sus materiales no contribuyen a la actualización de los conocimientos científicos de los profesores de Biología, Física y Química de secundaria; no establecen con claridad ejemplos que pudieran servirles para su práctica ni proporcionan guías o elementos que apoyen las transformaciones en cuanto a visión del aprendizaje y procesos educativos; no consideran las habilidades que se requieren de los alumnos ni consideran formas de evaluar y analizar el progreso de los mismos; no les proporcionaban elementos claros que les sirvieran de base para que los alumnos trabajaran en grupo, etc. Los logros

que pueden observarse a partir de los Exámenes Nacionales de Acreditación y de las entrevistas con los profesores son muy pobres y, por lo tanto, no influyen de manera significativa en modificar sus ideas y prácticas tradicionales (SEP, 2004a). El currículo basado en competencias de la reforma de 2006 y la incorporación de proyectos en la asignatura de ciencias implican ajustes en los programas de formación y actualización de docentes. Las consecuencias de no atender lo anterior podrían conducir, en la práctica, a reforzar una enseñanza memorística tradicional, contraviniendo las intenciones generales de la reforma por falta de tiempo, comprensión profunda de los contenidos y enfoque.

En 2005 se inauguraron exámenes nacionales sin curso, el de Formación cívica y ética y el de ciencias naturales de secundaria (Aprender y enseñar Ciencias naturales en la escuela secundaria). El examen constó de 60 reactivos y los resultados generales muestran un bajo nivel de dominio. Los ámbitos que se evaluaron fueron:

- Conocimiento del plan y programas de estudio y de los materiales de apoyo para el aprendizaje.
- Dominio de los contenidos disciplinarios.
- Manejo de los postulados y principios del enfoque de enseñanza de las ciencias naturales.
- Aplicación de estrategias didácticas adecuadas con el enfoque pedagógico.

En la segunda ocasión se aplicó a 2 357 docentes. Sólo en la segunda aplicación uno de los reactivos alcanzó más de 80% de respuestas correctas, mientras que en la primera aplicación ninguno. Los sustentantes mostraron un desempeño en el que en dos ítems se alcanzó un nivel de dominio esperado, uno resultó suficiente alto, 21 suficiente medio, siete el nivel medio, cinco con suficiente bajo, 19 con nivel bajo, y en tres el nivel de no dominio. Por supuesto, sobresalió el bajo dominio de contenidos conceptuales básicos.

Finalmente, la demanda de cursos ha crecido mucho, ya que éstos son un medio para obtener puntos para Carrera Magisterial, lo que posteriormente se convierte en posibilidades de aumento salarial. Tomando en cuenta que los cursos del Pronap no eran suficientes para cubrir la demanda de los maestros, ellos acudían a tomar cursos en una variedad de instituciones, entre las que se encuentran las universidades privadas, que los cobran a un precio elevado. El que diversas instituciones apoyen la formación de maestros es adecuado e incluso conveniente, sin embargo, existe un grave problema, debido a que esta oferta no está regulada por ninguna normatividad que permita evaluar dichos cursos, lo que conduce a que con frecuencia la calidad de los mismos diste mucho de lo que se requiere para mejorar la práctica docente, incluso en el caso de cursos o maestrías profesionalizantes de alto costo.

La propuesta actual de certificación e incluso la de otorgar maestrías y doctorados a los docentes no permitirán mejorar la enseñanza de ciencias naturales en educación básica si no se pone en práctica, desde la SEP, una normatividad

que permita asegurar la calidad de dicha oferta de actualización con base en las necesidades de la práctica en el aula.

Telesecundaria

Los cursos de actualización a los que acceden los profesores de telesecundaria fundamentalmente provienen del Pronap: 77.35% de los docentes han participado en al menos uno de los cursos. Sin embargo, tanto el bajo porcentaje de docentes inscrito en Carrera Magisterial (entre 28% y 32% si se incluye a docentes con funciones directivas), como las características de la oferta, han contribuido a que 40.85% de los docentes haya optado por recurrir a otras instituciones para temas vinculados con las asignaturas académicas y 36% para temas pedagógicos (SEP, 2007).

Esta situación tiene su origen en que, no obstante las características específicas de la docencia en telesecundaria, la oferta de formación para sus maestros en servicio se diluye entre la dirigida a las otras dos modalidades de educación secundaria. Sólo 12.85% del total de los cursos dirigidos en el nivel de educación secundaria se dedica exclusivamente a la modalidad. Además, a esta oferta de cursos estatales acuden mayoritariamente quienes se encuentran o aspiran a ingresar a la Carrera Magisterial, lo cual significa que un alto porcentaje de profesores de la modalidad no accede a la actualización (ILCE, 2004a).

En 2006, junto con la iniciativa para renovar el modelo pedagógico y los materiales didácticos, se desarrollaron al menos cuatro cursos y materiales específicos para la formación de los docentes, así como nueve sesiones a distancia que incluyen la discusión de los nuevos enfoques de las asignaturas de la reforma de 2006, el conocimiento de los materiales didácticos, la introducción al uso de las TICs, así como temas de planeación y evaluación. No se tienen datos sobre la difusión e impacto de los mismos.

En 2008 dio inicio, en el marco del Programa de Fortalecimiento Integral de la Telesecundaria propuesto por la Subsecretaría de Educación Básica, el curso Didáctica en la Telesecundaria, en modalidad presencial y a distancia. El curso consta de módulos que trabajan la didáctica de las diferentes asignaturas académicas, aunque de manera aislada respecto a los materiales con que los docentes trabajan en el aula.

La oferta de formación para los docentes de la telesecundaria requiere de una revisión a profundidad y de un replanteamiento específico, debido a las características particulares del servicio (muy cercano al modelo de la primaria en la que un profesor imparte todas las asignaturas). Dicha revisión debe considerar el aumento de la condición multigrado en muchas de las telesecundarias.

2.4 Consideraciones finales

En el estudio de la William and Flora Hewlett Foundation (Santibáñez *et al.*, 2005) se menciona que la baja calidad educativa en México es consecuencia de una variedad de factores. Uno comúnmente citado es la inadecuada prepa-

ración tanto de los profesores de primaria como de secundaria. La deficiente capacitación de los docentes (en pre-servicio y en servicio) frecuentemente se señala como responsable de su baja calidad. Así, por ejemplo, en 1999 se reformó el currículo de las escuelas formadoras de profesores de secundaria para proveerlos de un más fuerte énfasis en el conocimiento de la asignatura, en su conocimiento didáctico y en su práctica. Sin embargo, esta reforma se implementó seis años después de que se reformó el currículo de la secundaria. Esto significa que entre 1993 y 1999 no fueron formalmente entrenados los profesores para enseñar el nuevo currículo escolar. Durante ese periodo se requirió que los profesores aprendieran nuevos materiales y enseñaran los temas más especializados demandados por el nuevo currículo, sin ningún soporte formal.

Otro problema relacionado con la calidad de la capacitación de los profesores, particularmente en el nivel de secundaria, tiene relación con el hecho de que aproximadamente 40% de los maestros en México nunca han asistido a una escuela formadora de maestros ni tampoco han recibido clase alguna de entrenamiento intensivo para prepararlos sobre cómo enseñar. Estos individuos usualmente son estudiantes o graduados universitarios, quienes suplen la carencia de docentes en ciertas asignaturas o en ciertas regiones del país. Por último, la actualización de los docentes en servicio se considera inefectiva, aunque no hay evidencia empírica suficiente que lo pruebe. El hecho de que los cursos y talleres de actualización sean uniformes para todos los maestros (sin importar su bagaje educativo o tipo de escuela: rural o urbana, general o a distancia), ha sido una de sus principales críticas. Además, frecuentemente el maestro debe atender diversos grupos numerosos, de diferentes niveles, lo cual provoca que los docentes dediquen poco tiempo a interactuar con los estudiantes y sus padres, y tengan poco tiempo para preparar sus clases y evaluar a los alumnos individualmente.

Los numerosos programas y cursos de capacitación de profesores usualmente no son evaluados. Así, los Cursos Nacionales de Actualización (cursos nacionales de desarrollo profesional), con duración aproximada de 120 horas, pretenden introducir a los maestros a modernas técnicas de enseñanza, evaluación, pedagogía y las mejores prácticas en el campo que ellos elijan. La participación es voluntaria e incluso algunos de estos cursos son en línea. Y aunque alrededor de la mitad de los profesores inscritos obtienen resultados satisfactorios, existe el consenso entre autoridades y expertos de que estos buenos resultados representen un impacto significativo sobre las prácticas de enseñanza o sobre el aprovechamiento escolar. Lo mismo sucede con los Talleres Generales de Actualización (talleres de desarrollo profesional), obligatorios, que proveen experiencias a los maestros para analizar y discutir sus prácticas en el aula; varían cada año y duran de 20 a 28 horas, 12 horas antes del inicio del ciclo escolar y el resto durante el ciclo.

Los Centros de Maestros deberían ofrecer un espacio dedicado a la actualización de los docentes para que mejoren sus prácticas de enseñanza. Disponer de bibliotecas, computadoras con acceso a Internet, aulas y áreas de estudio. Existen alrededor de 500 en todo el país y su infraestructura y funcionamiento ha sido motivo de fuertes debates entre maestros y autoridades educativas.

En los últimos 15 años, la SEP ha establecido diversos programas para mejorar la infraestructura, equipamiento y materiales de las escuelas, con el propósito de disminuir el ausentismo de los docentes. Sin embargo, muchas escuelas tienen inadecuada o insuficiente infraestructura con respecto a baños, pisos de cemento, escritorios, bancas (mesabancos) y pizarrones. Los maestros frecuentemente trabajan con recursos muy limitados y pocas escuelas tienen bibliotecas, copiadoras y computadoras con acceso a Internet. Maestros entrevistados frecuentemente mencionaron que ellos mismos tenían que comprar los materiales didácticos que requerían para llevar a cabo actividades experimentales y de otro tipo con sus estudiantes.

Otro problema frecuente es la carente conexión pedagógica entre los currículos de primaria y secundaria, así como el ausentismo de los profesores (en Guerrero y Oaxaca se determinó que correspondía a cerca de 50%).

En síntesis:

- El resultado en el aula de aplicar los planteamientos de una reforma es siempre una combinación de éstos, con tradiciones provenientes de otras reformas y de la cultura escolar.
- Existe una necesidad de considerar cambios en la formación inicial de los docentes y su actualización, sustentadas en los estudios tanto nacionales como internacionales, a modo de brindarles los elementos que les permitan enseñar de una manera adecuada las ciencias naturales.
- Dada la falta de formación inicial y actualización en educación en ciencias naturales de los docentes de primaria y secundaria, es prioritario fortalecer esta materia con programas que involucren a docentes con experiencias exitosas y que introduzcan innovaciones.
- Apoyo a la investigación y formación de recursos humanos de alto nivel en el área.
- Capitalizar los resultados de la investigación en didáctica de la ciencia y en enseñanza de ciencias naturales en las aulas cuando se planteen nuevos modelos.
- Metas realistas y viables para la formación y actualización de los docentes, guiándolos en un proceso de mejora continua con su involucramiento, actitud innovadora y compromiso. Actualmente existe un universo de ofertas de actualización para maestros sin articulación con la práctica. En algunos casos, incluso sin regulación o filtros de calidad.
- La oferta de formación para los docentes de la telesecundaria requiere de una revisión a profundidad y de un replanteamiento específico, debido a las características particulares del servicio (muy cercano al modelo de la primaria en la que un profesor imparte todas las asignaturas). Dicha revisión debe considerar el aumento de la condición multigrado en muchas de las telesecundarias. ▣

Capítulo 3.

Recursos y apoyos didácticos

Antonia **Candela**, Fernando **Gamboa**, Teresa **Rojano**, Armando **Sánchez**,
Enna **Carvajal** y Clara **Alvarado**

En este capítulo se describen las características de una diversidad de recursos didácticos con los que cuentan las escuelas de educación básica y que tienen como propósito apoyar la enseñanza de las ciencias naturales. Se describen tanto recursos tradicionales como los libros de texto y los laboratorios, analizando su importancia para contribuir a la equidad educativa, como los diversos programas de introducción de nuevas tecnologías en las escuelas y los enfoques deseables para que éstos tengan un efecto positivo sobre una enseñanza reflexiva de ciencias.

3.1 Recursos en el aula

A partir de la reforma de 1993, el esfuerzo realizado por el Gobierno Federal para distribuir gratuitamente materiales didácticos, tanto para los alumnos como para los docentes, se incrementó sustancialmente. Por ejemplo, para el ciclo escolar 2002-2003 se distribuyeron 200 millones de materiales de la siguiente

 **Figura 1. Títulos y tirajes de los libros de texto gratuitos**

Año	Tiraje (miles)	Número de títulos
1960	17 632	19
1970	57 707	37
1972-73*	69 941	47
1979-80	48 413	27
1990-91	75 890	27
1993-94	83 341	72
1996-97	122 110	105

* Inicio de la renovación total de los libros, correspondiente a la reforma educativa de 1972-76, las cifras incluyen los libros para el maestro desarrollados en ese periodo. Fuentes: serie 1960-1980, González, E. (1982); serie 1992-1996, Poder Ejecutivo Federal (1996a).

te manera: 121 millones 100 mil libros de texto gratuitos y materiales educativos para preescolar y primaria; 19 millones 700 mil ejemplares para secundaria; 9 millones 300 mil libros para telesecundaria; un millón 200 mil libros para educación indígena traducidos a 55 variantes de 33 lenguas; 7 millones 300 mil libros para los maestros y 41 millones 400 mil publicaciones de apoyo. En 2004 la Conaliteg distribuyó 315 millones de libros. Además, en 2002 se incluyeron bibliotecas de aula por grado desde 3° de preescolar hasta 3° de secundaria. Si se comparan estos datos con los que se muestran a continuación, queda clara la afirmación sobre el aumento sustancial.

A continuación se presentan aspectos relevantes de estos apoyos por nivel y modalidad; sin embargo, cabría la siguiente pregunta: ¿por qué, a pesar de todos los esfuerzos gubernamentales para que alumnos y maestros cuenten con suficientes apoyos didácticos, el desempeño académico de ambos es bajo? Está claro que no basta con reformar el currículo, aumentar los apoyos didácticos e incluso los cursos de actualización, si no se logra incidir en la práctica cotidiana de la mayoría de los docentes en el aula, lo que implica transformar la gestión escolar y el mismo sistema educativo.

Lo anterior implica involucrar a docentes y directivos en los procesos educativos de una manera más directa y con mayor autonomía, lo cual no se ha realizado a la fecha porque la tradición de la política educativa del Gobierno Federal y los estatales ha sido centralista. Además, es tiempo de cuestionar, sería y académicamente, el papel del sindicato, ya que su dinámica ha propiciado en la mayoría de los docentes y directivos prácticas clientelares y políticas ajenas al desempeño y mejora académicos de sus alumnos y de ellos mismos. Así pues, la combinación del papel extremadamente centralista del Gobierno Federal y del sindicato, más las prácticas desligadas de lo realmente educativo de ambos, han conformado una política de Estado que ha actuado en contra de muchos de los planes que el mismo gobierno ha impulsado en múltiples ocasiones.

3.1.1 Los materiales gubernamentales

Primaria

El libro de texto gratuito es único, general y obligatorio para todas las escuelas primarias del país (c.f. "Los textos oficiales", p. 9). En la práctica funciona como el currículo real, como ya fue apuntado en otros capítulos. En ese sentido, es la principal fuente de información para el trabajo escolar de ciencias naturales. Si bien los libros de texto se han renovado de acuerdo con las reformas curriculares, desde su aparición han sido un recurso fundamental para dar acceso a la equidad en un país con las graves desigualdades económicas, sociales y de infraestructura de las escuelas, como es el nuestro.

Por otra parte, algunos maestros utilizan una gran cantidad de materiales complementarios, como textos comerciales y recortes de periódico que les prestan y sugieren otros docentes, pero sobre todo materiales que traen los ni-

ños o el docente para hacer experimentos y otras actividades manuales que se elaboran en el aula (Rockwell y Mercado, 1986; Mercado, 2002; Naranjo, 2005). Estos materiales generalmente son buscados por los docentes de manera particular para aclarar dudas o complementar información.

Secundaria general y técnica

En estas dos modalidades de la secundaria en México, también el libro de texto es el material principal que utilizan los maestros. A diferencia de la educación primaria, existe una oferta amplia de textos comerciales, previamente autorizados por la SEP, lo que da a los docentes la oportunidad de elegir. De esta selección, el Estado asumió la compra y distribución de los libros para todos los alumnos de las escuelas públicas a partir de 1997.

Los libros del maestro

Además de los libros de texto, la SEP elabora y distribuye, desde 1970 para educación primaria y desde 1993 para educación secundaria, los libros para el maestro por asignatura. Estos libros contienen, en lo general, los propósitos del programa, retos para la enseñanza de las ciencias naturales en el aula, sugerencias didácticas y de evaluación, así como información adicional sobre los contenidos.

Telesecundaria

A lo largo de sus 40 años de existencia, la telesecundaria ha sufrido transformaciones a medida que el modelo se ha consolidado: en un principio la tarea de enseñanza recaía únicamente en los “telemaestros”, quienes exponían los contenidos del plan de estudios a través de la transmisión televisiva. Actualmente el maestro es el principal responsable del proceso de enseñanza, el cual se articula alrededor de los rasgos definitorios del modelo pedagógico: los apoyos didácticos, programas de televisión y materiales impresos.

Si bien al poco tiempo del inicio de las transmisiones surgió la necesidad de incorporar un material de apoyo escrito que “reforzaba” la clase televisada, no fue sino con los cambios de enfoque, metodologías y contenidos de la reforma de 1993 que se elaboraron los programas de televisión y las guías de aprendizaje distintivos de la modalidad. Actualmente (ciclo escolar 2007-2008), dada la situación parcial de implantación de la reforma de 2006, en las escuelas telesecundarias conviven los materiales didácticos correspondientes a la reforma de 1993, en tercer grado, y los materiales de la reforma de 2006, en primer y segundo grados.

Los materiales didácticos de la reforma de 1993

A partir de esta reforma, la telesecundaria transita a una nueva generación de materiales educativos: el Libro de Conceptos Básicos (LCP), organizado como una “enciclopedia temática” que abarca todas las asignaturas, y la Guía de aprendizaje (GA), material en el cual se llevan a cabo los ejercicios de aplicación. De acuerdo con el modelo, estos materiales impresos, así como los programas de

televisión, proporcionan la información programática y marcan el itinerario del proceso, todo a través de la labor mediadora del docente (Buenfil, 2000). La GA es el organizador de la actividad en el aula; cada sesión se divide en momentos definidos que completan un ciclo y se apegan a una estructura general contenida en la guía.

En cuanto a los contenidos correspondientes a las asignaturas de ciencias (ILCE, 2004a), el planteamiento general está basado en un modelo constructivista, sin embargo, el modelo pedagógico, en la práctica, se organiza en términos del método científico entendido como una forma de trabajo que parte de la observación detallada y sistemática para conocer las leyes que rigen al mundo natural, independientemente de los conocimientos y las experiencias previas del sujeto que conoce. En las GA se incluyen diversas actividades de aprendizaje del tipo declarativo básico (a nivel de conocimiento de términos y definiciones), que refuerzan la sistematización y el aprendizaje memorístico: en menor grado se encuentran aquellas que permiten la relación significativa entre la información nueva y la anterior. Se insiste más en el seguimiento formal de las indicaciones didácticas que en la importancia del contenido.

A lo largo del curso se desarrollan actividades periódicas que permiten conectar experiencias de aprendizaje con el ámbito extraescolar, por ejemplo, en algunas sesiones existen actividades de vinculación escuela-comunidad. Además, se desarrollan proyectos creados con dicho fin, como serían el Día de la salud, el Día del arte y la cultura y el Día de la productividad.

El programa de televisión es un elemento de primera importancia en este modelo pedagógico. El diseño del material televisivo está orientado para actuar como una fuente de información (SEP/ILCE, 1997). De acuerdo con la tendencia general de los programas de televisión de ciencias, el alumno se considera un receptor de información ya elaborada. Esta información hace énfasis en una concepción de la ciencia como resultado de un método científico preestablecido y universal, en la cual, las ideas científicas no son afectadas por factores históricos y socioculturales (Gálvez y Waldegg, 2004; ILCE, 2004a).

Además de los materiales para el alumno, el profesor cuenta con una Guía Didáctica (GD) que plantea, de forma muy sintética para todas las asignaturas, los aspectos fundamentales y conceptos centrales de cada uno de los núcleos o unidades de aprendizaje.

Si bien es cierto que los componentes didácticos del modelo de telesecundaria han sufrido modificaciones, no se han impulsado cambios integrales cuyo cometido sea asegurar la capacidad compensatoria de la modalidad: sus estudiantes no han podido lograr resultados de aprendizaje equiparables a sus pares que asisten a las otras modalidades. Tampoco se ha previsto el trabajo con la diversidad lingüística y cultural de sus destinatarios potenciales.

Los materiales didácticos de la reforma de 2006

Los estudios acerca de la situación de las aulas en Telesecundaria (Kalman, Carvajal y Rojano, 2004; Quiroz, 2003; Carvajal, 2006) muestran claramente que la

GA ha jugado un papel central en el aula. Por ello, al plantearse la necesidad de renovar los materiales didácticos en concordancia con los nuevos enfoques de la reforma (ILCE, 2004b), no se consideró factible pensar en la eliminación de este tipo de material; conservarlo ayuda a mantener la identidad de la telesecundaria y ofrece continuidad entre un modelo y otro.

Sin embargo, se realizaron cambios significativos que incluyen materiales por asignatura no sólo para el alumno, sino también para el maestro y la vinculación de los materiales con otros recursos. El libro para el alumno incorpora contenido conceptual eliminando el LCB. En sustitución de la GD, los libros para el maestro reproducen, en formato reducido, las secuencias del libro para el alumno, con orientaciones didácticas concretas ligadas a la secuencia, además de ofrecer recursos adicionales y formas alternativas de abordar los contenidos.

La nueva propuesta pedagógica ubica a los procesos de aprendizaje en el contexto de la participación en actividades sociales. Para los materiales, incorpora la utilización de una oferta más amplia de recursos y textos, además del material de base (libro para el alumno y libro para el maestro), de tal manera que el profesor y los alumnos tengan disponibles, en cada aula, otras fuentes de consulta relativas a conceptos básicos, como pueden ser libros de texto aprobados por la SEP, diccionarios, atlas, así como los textos incluidos en la oferta de las bibliotecas de aula y escolares; el nuevo material de base también se vincula, mediante llamados específicos y abriendo espacios curriculares, con material concreto o de laboratorio, multimedia, en audio, en video y con piezas de *software* educativo. La vinculación es selectiva, de tal forma que se puedan trazar rutas de navegación pertinentes y relevantes al propósito de la lección y que resulten claras e inequívocas para el profesor generalista.

La renovación de los materiales incluye la actualización y replanteamiento del uso de la televisión, al darle una intencionalidad pedagógica más allá de la transmisión de información, así como flexibilizar su uso para que éste no imponga restricciones de tiempo innecesarias a las sesiones de clase.

Por otro lado, se introduce el uso de los materiales informáticos diseñados en atención a la heterogeneidad en la infraestructura de las escuelas y a la formación docente: existen materiales para el despliegue en pantalla grande de material interactivo y multimedia, ejecutable, y material para el desarrollo de actividades en aula de medios. Ambos permiten generar dinámicas diversas para las intervenciones de los alumnos.

En los libros de ciencias para telesecundaria destinados al alumno, cada subtema del programa corresponde a una secuencia de aprendizaje, la cual se articula alrededor de una situación problemática abierta; tienen la intención de movilizar conocimientos, el diálogo y la interacción con los demás miembros del grupo, comprender, usar y aplicar información, conceptos, ideas, principios y destrezas de diferente nivel de complejidad, desarrollar actitudes hacia la ciencia, hacia el conocimiento científico y hacia las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología, abordar las temáticas desde múltiples perspectivas (salud, ambiente, inter-

culturalidad) y emplear diversos materiales tecnológicos que permitan diferentes formas de representación de los conceptos, hechos y fenómenos estudiados.

Las secuencias de aprendizaje del libro para el alumno fueron puestas a prueba en aula en sus versiones prototipo (ILCE, 2004a). De la misma manera, los materiales informáticos, interactivos, hojas de trabajo con tecnología, actividades con simuladores, etc., han sido y siguen probándose en los laboratorios de enseñanza con tecnología del Cinvestav. Las pruebas o ensayos didácticos comprenden aspectos técnicos y de usabilidad, así como aspectos didáctico-pedagógicos.

Un aspecto central del modelo didáctico para telesecundaria es el énfasis en los aspectos formativos de los estudiantes. Por ello se promueve que los alumnos comprendan la naturaleza de los procesos implicados en la construcción del conocimiento científico y, con ello, tomen decisiones fundamentadas acerca del mundo natural y de los cambios que la actividad humana produce en él a través de la realización de proyectos al final de cada bimestre.

En el ciclo escolar 2006-2007 se distribuyeron los nuevos libros de texto en el primer grado de telesecundaria y se inició la transmisión de los nuevos materiales audiovisuales por Red Edusat, sin embargo, no fue sino hasta el ciclo 2007-2008 que el Conafe hizo llegar a las escuelas los nuevos materiales audiovisuales en formato DVD, junto con los materiales informáticos en el paquete "La Mediateca Didáctica", para primer grado. El material educativo correspondiente al segundo grado no ha sido distribuido, aun cuando los nuevos libros comenzaron a utilizarse en el mencionado ciclo escolar. Además de los problemas relacionados con la dotación insuficiente y oportuna de los materiales educativos en telesecundaria y los serios problemas de infraestructura, la puesta en marcha de la renovación se ha visto obstaculizada por la ausencia de procesos sistemáticos de capacitación a los profesores (INEE, 2007).

El esfuerzo emprendido para renovar el modelo pedagógico y los materiales educativos puede tener alcances importantes. Es necesario, sin embargo, evaluar las implicaciones y dificultades de su desarrollo inicial para corregir su marcha y, en su caso, extenderlo de manera integral y articulada.

3.1.2 Tecnología informática en el aula:

uso de las TICs en la enseñanza de las ciencias naturales

Antecedentes: el proyecto Micro-SEP

En 1985 se inició un ambicioso proyecto gubernamental para la producción de equipos y la introducción de la informática en la educación en el nivel nacional, inicialmente conocido como Micro-SEP y posteriormente denominado Introducción de la Computación Electrónica en la Educación Básica (Coeebba), donde los objetivos generales que guiaron al proyecto fueron los siguientes: 1) realizar e introducir nuevos métodos, instrumentos y recursos que aseguren una educación masiva de alta calidad; 2) introducir de una manera intensiva y sostenida los medios electrónicos como recursos auxiliares didácticos y para la enseñanza de la informática; 3) inducir a los organismos del sector educativo al

autoequipamiento en materia de informática, sistemas periféricos, programas y otros artículos conexos, apoyándose en las instalaciones existentes, y 4) promover la complementariedad de recursos entre las instituciones de acuerdo con las políticas de austeridad.

La SEP confió al Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE) el desarrollo y operación del proyecto y, a partir de entonces, se estructuró un modelo capaz de orientar el uso y desarrollo de la instrucción auxiliada y/o asistida por computadora en la educación básica nacional, cuyas principales acciones consistieron en:

- Diseñar, instrumentar y evaluar un modelo para la aplicación de la computación con fines educativos de alcance nacional.
- Diseñar y desarrollar programas de computación educativos, con base en los planes y programas de estudio vigentes.
- Capacitar docentes en el uso de la microcomputadora como apoyo didáctico para la enseñanza de la computación y en el diseño del *software* educativo.
- Formar multiplicadores y coordinadores de centros de capacitación.
- Capacitar personal técnico en el mantenimiento de equipo de cómputo.
- Establecer y coordinar estrategias para el equipamiento de escuelas, centros computacionales de servicios educativos y centros regionales de capacitación.
- Establecer y coordinar estrategias para la administración nacional y regional del programa, así como para su gradual descentralización. Las acciones de dicho proyecto iniciaron de manera experimental, logrando en una primera etapa la instalación de 30 mil microcomputadoras para uso de los grupos de tercero de secundaria, el desarrollo de una metodología y prácticas para brindar al docente un apoyo didáctico en el salón de clase, al tiempo de crear una nueva actividad tecnológica con el aprendizaje de lenguajes de computación.

De hecho, el uso de la computadora en la educación del tercer grado de secundaria se realizó mediante dos tipos de aplicaciones:

- a) Apoyo didáctico en el salón de clases. Su objetivo era que los maestros utilizaran la microcomputadora como ayuda en sus tareas docentes y los alumnos aprovecharan sus recursos para aprender los conocimientos que determinaban los objetivos programáticos del plan de estudio y tanto el profesor como los alumnos interactuaban con el medio electrónico.
- b) Como elemento para la enseñanza de lenguajes informáticos en taller. Su objetivo era introducir la enseñanza de la informática a través de los lenguajes *logo* y *basic*.

Este servicio educativo se respaldó con material metodológico —manual para el maestro y *software* educativo—, elaborado por el ILCE, para las áreas de

Español, Matemáticas, Ciencias sociales y Ciencias naturales, integrando actividades de simulación de hechos o fenómenos, ejercicios y prácticas, juegos, recuperación de la información, video interactivo y demostraciones pedagógicas.

En 1993 concluyó el proyecto Coeeba para dar paso, progresivamente, a los proyectos de Red Edusat y posteriormente a la Red Escolar.

Micro-Aula y Micro-SEP son de los antecedentes más próximos a programas con uso de tecnología, cuya ejecución a partir de la década de 1990 ha sido más sistemática y generalizada. Desde entonces, la incorporación de las tecnologías digitales (TD) a la educación básica ha obedecido a iniciativas gubernamentales y no-gubernamentales. En algunos de los casos, se han incluido desarrollos específicos para la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. En esta sección se intenta mostrar un panorama de lo que ha quedado depositado en el sistema educativo, a raíz de la implantación de tales desarrollos, con respecto a la experiencia acumulada en distintos sectores de la sociedad relacionados con la enseñanza básica; la elaboración de *software* y desarrollo curricular con tecnología, y la diseminación de infraestructura tecnológica en las escuelas.

Proyectos y programas vigentes

Entre los programas que en mayor o menor medida se encuentran vigentes en el sistema de educación básica están: Red Escolar, Red Edusat, EFIT-EMAT, Sec 21, ECAMM, ECIT, el portal SEPIensa, Biblioteca Digital, SecTec y Enciclomedia. Esta variedad de programas comprende modalidades que van del uso de las TD como entornos de aprendizaje al uso de las TD como vehículo de entrega e interacción a distancia, pasando por el despliegue de materiales interactivos en pantalla grande en el salón de clases y el aula de medios, en la que los alumnos son usuarios directos de la tecnología. A través de todos estos programas se pone a disposición de la comunidad de educación básica una serie de materiales educativos, cuya finalidad y acercamiento didácticos están determinados por el modo de uso de la tecnología en cuestión.

Red Escolar

Red Escolar es un programa que organiza a una comunidad de alumnos, profesores, padres de familia y cuerpos directivos y técnico-pedagógicos, quienes se comunican a través de una red de cómputo enlazada a Internet. Se puso en marcha en 1997 bajo los auspicios del ILCE y de la SEP, en el marco del Programa de Educación a Distancia. Con base en un modelo pedagógico constructivista, el programa Red Escolar propone actividades que se desarrollan por equipos de alumnos, en las que los elementos del Aula de Medios son fuentes de información que se utilizan esencialmente para la comunicación. Tiene como finalidad llevar a las escuelas oportunidades educativas y materiales relevantes sustentados en el plan y programas de estudios vigentes de educación básica. Las actividades académicas en tal programa se desarrollan para aprovechar: 1) el acceso a la información; 2) el desarrollo de proyectos educativos, basados

en el currículo de la educación básica, y 3) los cursos en línea para la actualización de los docentes. La infraestructura mínima con la que debe contar un Aula de Medios estará conformada por cinco computadoras en red, una de ellas como servidor, conexión a Internet, impresora y todos aquellos recursos didácticos que permitan a los grupos trabajar estrategias por equipos y rotar por los diferentes medios (DVD, cassettes, libros, CD, Edusat).

Las publicaciones de Red Escolar son acervos generados por los participantes en proyectos colaborativos y productos finales de los cursos en línea, que sirven de estrategias de trabajo posibles de aplicar por los profesores en las aulas.

Los niveles atendidos por este programa son primaria y secundaria en las asignaturas de Fomento a la lectura, la escritura y la expresión oral; Ciencias naturales; Física y Química; Geografía; Historia; Formación cívica y ética; lengua extranjera; Educación tecnológica; Educación artística, y educación intercultural y bilingüe.

Red Escolar es uno de los programas que contemplan el trabajo colaborativo a distancia de los estudiantes en proyectos relacionados con asignaturas específicas. En particular, se ha puesto especial énfasis en el desarrollo de proyectos en el área de ciencias, los cuales están disponibles en la página web del programa.

Si bien algunos de los programas con tecnología requieren equipamiento específico, en paralelo se han puesto en marcha programas de infraestructura informática con propósitos más generales, entre ellos, el fortalecimiento de algunos proyectos, como el de Red Escolar.

Red Edusat

La Red Edusat, inaugurada en diciembre de 1995 (Ávila, 2002), es el sistema nacional de televisión educativa basado en tecnología satelital digitalizada más importante en América Latina, tanto por la cobertura como por el número de horas de transmisión sin repetir programación. Atiende todas las modalidades educativas, la educación para el trabajo y la capacitación y actualización de docentes a través de programas para la educación formal, la educación comunitaria, programación para apoyo didáctico, divulgación de la ciencia, la cultura y las humanidades. Transmite diariamente 15 canales de televisión y cuatro de radio con alrededor de 37 mil puntos de recepción en el territorio nacional (Presidencia de la República, 2007) y en casi todo el continente americano.

Más de 70% de la programación transmitida (Freixas y De Alva, 2001) es de producción nacional y obedece a la demanda existente en instituciones educativas como los programas del Sistema de Telesecundaria (SITEL), de educación media superior a distancia y de la secundaria a distancia para adultos. La etapa más intensa de producción de materiales audiovisuales tiene lugar en las décadas ochenta y noventa, durante las cuales el grueso de la producción se concentra en los programas de telesecundaria (reforma de 1993) y de secundaria a distancia para adultos (SEA). Sólo en el primer caso, se produjeron 3 090 programas para los cursos regulares, de los cuales casi 23% (706) trata temas curriculares de ciencias (Zavaleta, 2007).

A partir del año 2000, el presupuesto dirigido a la producción televisiva, tanto para la DGTVE como para el ILCE decrece notablemente: dejan de producirse series como "Teleprimaria" y "Cosas de niños", dirigida al nivel preescolar.

La información sobre las series producidas está fraccionada y es poco accesible porque no se cuenta con un acervo consolidado de materiales audiovisuales. Al terminar el sexenio de Ernesto Zedillo se inauguró la Videoteca Nacional Educativa: operada por el ILCE, se esperaba que ésta albergara acervos audiovisuales catalogados y referenciados a los planes y programas de estudio y ofreciera servicios de búsqueda en línea a través de bases documentales, video bajo demanda para las escuelas, restauración y digitalización de cine y video educativo, entre otros. Sin embargo, hasta el momento, no existe una base de datos o videoteca en línea en la que pueda consultarse la producción audiovisual por nivel educativo, tema, etc. La labor de los docentes se vería beneficiada con un sistema de tal naturaleza. El maestro cuenta solamente con la guía de programación Edusat, la cual se distribuye bimestralmente, de manera gratuita, a todos los centros que reciben la señal. Si bien la revista trata algunos temas y orientaciones específicas sobre el uso del material audiovisual, suele llegar con retraso a los centros escolares y, por tanto, deja de ser una herramienta eficaz de planeación para el maestro.

Programa de infraestructura de informática educativa

El objetivo de este programa es dotar a las escuelas de educación básica de la infraestructura tecnológica necesaria para hacer posible los diversos apoyos de informática educativa. El propósito es proveer a las escuelas de una plataforma tecnológica integrada en Aulas de Medios, con equipo de cómputo, conexión a Internet y equipamiento Edusat. Hacia 2004, contaban con Aulas de Medios 11 675 planteles de educación básica (5 002 primarias y 6 673 secundarias) que benefician con sus instalaciones a 15 571 escuelas en sus diversos turnos (6 949 primarias y 8 622 secundarias) (SEP-ILCE, 2003). En este esquema de infraestructura, el proyecto de Red Escolar se ha podido desarrollar en todas las entidades del país, aunque no de manera generalizada en todos los planteles de educación básica.

EFIT-EMAT

Enseñanza de la Física con Tecnología (EFIT) y Enseñanza de las Matemáticas con Tecnología (EMAT) son modelos de uso de tecnologías digitales (TD) para la educación secundaria cuyo diseño, implantación y seguimiento se basa en los siguientes principios: a) principio didáctico, se diseñan actividades para el aula, siguiendo un tratamiento fenomenológico de los conceptos; b) principio de especialización, se seleccionan herramientas y software de contenido de acuerdo con las didácticas específicas de cada materia (física y matemáticas); c) principio cognitivo, se seleccionan herramientas que permiten la manipulación directa de objetos matemáticos y modelos de fenómenos, mediante representaciones ejecutables; d) principio empírico, se eligen herramientas que han sido probadas en algún sistema educativo; e) principio pedagógico,

se diseñan las actividades de uso de las TD para que promuevan el aprendizaje colaborativo, y f) principio de equidad, con el que se eligen herramientas y se diseñan tareas que permiten a los alumnos de secundaria el acceso temprano a ideas poderosas en ciencias y matemáticas.

El modelo EMAT prevé el uso de *software* especializado y calculadoras gráficas, estrechamente relacionados con las didácticas específicas de la Geometría, el Álgebra, la Aritmética, la resolución de problemas y la modelación. Concretamente, se incluye el uso de *software* de Geometría dinámica; la hoja electrónica de cálculo para la enseñanza del Álgebra, la resolución de problemas aritmético-algebraicos, temas de probabilidad y de tratamiento de la información; calculadora gráfica para la introducción a la sintaxis algebraica y a la resolución de problemas; *software* para simulación y representación de fenómenos de movimiento, para la enseñanza de la matemática del cambio, y *software* de modelación (Rojano, 2003).

Un aula EMAT se compone de 16 computadoras, considerando que los alumnos trabajan en parejas y que un grupo de 30 estudiantes máximo es atendido por un maestro, quien también dispone de una máquina. El complemento del equipo es un juego de 16 calculadoras TI-92, un ViewScreen, un proyector de acetatos y una impresora.

El modelo EFIT es el resultado de la adaptación a la enseñanza de la física en la escuela secundaria mexicana del modelo canadiense Technology Enhanced Science Secondary Instruction (TESSI). Para 1997, TESSI ya había sido probado por profesores durante más de cinco años en varias escuelas secundarias públicas de Canadá, localizadas en las inmediaciones de Vancouver (Woodrow, 1996). En EFIT se incorporan al salón de clases las computadoras y otros equipos (multimedia, sensores, interfaces, comunicación a distancia, correo electrónico, Internet, entre otros) en un proceso gradual: en una primera fase de sesiones expositivas; una segunda fase de aprendizaje colaborativo (todos los alumnos realizan la misma actividad, con la misma pieza de tecnología, en la misma sesión de clase) y, finalmente, una tercera fase, de implantación total, en la que los estudiantes hacen uso de la tecnología en forma independiente, guiados por el maestro, en un modelo de aprendizaje cooperativo (diferentes grupos de alumnos trabajan en diferentes estaciones de trabajo, con distintas piezas de tecnología, realizando actividades que son partes integrales de una tarea o proyecto colectivo amplio). En condiciones óptimas, un aula EFIT incluye 11 computadoras, conectadas en red local, con acceso a Internet y con licencias de grupo de los programas: de simulación, Interactive Physics (IP); de medición, NIH Image y Office; dos juegos de sensores, una impresora, una televisión y una video-grabadora. En el modelo EFIT confluyen el uso de tecnologías digitales con los elementos de un laboratorio tradicional de Física (Tonda, 2006).

Desarrollo de EFIT y EMAT

En 1997 la Subsecretaría de Educación Básica y Normal de la Secretaría de Educación Pública, en colaboración con el ILCE, pusieron en marcha los proyectos

de innovación y desarrollo educativo EFIT y EMAT (basados en los modelos antes descritos) y como resultado de una etapa piloto de dos años, los modelos EFIT y EMAT entraron en una fase de expansión. El modelo ECAMM es parte de dicha expansión y propone el uso de las TD para la enseñanza de las ciencias a través de modelos matemáticos. ECAMM comparte con EFIT y EMAT el mismo enfoque colaborativo emanado de los seis principios referidos. Las actividades diseñadas para ECAMM tienen la característica de ser transversales, pues se pueden utilizar tanto para la enseñanza de las ciencias (física, química y biología) como para la enseñanza de las matemáticas en un contexto de ciencias.

A partir del año 2000, EFIT, EMAT y ECAMM fueron incorporados a los nuevos programas de estudio de la Reforma Integral de la Educación Secundaria (SEP, 2004). Hacia 2004, la población capacitada y participante en estos proyectos era de 8 228 profesores de secundaria, provenientes de 2 182 escuelas distribuidas en más de 22 sedes estatales (Rojano, 2006). Para entonces ya se había concluido el estudio longitudinal de tres años, mediante el cual se dio seguimiento a los procesos de apropiación de los modelos por parte de alumnos, maestros y la comunidad escolar.

El modelo Enseñanza de las Ciencias con Tecnología (ECIT) también es parte de la expansión de EFIT-EMAT, y en él los medios tecnológicos apoyan un proceso de explicitación y reconstrucción del conocimiento de los estudiantes a partir de preguntas e interacciones con múltiples entornos tecnológicos que, de manera sistemática y gradual, se incorporan a las experiencias diseñadas para la enseñanza de las ciencias (física, biología y química) en la escuela secundaria. Para desarrollar este modelo, en cada plantel se requiere, además de 12 computadoras, dos juegos de sensores (pH, temperatura, voltaje, sonido, distancia y fuerza), Internet, correo electrónico, software de simulación, videos, CD y equipo de laboratorio. Se realizaron pruebas de este modelo en dos estados de la república entre 2005 y 2007 (Gallegos, 2006).

Como parte del desarrollo y ejecución de estos modelos, se elaboraron materiales y diseñaron actividades para los diferentes entornos tecnológicos involucrados, con una cobertura curricular completa para la educación secundaria; en particular, cabe mencionar que en la mayoría de dichos materiales hay una vinculación entre las matemáticas y las ciencias (naturales y sociales). Los alumnos se conciben como usuarios directos de la tecnología. Los materiales y actividades se encuentran disponibles en: www.efit-emat.dgme.sep.gob.mx

Los resultados arrojados por el estudio longitudinal realizado en la aplicación de todos estos modelos muestran que los procesos de apropiación del uso de la tecnología por parte de los maestros son lentos y una apropiación adecuada depende fuertemente de un uso frecuente e intensivo de la tecnología y de una capacitación continua realizada por expertos (para la capacitación se recurrió a profesores de las universidades estatales y a los coordinadores de educación a distancia) (Trigueros y Carmona, 2006). La puesta en marcha de EMAT en Coahuila mostró la viabilidad de una generalización masiva, sin embargo, los procesos de apropiación de la tecnología por alumnos y maestros tienen lugar en periodos de dos a tres años (Cepeda, 2006).

Sec'21

Sec'21 es un proyecto de integración de tecnologías al servicio del currículo escolar e incluye cuatro componentes: a) informático: integrado por simuladores, discos compactos, paquetes de uso generalizado y el empleo de proyectos específicos de Red Escolar; b) videográfico y televisivo: consiste en el rescate y adaptación de materiales útiles al currículo escolar provenientes principalmente de la telesecundaria, así como producción de videos específicos en formato digital; c) equipo de laboratorio: compuesto por sensores y calculadoras con capacidad gráfica y procesador algebraico, y d) Impresos: comprenden guías didácticas y cuadernos de trabajo.

Sec'21 requiere de una infraestructura que incluye una red local con dos salones de 20 computadoras, conectividad de banda ancha, receptor de Red Edusat, un aula de Física con 15 computadoras, sensores, simuladores, TV/coder, videocassettera y pantalla de TV. Dos aulas de matemáticas dotadas de computadoras, 50 calculadoras TI92, presenter y pantalla de TV. Aulas de asignatura (historia, geografía, formación cívica, español y química) con una computadora, TV/coder, videocassettera y pantalla de TV, algunos títulos de *software* y herramientas como videoteca e impresos. Éste es un modelo con tecnología tope que cubre necesidades educativas múltiples y tiene previstas áreas específicas como la enseñanza de las ciencias y las matemáticas, además de que articula modelos previos como Red Escolar y EFIT-EMAT.

Portal educativo SEPIensa

Es un sitio creado con el objetivo de ampliar la oferta educativa que hace la Secretaría de Educación Pública en Internet a toda la sociedad; garantizar la existencia, fuera del aula, de contenidos pertinentes a la educación básica vinculados con el currículo; producir y publicar contenidos propios y fomentar el aprovechamiento de los contenidos educativos básicos generados por otras entidades públicas, privadas y sociales mediante una red de proveedores de contenidos digitales para la educación básica.

El portal está diseñado para apoyar a la población mexicana relacionada con la educación básica, en la búsqueda y selección de información relativa a su formación académica, a la adquisición de valores que les permitan lograr una convivencia armónica y al uso creativo de su tiempo libre. Los servicios con que cuenta actualmente SEPIensa son: 1) biblioteca digital, con 700 libros a texto completo que se pueden consultar en línea; 2) diccionario del español elemental y Colección de Libros del Rincón, entre otros textos; 3) base de datos con mil 300 sitios educativos, clasificados por público y por áreas temáticas; 4) cuentas de correo gratuitas para los usuarios, y 5) buscador por palabras clave.

Biblioteca digital

Se crea con el objeto de generar un acervo digital constantemente actualizado en apoyo a la educación básica y normal en congruencia con el currículo vigente, a través del uso sistemático de las tecnologías de información y comunica-

ción. En ella se han publicado 522 títulos en colaboración con la SEP, la UNAM, el Fondo de Cultura Económica, el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, el Conafe y el Archivo General de la Nación, con los registros correspondientes para su replicado en disco compacto.

SECTEC

Tiene como propósito el desarrollo, programación y publicación de páginas web con el fin de promover y motivar el intercambio de experiencias a través de la publicación de temas de importancia de cada plantel del sistema de secundarias técnicas.

Enciclomedia

Es una herramienta pedagógica desarrollada por científicos e investigadores mexicanos que relaciona los contenidos de los libros de texto gratuito de primaria con el programa oficial de estudio y diversos recursos tecnológicos, como audio y video, a través de enlaces de hipertexto que conducen al estudiante y al maestro a un ambiente atractivo, colaborativo y organizado por temas y conceptos que sirven de referencia a recursos pedagógicos relacionados con el currículo de educación básica. Para cada uno de los temas propuestos en los libros de texto gratuitos, Enciclomedia lleva, desde diferentes puntos dentro del texto, a una barra de menú en donde aparecen índices de acuerdo con el tema de partida con todo tipo de materiales educativos. El equipamiento básico para este programa consta de una computadora por aula, una impresora, un proyector y un pizarrón electrónico.

El programa Enciclomedia está considerado en el Subprograma de Educación Básica del Programa Nacional de Educación (PNE) 2001-2006, en el rubro de "Tecnología de Comunicación e Información". Aprovecha e integra recursos y experiencias de otros proyectos de la SEP e ILCE eficazmente probados, como RedEscolar, SEPIensa, Biblioteca Digital, SEC'21, EFIT-EMAT y ECIT. Se trata de un modelo de uso de las TD con énfasis en la enseñanza, pues el usuario directo de la tecnología es el profesor. Requiere del diseño y aplicación de un proceso de capacitación y actualización continua de maestros (Díaz de Cossío *et al.*, 2006). Cabe señalar que el tipo de materiales desarrollados para este programa ha sido adaptado al nivel educativo de la secundaria y se realizaron desarrollos específicos para el modelo de la telesecundaria (véase sección de materiales para telesecundaria en este documento).

Coordinaciones Estatales de Educación a Distancia

Las Coordinaciones de Educación a Distancia son estructuras operativas que se crearon por gestión del ILCE conforme avanzó el Programa de Infraestructura de Informática Educativa. Su establecimiento se debió al crecimiento paulatino del programa Red Escolar y a la necesidad de contar con un responsable en cada entidad federativa, con quien se pudiera concertar y llevar a cabo las actividades de planeación y operación de los diversos proyectos con tecnología.

Este personal ha jugado un papel clave en la implementación de programas de informática educativa, tales como Red Escolar, Sec'21, EFIT-EMAT y Enciclomedia (SEP-ILCE, 2003).

Sólo en algunos de los programas antes descritos se contempla material específico para la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, la tecnología instalada, en general, posibilita el desarrollo de modelos probados y con una historia de éxito.

3.1.3 La experiencia acumulada, los modelos de uso de las tecnologías digitales, la infraestructura y los recursos humanos formados

En los diferentes programas reseñados en la sección anterior, se advierte el interés y el esfuerzo realizado, en las dos últimas décadas, por parte de instancias gubernamentales y no gubernamentales, por incorporar el uso de las TD a la educación básica en México. En esta variedad de intentos, se pueden distinguir aquéllos en los que la enseñanza de las ciencias se incluye como una parte de programas más generales y aquéllos en los que ésta constituye la esencia y el propósito principal. Los proyectos enfocados a contenidos de ciencias y matemáticas se beneficiaron de los resultados de investigación sobre las didácticas específicas en estas dos áreas del conocimiento. Es importante capitalizar esta experiencia cuando se planteen nuevos programas, con nuevas tecnologías y sobre la base de cambios curriculares. Por otra parte, cabe hacer notar cómo, a pesar de que ha habido una falta de articulación entre los distintos programas con TD y de éstos con programas de capacitación del magisterio y con las reformas curriculares, recientemente se han tratado de recuperar algunos desarrollos previos en programas como S'21 y Enciclomedia. En el mismo sentido, los programas de matemáticas y ciencias de la RES hacen explícita la recomendación del uso de actividades de EFIT y EMAT (SEP, 2004).

En relación con la variedad de modalidades de uso de las TD, al poner en marcha los modelos descritos, actualmente se cuenta con experiencia en el uso de material interactivo desplegado en pantalla grande (énfasis en la enseñanza); el uso de este material en aula de medios (el alumno es usuario directo y el énfasis está en el aprendizaje); el uso de la tecnología como vehículo para la interacción y la colaboración a distancia; el uso de las TD para el acceso a fuentes de información, y el uso de las TD para el procesamiento y organización de la información. Cabe señalar que estas modalidades de uso son complementarias entre sí y no deben ponerse en competencia unas con otras. La experiencia muestra que con el advenimiento de un nuevo modelo de uso de TD, promovido desde las autoridades educativas centrales, la experiencia con modelos previos tiende a erosionarse y esto dificulta la asimilación de un uso adecuado de repertorios de herramientas y modalidades por parte de la comunidad escolar. Por el contrario, en los proyectos futuros de innovación educativa que involucren el uso de TD, deberá considerarse la posibilidad de incorporar aspectos, elementos, recursos humanos especializados y uso de infraestructura de los programas vigentes.

La puesta en marcha de los programas con TD supone una experiencia acumulada en el sistema educativo en modalidades de uso de la tecnología, en especial para el área de ciencias y matemáticas, con una diversidad de herramientas y de entornos tecnológicos de aprendizaje, la cual se ha depositado en grupos de maestros y alumnos de educación básica, en coordinadores de educación a distancia y en académicos de centros de investigación y universidades. La identificación y ubicación de estos recursos humanos especializados será de gran importancia para la continuación de la tarea de generalizar el uso significativo de las TD en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas en la educación básica.

A partir de reportes que documentan la experiencia del diseño e implementación de algunos de los proyectos (programas) a los que se ha hecho referencia en la sección anterior, se advierte:

- a) La necesidad de incluir en un plan maestro de diseño e implementación de este tipo de proyectos a programas de formación y actualización del profesorado, los cuales permitan que los docentes lleguen a ser usuarios competentes, autónomos, selectivos y críticos de las TD, tanto para la realización de tareas propias, como para su incorporación a la práctica docente.
- b) La necesidad de contar con un diagnóstico completo sobre las condiciones actuales de la infraestructura física de las escuelas de educación básica, así como de la disponibilidad de personal de soporte técnico en las mismas, para poder analizar la viabilidad de instalar el equipamiento tecnológico que los proyectos requieren.
- c) La conveniencia de concebir modalidades de uso de las TD en las que éstas se articulen con el uso de otros recursos, como los que existen en un laboratorio de ciencias en la escuela secundaria o de materiales de uso cotidiano en experimentos para la educación primaria, con el fin de que la tecnología no desplace las prácticas usuales que han resultado exitosas.
- d) La conveniencia de diseñar modelos de implementación de uso de TD a la educación, en los que se guarde un equilibrio en la inversión en equipamiento, desarrollo de contenidos y formación docente.
- e) La necesidad de tomar en cuenta los resultados de investigación sobre los procesos de transferencia de competencias desarrolladas por los alumnos en entornos tecnológicos de aprendizaje a otros contextos, con objeto de evitar, en el ámbito de la evaluación del aprendizaje, la falsa expectativa de que dicha transferencia es espontánea e inmediata.
- f) La necesidad de concebir modelos de incorporación gradual de las TD a la educación básica y con un plan de seguimiento de largo plazo. Esto evitaría la aplicación de evaluaciones prematuras de los proyectos sobre procesos que requieren de un tiempo prolongado para mostrar sus efectos.

3.2 Laboratorios

3.2.1 Secundaria general

En general, las prácticas de laboratorio que se llevan a cabo en cada curso son escasas. En la mayoría de los casos se carece del material adecuado, mobiliario e instalaciones que permitan llevar a cabo las actividades de tipo experimental de forma segura y exitosa, lo cual se usa como pretexto para ni siquiera intentar realizarlas. Cuando se llevan a cabo, la experimentación se concibe como una rutina de comprobación de resultados, que han sido enunciados previamente por el profesor, y no como una actividad de prueba de hipótesis o anticipaciones que favorezca la búsqueda de explicaciones racionales a los fenómenos estudiados.

La SEP considera que los laboratorios por asignatura son prescindibles, así, muchas actividades experimentales propuestas o avaladas por la SEP se realizan en el salón de clases, en los patios de la escuela y hasta en las casas de los alumnos como tareas. Se sugiere que se realicen con materiales sencillos y de bajo costo, que los procedimientos sean seguros y fáciles de realizar.

Considerando los Programas de Estudio de 1993, aún vigentes para los estudiantes del tercer grado de secundaria, las pocas y convencionales actividades de laboratorio se incluyen usualmente como parte de los libros de texto, insertándolas a lo largo de los temas para presentar o concluir los principales aspectos de un concepto dado. Tanto en los textos como en la práctica docente cotidiana, estas actividades son del tipo de “recetas de cocina”, con énfasis en seguir instrucciones, paso a paso, principalmente para recolectar datos (por ejemplo, ir a una farmacia para recopilar información acerca de antiácidos). Se pone poca o nula atención en la planeación de una investigación o en la interpretación de los datos. Los libros de texto, los manuales de laboratorio y los maestros enuncian el procedimiento que debe seguirse e, incluso, dan la tabla en la que deben registrarse los datos (Alvarado, 2007).

En los Programas de Estudio 2006 de Ciencias I (con énfasis en Biología), Ciencias II (con énfasis en Física) y Ciencias III (con énfasis en Química) se indica que los conceptos deben asociarse con la práctica y la acción mediante el desarrollo de proyectos, como una estrategia didáctica en la que los alumnos, a partir de su curiosidad, intereses y cultura, den respuestas, por sí mismos, a las preguntas que ellos plantean, utilicen procedimientos científicos cada vez más rigurosos y reflexionen acerca de actitudes propias de la ciencia. Se plantean tres posibles tipos de proyecto: a) científicos, b) tecnológicos y c) ciudadanos; sin embargo, difícilmente pueden llevarse a cabo en las condiciones actuales de las escuelas.

3.2.2 Telesecundaria

Las prácticas de laboratorio representan una parte importante en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias naturales, sin embargo, 56.64% de las escuelas telesecundarias carece de este espacio. Los modelos educativos

de secundarias generales y técnicas consideran la realización de prácticas de laboratorio en espacios específicos para biología, física y química, en tanto que en telesecundaria, a pesar de contar con la existencia de laboratorios, anteriormente descrita, y ante la carencia de los insumos básicos para el desarrollo de las prácticas, se opta de manera frecuente por efectuar dichas actividades al interior de la propia aula, con materiales que pueden obtenerse del entorno.

El modelo renovado de telesecundaria busca subsanar estas carencias a través de la incorporación del *software* educativo, que por medio de simuladores permite a los alumnos de telesecundaria comprobar los contenidos curriculares de biología, física y química. Esto incluye la incorporación de proyectos ya existentes como los de ECIT (Enseñanza de las Ciencias Naturales con Tecnología). Aun cuando las aulas de primer grado cuentan con los materiales educativos para trabajar el programa de Ciencias I en DVD, no se cuenta con la información sobre la presencia del equipamiento tecnológico que posibilitaría esta alternativa al laboratorio de Ciencias naturales.

3.2.3 Bibliotecas

Biblioteca para la Actualización del Maestro (BAM) y Biblioteca Normalista (BN)

En el año 2000 se publicaron y distribuyeron gratuitamente en el ciclo de secundaria dos veces y media más títulos para los docentes que para los alumnos. La principal razón para impulsar una producción tan vasta es el reconocimiento del papel fundamental que desempeña el maestro en el proceso educativo y en el mejoramiento de la calidad educativa. Este universo abarca los materiales que, para apoyar la práctica docente, se distribuyen a todos los profesores: los editados para actualización de quienes sólo reciben los cursos o talleres respectivos, y los de la Biblioteca para la Actualización del Maestro (BAM) y la Biblioteca del Normalista (BN) (Bonilla, 2000).

La BAM es una colección orientada a satisfacer las necesidades de información general y pedagógica planteadas por los propios docentes y directivos de educación básica. En principio, estos libros se proporcionan de manera gratuita, a solicitud expresa de cada maestro, de acuerdo con sus intereses particulares. Dado que la demanda varía en cada entidad, la disponibilidad depende de las condiciones de cada estado. Sin embargo, los docentes suelen quejarse de que no se les proporcionan.

La BN está destinada a directivos, profesores y alumnos de escuelas normales, con el objeto de apoyar la reforma curricular de las licenciaturas que en ellas se ofrecen, algunos retoman los resultados de la investigación educativa en diversos campos disciplinarios y de la educación.

3.2.4 Centros de Maestros

Actualmente existen 574 Centros de Maestros en todo el país, los cuales tienen salas de estudio, aulas equipadas con TV y videocassettera, antena y decodifica-

Figura 2. Series de las videotecas escolares relacionadas con ciencias naturales

Series de las videotecas escolares relacionadas con Ciencias naturales			
Título	Volúmenes	Programas	Duración en min.
Los dinosaurios	4	4	240
Universo interior	6	6	315
Biología	2	8	128
Testigo ocular	8	26	721
Planeta Tierra	7	7	420
Enciclopedia Galáctica	5	24	250
El mundo de la Química	13	26	780
El cerebro	5	5	261
Física elemental	2	6	129
Salud y adolescencia	1	3	94
Sexualidad y adolescencia	1	5	109
Mitos y realidades acerca del SIDA	1	1	60

dor de la señal de satélite. Dos de ellas con módulos de Enciclomedia. Asimismo, cuentan con un acervo bibliográfico actualizado y amplio de 13 348 ejemplares disponibles, con un total de 2 455 títulos muy diversos, para todas las asignaturas y para poder profundizar en las características de la educación básica.

En dichos centros los profesores pueden encontrar diversos videos (51 de ellos específicamente de ciencias naturales) y audiocasetes (27 avocados a temas de ciencia). Para obtener mayor provecho de esta infraestructura, se distribuyeron a todas las escuelas secundarias videotecas integradas por series que apoyan la enseñanza de los contenidos de todas las asignaturas del currículo.

Al mismo tiempo se publicaron dos libros con recomendaciones generales sobre el uso del video en el aula y con orientaciones particulares sobre el contenido y posible utilización de las series que componen los acervos distribuidos.

Aunque no hay estudios que permitan evaluar el impacto de estos materiales cuando se asiste a talleres o se imparten cursos con maestros de educación básica, es común que mencionen que no los conocen y que tampoco asisten a las bibliotecas de los centros de maestros, aunque acudan a éstos para presentar exámenes, tomar cursos con valor a Carrera Magisterial o realizar trámites relacionados.

3.3 Consideraciones finales

- Para lograr el impacto esperado, los recursos de apoyo deben estar articulados con la práctica docente.
- Es importante fortalecer y apoyar la experimentación en el aula como una forma para que los alumnos busquen respuestas a sus preguntas, no para

“verificar” resultados, y sin introducir paquetes o modelos ajenos a nuestra realidad nacional.

- Con respecto a las tecnologías digitales, es indispensable efectuar un diagnóstico completo sobre las condiciones actuales de la infraestructura física de las escuelas de educación básica y de la disponibilidad de personal de soporte técnico en ellas.
- Es conveniente diseñar modelos de implementación de uso de la tecnología digital en la educación, en los que se guarde un equilibrio entre la inversión en equipamiento, el desarrollo de contenidos y la formación docente.
- El éxito en la integración de nuevas tecnologías en el aula depende en gran medida de que los maestros sean usuarios competentes; no sólo en términos del uso de la tecnología, sino de la manera de insertarla en sus estrategias didácticas.
- Con respecto a la telesecundaria, los componentes didácticos del modelo han sufrido modificaciones; sin embargo, no se han impulsado cambios integrales cuyo cometido sea asegurar la capacidad compensatoria de la modalidad: sus estudiantes no han podido lograr resultados de aprendizaje equiparables a sus pares que asisten a las otras modalidades. Tampoco se ha previsto el trabajo con la diversidad lingüística y cultural de sus destinatarios potenciales. ▣

Parte II

Los problemas de la enseñanza de las ciencias naturales: ¿qué falta por hacer?



Capítulo 4.

El currículo oficial de ciencias para la educación básica y sus reformas recientes: retórica y vicisitudes

María Teresa Guerra Ramos

El currículo puede entenderse desde distintas perspectivas: a partir de su función social como un proyecto o plan educativo, como la expresión formal y material de ese proyecto, como un campo de aplicación práctica y como actividad académica e investigadora (Sacristán, 1998). En este ensayo se intenta hacer una reflexión crítica sobre el currículo oficial de ciencias para la educación básica y sus reformas más recientes. Es decir, el centro de interés es reflexionar sobre la expresión formal y material del proyecto educativo para enseñar ciencias naturales a cerca de 25 millones de niños y adolescentes que asisten a las escuelas de educación preescolar, primaria y secundaria en México. Se hace referencia, entonces, a las propuestas curriculares vigentes relacionadas con ciencias e incluidas en el Programa de Educación Preescolar de 2004, el Plan y Programas de Estudio de Educación Primaria de 2009 y los Programas de Estudio de Ciencias para Educación Secundaria de 2006. Esto se hace sin perder de vista que la propuesta curricular para la educación primaria se está generalizando paulatinamente y este proceso concluirá en el ciclo escolar 2011-2012. Esta propuesta, en principio, habrá de concretar la articulación con los otros dos niveles.

El currículo oficial es un instrumento altamente configurador de la realidad escolar. A partir de él se definen y derivan aspectos pedagógicos y administrativos, la generación de materiales educativos, lineamientos de evaluación e innovaciones potenciales a la práctica pedagógica, entre otros. En el SEN, uno de los instrumentos predilectos para el mejoramiento de la enseñanza en la educación básica ha sido la reforma al currículo oficial. Las propuestas curriculares han sido de alcance nacional, se gestionan e impulsan desde la Secretaría de Educación Pública, y son diseminadas mediante documentos y publicaciones oficiales que tienen un carácter prescriptivo y obligatorio.

Si bien el contexto y la cultura escolar tienen un profundo impacto en las prácticas pedagógicas, también los elementos de política educativa, como las reformas curriculares, actúan como fuerzas externas, diseñadas específica-

mente para orientar las prácticas en cierta dirección. Las interacciones entre los aspectos externamente impuestos a la práctica pedagógica y los aspectos internamente construidos, como el pensamiento y las percepciones de los docentes, aún no han sido totalmente entendidas y tampoco suelen considerarse en la elaboración de las reformas curriculares relacionadas con la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica. Aún se sabe relativamente poco acerca de cómo este tipo de aspectos externos impactan en el pensamiento de los docentes y cómo ellos responden, en el terreno de la acción pedagógica, a tales instrumentos (Müeller y Bentley, 2007).

El argumento central en este texto es que las propuestas curriculares más recientes para la enseñanza de las ciencias, como elementos de política educativa, siempre parecen estar bien intencionadas y diseñadas. Sin embargo, aún pueden ganar congruencia entre su enfoque, metas educativas, propuesta didáctica y selección de contenidos. Es decir, una mayor congruencia en cuanto a la respuesta que ofrecen a cuestiones centrales como: ¿para qué enseñar ciencias en educación básica?, ¿qué se espera que los estudiantes aprendan?, ¿cómo enseñar ciencias? y ¿qué contenidos deben enseñarse? El diseño de nuevas propuestas curriculares no debería dejar de considerar que su concreción en las aulas requiere de algo más que buenas intenciones. Es necesario aún reflexionar y dar seguimiento a su implantación, y particularmente no perder de vista a los docentes, actores clave. Las reformas imponen a los docentes retos que no son triviales y sólo serán exitosas en el largo plazo si se logran establecer las condiciones propicias y los apoyos pertinentes para que echen raíces.

4.1 Las reformas curriculares en ciencias y su retórica

En muchos países, la educación en ciencias se ha convertido en un área de serios esfuerzos de política educativa a partir de un verdadero reconocimiento de las fallas en su práctica y los resultados desalentadores que obtienen los estudiantes. El involucramiento de grupos académicos y sectores amplios de la sociedad con las instituciones científicas y educativas ha logrado echar a andar ambiciosos proyectos curriculares. La genuina concientización en el nivel social de que hay un problema crítico e impostergable que atender ha jugado un papel importante. Si bien en México tal concientización empieza a despuntar, las reformas curriculares más recientes han sido iniciativa de la misma SEP en el contexto de nuevos periodos de administración sexenal y reacomodos políticos. Las reformas curriculares en México están más determinadas por los tiempos políticos (*politics*) que por un verdadero proyecto educativo de largo plazo (*policy*).

Uno de los vehículos más poderosos de la reforma educativa es y ha sido la retórica pedagógica oficial (Guerra, 2005, 2006), por ello es necesario introducir esta noción antes de comentar varios aspectos de las más recientes propuestas

curriculares. Sus principios, aproximación y propósitos en aspectos relacionados con la enseñanza de las ciencias pueden ser considerados como vanguardistas y bien intencionados. Los documentos asociados a ellas hacen uso de una retórica pedagógica oficial que describe una visión idealizada de la ciencia escolar. Se trata del cuerpo de ideas y el lenguaje característico generalmente impreso en los documentos y programas que expresan lineamientos, perspectivas, propósitos y una visión particular de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en las escuelas de educación básica.

La retórica oficial ha sido construida a través de los años y muchos actores se han involucrado en su desarrollo: elaboradores de política educativa de alto rango en la Secretaría de Educación Pública, equipos técnico-pedagógicos, autores de libros de texto, consultores externos (investigadores educativos y expertos en áreas científicas), representantes del sindicato de maestros y, aunque no de manera decisiva, docentes en servicio. Todos ellos han contribuido a la elaboración del discurso oficial con sus propios marcos de referencia, interpretaciones y puntos de vista en un proceso de generación de documentos y materiales educativos, teniendo como punto de partida los programas oficiales de cada nivel educativo. La retórica oficial resulta entonces de un proceso complejo en el que las voces individuales que la conformaron se funden en un sólo discurso y ya no pueden ser reconocidas.

La retórica pedagógica oficial intenta persuadir y justificar, describiendo los beneficios de enseñar ciencias bajo ciertas directrices y se presenta como una visión unificada en los documentos oficiales. Por ejemplo, alienta a los docentes a evitar el aprendizaje memorístico, a enfatizar temas como la preservación de la salud y la protección del medio ambiente, así como a favorecer el desarrollo de competencias. Tales intenciones son irreprochables, pero como cualquier persona con cierta familiaridad con los ambientes escolares sabe, la realidad de los salones de clase es rica y compleja, y no se transforma mecánicamente con la introducción de nuevas disposiciones o iniciativas oficiales.

El reconocimiento de que hay diferencias sustanciales entre las reformas curriculares tal como se plantean en los documentos y su interpretación por parte de los docentes (y otras personas involucradas en la empresa educativa), su operacionalización en la práctica pedagógica, y la versión de las mismas que experimentan los estudiantes, ha sido ya clarificado y enfatizado en diversas investigaciones, v.gr. Jackson, 1968; Goodlad, 1979. Tal reconocimiento es, sin embargo, frecuentemente pasado por alto en las iniciativas de política educativa. Lo que se ha denominado aquí como retórica pedagógica oficial es un conjunto de ideales que existen sólo en documentos; el razonamiento y la acción pedagógicas tienen su propio ámbito.

Algunos de los aspectos más sobresalientes que en materia de retórica educativa para la enseñanza de las ciencias se han planteado en el contexto mexicano se presentan a continuación, extraídos de los múltiples documentos de las reformas curriculares más recientes.

4.1.1 La retórica de la renovación de la enseñanza: ruptura entre enfoques y contenidos

Enseñar ciencias es una profesión creativa, intrincada y multifacética. Es también una forma de interacción humana que por definición involucra la intención de ayudar a otros a aprender, es decir, a apropiarse de nuevas ideas, habilidades, procedimientos, actitudes, valores, etc., relacionados con el mundo de las ciencias. Las reformas al currículo oficial de ciencias más recientes, al igual que casi cualquier propuesta de cambio educativo similar, han traído consigo una concepción renovadora de su enseñanza.

No se intenta hacer aquí una caracterización puntual de las prácticas pedagógicas más generalizadas en cada nivel de la educación básica, sin embargo, de sobra se sabe que las formas de enseñanza más comunes siguen obedeciendo a un modelo de transmisión-recepción donde el énfasis sigue puesto en la nomenclatura, la información científica y su repetición. En esencia éste es el modelo pedagógico que la mayoría de los docentes probablemente experimentaron en la escuela y durante su formación. La retórica pedagógica oficial, como se comentó antes, en su carácter persuasivo y justificador, tiene la finalidad de plantear una concepción renovadora de la enseñanza. Los Programas de Estudio de Educación Primaria (SEP, 2009 y 2010), por ejemplo, plantean la necesidad de que el estudiante fortalezca habilidades para la investigación, el uso y la búsqueda de fuentes adecuadas de información, la elaboración de predicciones e hipótesis, el diseño de experimentos sencillos, la organización de información, la construcción de modelos explicativos y funcionales de lo que observe, plantee o analice, así como la comunicación y argumentación de resultados y conclusiones.

En forma similar, el Programa de Estudios de Ciencias para Educación Secundaria (SEP, 2006b) recomienda proporcionar una educación científica para que los estudiantes, entre otras cosas, desarrollen habilidades del pensamiento científico, reconozcan las ciencias como actividades humanas en permanente construcción, valoren críticamente el impacto de la ciencia y sus aplicaciones en el ambiente natural, social y cultural, y comprendan gradualmente los fenómenos naturales desde una perspectiva "sistémica". Se trata de una orientación hacia una formación científica básica, como un elemento de una educación integral que pretende formar ciudadanos con una serie de competencias. Curiosamente, el perfil de egreso de la educación básica (SEP, 2009, 2010) está definido en términos de competencias para la vida, pero de los programas de ciencias de educación primaria y secundaria sólo se dice que promueven el desarrollo de competencias, sin especificarlas para cada grado. Resulta claro que elementos como los anteriores, enunciados de manera genérica, intentan reorientar y renovar lo que sucede día a día en la clase de ciencias y particularmente lo que el docente, en su papel, hace en ese contexto.

Ya se ha sugerido (Sandoval, 2006; Candela, 2006) que un modelo pedagógico que se considera coherente para un nivel educativo no siempre se ve

reflejado en la estructura de los contenidos curriculares, y de hecho suelen presentarse serias incongruencias entre ambos. Para los niveles de educación primaria y secundaria, la concepción renovadora de la enseñanza de las ciencias que se presenta en los documentos oficiales de las reformas contrasta sistemáticamente con la cantidad de contenidos preescritos que a su vez sirven de base para la elaboración de materiales de apoyo a la enseñanza como libros de texto.

Un vistazo a la densidad de los contenidos propuestos y su posible distribución temporal de acuerdo con la carga horaria semanal para las asignaturas de ciencias, tanto en educación primaria como en secundaria, hace evidente que para “cubrir” un programa de estudios y cumplir con las expectativas del sistema, los docentes y los estudiantes deben estar constantemente abrumados. La concepción renovadora de las ciencias explícita en la retórica pedagógica oficial encuentra muchos obstáculos, pero uno central es su falta de congruencia con la estructura interna y la cantidad de contenidos en los programas de asignatura para cada grado.

Muchas confusiones se han generado también de la introducción del término competencias. Un enfoque de enseñanza basado en competencias sólo tiene un reflejo pálido y una concreción asistemática en los programas curriculares oficiales. Sólo el programa de preescolar define competencias por desarrollar. A pesar de que tanto el nivel de preescolar como los de primaria y secundaria teóricamente deben contribuir al logro del perfil de egreso, la falta de claridad y orientación para los docentes hace simplemente improbable que la enseñanza se oriente en la dirección deseada.

4.1.2 La retórica de la formación integral de los estudiantes: la ruptura entre las metas y los contenidos

En las últimas décadas hemos sido testigos de reformas educativas que proponen metas muy loables para la educación científica, aunque éstas han sido muy ambiciosas. Loables porque es imposible negar el papel que tiene la ciencia en la cultura general y en la educación elemental de todo ciudadano, ambiciosas porque las reformas proponen programas sobrecargados con tópicos numerosos y especializados, sobre todo en educación secundaria, cuya enseñanza deja a los estudiantes con una idea confusa de lo que se aprende, una actitud ambivalente o negativa hacia las ciencias, y herramientas intelectuales insuficientes para analizar las contribuciones de las ciencias y las personas que se dedican profesionalmente a ellas (Osborne *et al.*, 2003). Aún no se ha resuelto el dilema de ofrecer una educación científica básica que ofrezca conocimientos y habilidades generales o una formación especializada que sirva de antecedente a quienes optan por ésta como una opción vocacional.

Aunque la contribución del estudio de las ciencias a la formación integral de los educandos se ha incorporado al discurso educativo, su concreción a nivel de propuestas didácticas formalmente expresadas en el currículo y reflejadas en

la selección de contenidos, su estructura, organización y secuenciación sigue siendo una tarea incompleta. Ciertamente se ha logrado en educación preescolar, el único nivel con una visión sobre la función de la escuela en el desarrollo integral de los niños y las niñas en edad preescolar. Se trata de un nivel centrado en los educandos y sus formas de aprender, que adopta una enseñanza organizada por áreas de desarrollo alrededor de competencias y sus habilidades correspondientes. La exploración del conocimiento del mundo natural, como un campo formativo, se integra en la propuesta con otros que igualmente apuntan a formar competencias. Sin embargo, la integración en la práctica se enfrenta con pocos materiales y recursos para la enseñanza y la escasa formación de las educadoras en ciencias, quienes tienden a dejar de lado este campo formativo.

Una importante fuerza impulsora de las reformas curriculares en educación primaria y secundaria ha sido la sustitución de esquemas que duraron por décadas y en los que la enseñanza de las ciencias no se percibía (por los reformadores) como algo que tuviera el lugar y el peso que merecía. Por ejemplo, el documento base de la reforma curricular de educación primaria (SEP, 1993) criticaba implícitamente el esquema curricular previo por poner demasiado énfasis en la información científica y en temas aislados, por prestar poca atención al desarrollo de habilidades y por una escasa cantidad de actividades prácticas. Juzgando por los contenidos a cubrir de acuerdo con los programas de la reforma de 2009, el fuerte énfasis en la información aún no está resuelto.

La más reciente propuesta curricular de la asignatura denominada Ciencias naturales para la educación primaria se introdujo en el ciclo escolar 2009-2010, momento en el que se inició con la generalización del programa de sexto grado y el libro de texto correspondiente. En esta propuesta se asignan tres horas semanales a la asignatura a partir de tercer grado y los contenidos se agrupan en seis ámbitos:

- La vida
- El cambio y las interacciones
- Los materiales
- El ambiente y la salud
- El conocimiento científico
- La tecnología

Algunos rasgos de esta propuesta curricular, tal como se expresa en los programas de estudio de quinto y sexto grado, son la inclusión de cinco bloques que consideran varios temas y proyectos de integración en relación con aprendizajes esperados, correspondientes a varios ámbitos y sugerencias didácticas asociadas. Se afirma que la orientación de la asignatura es hacia la formación científica básica sustentada en competencias. Sin embargo, la interpretación de las sugerencias didácticas en la elaboración de libros de texto dio lugar a materiales que siguen una secuencia temática abrumadora y ponen la

búsqueda, la aplicación y la comunicación de información al centro de las actividades de aprendizaje (Guerra y López, 2011). Esta nueva propuesta curricular requiere de un seguimiento mediante el análisis de libros y estudios al interior de los salones de clase. Los resultados de tal seguimiento serían de utilidad para dar coherencia interna a los programas y una transición armoniosa entre los niveles de educación básica.

En el contexto de la Reforma de la Educación Secundaria (RES), los programas de Ciencias I, II y III con énfasis en Biología, Física y Química, respectivamente (SEP, 2006c), tienen asignadas seis horas semanales, lo cual brinda a estas asignaturas una presencia importante en el currículo. Algunas diferencias sustanciales entre los nuevos programas y los del plan de estudios de 1993 para este nivel incluyen un desglose de contenidos conceptuales y una explicitación de los aprendizajes esperados en términos de conocimientos, procedimientos, valores y actitudes, así como el trabajo por proyectos. Esto, en principio, es coherente con la declarada finalidad de orientar el estudio de las ciencias hacia una formación científica básica “que implica potenciar el desarrollo cognitivo, afectivo, valoral y social de los adolescentes, ayudándoles a comprender más, a reflexionar mejor, a ejercer la curiosidad, la crítica y el escepticismo, a investigar, opinar de manera argumentada, decidir y actuar” (SEP, 2006b: 35).

La perspectiva formativa e integradora que se propone ha quedado mejor plasmada en el programa de Ciencias I que, concentrándose en cuatro ideas centrales en Biología (biodiversidad, nutrición, respiración y reproducción), pretende aportar una formación en la que los contenidos tienen una gran relevancia para los adolescentes sin caer en temas excesivamente especializados. Esto parece ocurrir en menor medida en los programas de Ciencias II (con énfasis en Física) y III (con énfasis en Química), que son casos extremos de incongruencia entre un enfoque “formativo” y la selección de contenidos especializados. En estos programas la secuencia de los contenidos de la disciplina reflejan saltos abruptos de lo concreto y cotidiano hacia lo abstracto y formal (por ejemplo, de la observación del movimiento de objetos comunes a las Leyes de Newton; de las características de materiales ordinarios a los modelos atómicos, de la diversidad de sustancias conocidas a la tabla periódica de los elementos y la noción de enlace químico). Esto favorece poco a que los adolescentes avancen de una comprensión personal de los fenómenos y procesos estudiados (ligada a lo observable y práctico) para avanzar después firmemente hacia explicaciones y modelos abstractos. Las dificultades conceptuales que pueden originarse a partir de estos saltos abruptos son predecibles, aunque sólo un seguimiento cercano de investigación en el aula podría documentarlos.

La nueva propuesta curricular se implantó en el nivel nacional desde el ciclo 2006-2007, pero no ha estado exenta de intensos debates y renuencia por parte de los docentes, quienes en muy poco tiempo han tenido que ajustarse a nuevos programas y materiales. La retórica de la formación integral de los estudiantes se ve entonces opacada por su falta de congruencia en la estructura de los programas de estudio. Difícilmente estas incongruencias pueden

ser atribuidas a la mala fe. Las propuestas iniciales en las que suelen participar individuos concretos pasan después por un complejo proceso de transformación en el cual se incorporan de manera poco previsible las visiones de actores internos y externos a la SEP, y en el cual los compromisos y los tiempos políticos tienen una marcada influencia. El currículo oficial termina siendo entonces el resultado apresurado de los compromisos que asume la SEP con una diversidad de actores y su dinámica interna, sin que prevalezca una visión congruente y clara en cuanto a metas educativas.

4.1.3 La retórica de comunicar una imagen de las ciencias: ruptura entre ideales curriculares y el pensamiento docente

Una inercia evidente en las nuevas propuestas curriculares de primaria y secundaria es la intención expresa de comunicar a las nuevas generaciones una imagen contemporánea de las ciencias en la que personas reales ponen en práctica valores, actitudes y métodos particulares (por ejemplo, trabajo colectivo, curiosidad, escepticismo informado, observación, experimentación y pensamiento crítico) y en la cual los productos de las ciencias tienen una conexión con asuntos cotidianos muy cercanos a la realidad de los estudiantes. Permea la intención de que la ciencia escolar contribuya a la formación de ciudadanos activos, bien informados y críticos, sin evidencia empírica alguna de que esto pueda alcanzarse siguiendo los lineamientos de la retórica oficial relacionada con la enseñanza de las ciencias.

Las propuestas también enfatizan una visión de las ciencias como una empresa colectiva humana que ha generado cuerpos de conocimiento bien organizados y fundamentados, que están en constante crecimiento, revisión y transformación. La intención de promover tal imagen ha sido incorporada en la retórica oficial de la enseñanza de las ciencias contenida, como se comentó antes, en los documentos base y materiales de apoyo. Sin embargo, las ideas y representaciones acerca del mundo de las ciencias que desarrollan los docentes, y que tienen altas probabilidades de comunicar en las aulas, distan mucho de esa imagen idealizada.

Cuando se hacen esfuerzos por incluir en la ciencia escolar contenidos y aproximaciones pedagógicas nuevas, es pertinente dedicar alguna atención a cómo las representaciones, los conocimientos y las prácticas de enseñanza de los maestros pueden interactuar con las innovaciones. Para ilustrar algunos efectos que se derivan de la incorporación de la idea tan loable de incorporar una imagen de la ciencia como una actividad intelectual humana y colectiva en los nuevos programas oficiales, se comentan aquí brevemente algunos resultados de un trabajo anterior (Guerra, 2005, 2006). Al explorar —mediante preguntas contextualizadas en situaciones pedagógicas y entrevistas— las ideas de los docentes de primaria en relación con las personas dedicadas a las ciencias y sus prácticas, la atribución de características personales positivas y propósitos benévolos a los científicos reveló una percepción condescendiente de ellos, cen-

trada en atributos personales y no profesionales, y predominó una percepción de sus actividades restringidas principalmente al laboratorio. Esencialmente, las personas dedicadas a las ciencias fueron percibidas por los docentes como diligentes, solitarias e interesadas en el bienestar social, pero se mantienen ideas muy vagas y superficiales sobre su actividad profesional, los procedimientos que utilizan para explorar el mundo natural, sus áreas de interés, sus contextos y lugares de trabajo. Las habilidades científicas tienden a ser vistas como acciones aisladas, asociadas a la observación y recolección mecánica de información y con referencias muy vagas a propósitos, contextos e ideas científicas asociadas.

Algunos aspectos sobresalientes en las opiniones de los maestros fueron la negación frecuente de que, como temas, los científicos y las habilidades científicas estén presentes en los materiales educativos, y el reconocimiento extendido de poseer una formación científica, que impone serias limitaciones para enseñar ciencias naturales. Lo anterior sugiere que, aunque la intención de comunicar ideas acerca del mundo de las ciencias sea incorporada en los nuevos enfoques y programas de esta materia, tal intención no tiene un impacto inmediato en el pensamiento y en las prácticas de los docentes. Algo pertinente sería discutir la perspectiva que sugiere una visión de las ciencias como la de los docentes estudiados ante propuestas curriculares que aún no superan del todo el dilema de la extensión de lo que se debe enseñar, su relevancia y profundidad de tratamiento.

4.2 Algunas dificultades de las reformas curriculares

Akker (2003), Atkin y Black (2003) discuten ampliamente las dificultades que las reformas curriculares en ciencias han generado en el plano internacional. Sugieren que no hay ninguna fórmula de aplicación general o de efecto rápido. A pesar de las complicaciones inherentes a toda experiencia de reforma educativa, nos sugieren ser reflexivos y, sobre todo, aprender de las experiencias pasadas de implantaciones masivas y verticales sin una visión de largo plazo. No debiera perderse de vista que las reformas curriculares más estudiadas, como la que se implementó en Inglaterra en 1989, sugieren que se requiere de entre 10 y 15 años para observar cambios sustanciales en el sistema educativo, en las prácticas docentes y en el aprendizaje de los estudiantes. A continuación se comentan algunas de las dificultades más evidentes en el marco del apresurado ritmo reformista en materia curricular que nos aqueja en México en los últimos años.

4.2.1 Las reacciones de los docentes a los cambios curriculares

Muchos estudios sobre la ejecución de iniciativas gubernamentales, estrategias de enseñanza, materiales didácticos, programas de formación de maestros, entre otros, han sugerido que existen “resistencias”. Sin embargo, rara vez ocurre que simplemente nada cambie; los agentes involucrados en los

procesos innovadores dan la impresión de reaccionar y cambiar. El problema parece ser que el cambio no es siempre de la rapidez y el sentido previstos, o de la magnitud o duración esperada. Refiriéndose a los maestros de educación primaria, Arnaut (1998) señala que generalmente tienden a resistir al cambio, sobre todo aquel que se intenta promover "desde fuera, desde detrás del escritorio, desde el poder político y la sociedad misma". ¿Por qué es el magisterio tan renuente al cambio? Arnaut sugiere que al menos parte de la respuesta se halla en su organización sindical fuertemente centralizada y conservadora, una resistencia casi tradicional e institucionalizada (p. 207).

Por otra parte, los docentes parecen tener una agenda propia, es decir, prioridades, necesidades y expectativas que influyen en sus reacciones a los procesos de reforma. Tal vez sea necesario relativizar la noción de resistencia a la innovación y situarla en contextos específicos. Como sugiere Bungum (2003), a propósito de sus estudios de caso sobre docentes implantando Tecnología como una nueva asignatura, tal vez no sea lo más conveniente para todos, pero necesitamos adaptarnos a un mundo en el que quienes enseñan tienen mentalidad y pensamiento propios.

La experiencia internacional y la investigación educativa han señalado también que las propuestas curriculares innovadoras no logran transformar de manera automática, inmediata y sostenida las prácticas pedagógicas, en parte debido a la falta de esquemas de formación en servicio que apoyen su introducción gradual y sistemática (Atkin y Black, 2003). Sin embargo, aún en muy pocas oportunidades se ha analizado con detenimiento la experiencia acumulada y las prácticas docentes en su contexto como punto de partida para cualquier transformación y mejoramiento real de la calidad de la enseñanza.

En México se ha apostado a que las nuevas propuestas curriculares en educación secundaria serán el eje articulador para el cambio y la transformación de las prácticas pedagógicas y para una mayor eficiencia en los niveles educativos (*v.gr.* Miranda y Reynoso, 2006). Ésta es una buena apuesta, sin embargo un escepticismo constructivo nos lleva a plantear si ése es el mejor eje articulador del cambio educativo o si otros instrumentos de esta política, utilizados estratégicamente, podrían rendir mejores frutos. Por ejemplo, involucrar a las universidades públicas e instituciones de posgrado en una oferta de esquemas alternativos a los tradicionales para la formación inicial y continua de docentes, en los que se replantee el perfil profesional de un docente de ciencias.

4.2.2 El desfase en los mecanismos de formación docente y desarrollo profesional

En todos los sistemas educativos del mundo existe una gran necesidad de formar docentes capaces de enseñar el amplio y demandante currículo científico que la naturaleza cambiante de la ciencia, la dinámica de los contextos educativos y las innovaciones en estrategias didácticas mantienen en constante evolución. La formación y actualización de estos maestros es siempre insuficiente, ya que los conocimientos y habilidades requeridas no se pueden proveer de una

sola vez y para siempre. Convertirse en un docente de ciencias calificado es un proceso continuo que se extiende desde los años de formación básica hasta el final de una carrera profesional.

De forma posterior a las reformas de educación preescolar, primaria y secundaria que aquí se han mencionado, han seguido los replanteamientos para la formación inicial y en servicio de profesores para la enseñanza de las ciencias. Por ejemplo, los nuevos programas relacionados con su enseñanza, correspondientes al cuarto y quinto semestre de la licenciatura en educación primaria que se imparte en las escuelas normales, se publicaron en 1999 con el fin de dar coherencia a la formación de profesores en relación con los planteamientos de la reforma curricular en educación primaria implementada a partir del ciclo 1996-1997. El desfase temporal ha sido mayor en el caso de las especialidades de física, química y biología en educación secundaria, ya que reformular los planes y programas de un total de diez especialidades, respondiendo a la reforma curricular de 1993 y 2006, ha tomado varios años. La enseñanza integrada de las ciencias que se propone en educación secundaria desde 2006 sigue sin figurar en la formación de profesores. Tales reformulaciones han sido alcanzadas ahora por una nueva propuesta curricular en el marco de la Reforma de la Educación Secundaria (SEP, 2006b) y otra en proceso para la educación primaria. Se cumple nuevamente el adagio de que las reformas e innovaciones en la formación de los docentes suele ir rezagada en relación con las reformas que afectan los niveles de educación básica (Tatto y Vélez, 1997).

Adicionalmente, las escuelas normales siguen ancladas en las añejas prácticas y en el trance de responder a las expectativas que generó el pasar de ser instituciones equivalentes de educación media superior a instituciones de educación superior a partir de 1984. Modificar las prácticas pedagógicas en las instituciones formadoras de docentes es una condición necesaria para cambiar las prácticas pedagógicas en las escuelas. Pero esto no resulta tan simple, al menos en parte, porque la formación de formadores de maestros no tiene atajos ni fórmulas rápidas y porque la planta docente de las normales se renueva con sus mismos egresados, muy lentamente en comparación con las políticas educativas relacionadas con su formación.

Los programas de formación en servicio para docentes de educación básica en México no siempre logran atender sus necesidades profesionales ni involucrarlos a nivel colectivo en el enriquecimiento sistemático de las prácticas pedagógicas reales. En el nivel de concreción individual, cuando los docentes abordan en clase cualquier contenido de ciencias, despliegan su propia comprensión del mismo y a la vez actúan en una situación social compleja (Borko y Shavelson, 1983). Necesariamente restringen, extienden y reorganizan sus conocimientos científicos al mismo tiempo que cumplen con distintas funciones pedagógicas (establecimiento de reglas, exploración de ideas, presentación de nueva información, contrastación de ideas, argumentación, síntesis, etc.). Los modelos de formación de maestros no siempre han respondido a la naturaleza situada y en el nivel de concreción individual de enseñar ciencias, que finalmen-

te implica una socialización planeada y propositiva de ideas y conocimientos, formas de conocer, explorar, argumentar e interactuar.

4.2.3 Los desafíos que las reformas plantean a los docentes

Los desafíos que se derivan de la introducción de enfoques, fines y prioridades de las reformas educativas en la enseñanza de las ciencias son diversos y suelen subestimarse. Llamaré ahora la atención sobre unos cuantos.

Hay un desafío central que plantea una concepción renovadora de la enseñanza de las ciencias, que suele acompañar a toda nueva propuesta curricular. Lo que se les demanda a los docentes es, en esencia, modificar significativamente sus propias prácticas, concepciones y saberes de lo que son las ciencias y lo que implica enseñarlas. Deben transitar, bajo presión normativa, de una total falta de familiaridad con las propuestas innovadoras a un dominio funcional de las mismas en tiempos muy cortos. Pero no son sujetos pasivos, juegan un papel importante en modificar e interpretar los instrumentos y elementos de la política educativa y sus finalidades. Por ejemplo, siempre que sea una opción sin consecuencias desastrosas, pueden poner poca atención o ignorar aquellos propósitos de enseñanza que un nuevo programa de estudios plantee y que ellos consideren poco factibles. También es posible que algunos docentes logren sacar el máximo provecho entre las olas de cambio de las reformas (documentos y materiales de apoyo) y sus aspectos relacionados con la enseñanza de las ciencias; pero aún así, esto les demanda un esfuerzo por hacer sentido de la nueva concepción renovadora de la enseñanza, de su integración con el resto del currículo y con los propósitos generales del nivel educativo en cuestión.

El segundo desafío para los docentes es la dificultad de asimilar e implementar una nueva propuesta curricular cuando la información sobre la misma se difunde lentamente o cuando los materiales de apoyo no se tienen de manera oportuna. Los procesos de renovación curricular aún pueden ganar mucho en transparencia, estableciendo los mecanismos de información necesarios para que quienes son clave en su implantación estén al tanto de sus planteamientos y se sientan tomados en cuenta. Ejecutar una nueva propuesta curricular sin tener toda la información pertinente sobre la misma puede ser contraproducente. Y sin embargo, esto ha ocurrido en múltiples ocasiones y contextos. Las complicaciones también crecen cuando los materiales y recursos de apoyo llegan tardíamente o no llegan, por diversas razones, a las manos de los docentes. En el contexto de la educación pública en México —dependiente en absoluto de los libros de texto y manuales para docentes—, toda reforma es impensable sin sus documentos base, pero particularmente sin materiales impresos de apoyo para su desarrollo. El espacio para analizar, interpretar, obtener y elaborar sus propios recursos didácticos por parte de los docentes está muy acotado tanto por la cultura escolar como por las influencias externas a la escuela. La falta de información y recursos no es el único factor involucrado, pero abonó muchas de las controversias y críticas a la Reforma de la Educación Secundaria.

Otro desafío para los docentes que imponen las reformas curriculares recientes en educación primaria y secundaria, en sus componentes relacionados con la enseñanza de las ciencias, es la incorporación y articulación de una imagen de las ciencias como áreas de actividad intelectual y profesional humana, que resulte atractiva y estimulante, tal como se proponen en el contexto educativo en México y en otros países. Este reto no es insignificante si se considera la modesta educación en ciencias que ofrecen las instituciones formadoras y las pocas oportunidades que tienen los maestros para familiarizarse con las personas, los métodos, los procesos y las prácticas sociales de las comunidades científicas. Más comúnmente, los docentes se sienten ajenos al mundo de las ciencias, a pesar de su importante labor al introducir a niños y jóvenes a ese mundo cuyo conocimiento, dice Fumagalli (1997), es un derecho de las nuevas generaciones, una herencia cultural inalienable.

4.3 Consideraciones finales

Las reflexiones que aquí se han expuesto atañen principalmente a la dimensión del currículo como expresión formal de un proyecto educativo. Las cuestiones de acceso, calidad y aprovechamiento en la enseñanza de las ciencias no deben separarse de otros aspectos más generales, como los que se han planteado. Una enseñanza de las ciencias efectiva puede encontrarse más probablemente en escuelas efectivas, y esto tiene que ver con la administración escolar que afecta las labores cotidianas de los docentes en todo lo que se enseña explícita e implícitamente. Las circunstancias deseables en que las escuelas operen en forma regular y transparente, donde el ausentismo y la suspensión de labores por distintas causas no sea un problema, los recursos materiales y financieros sean bien administrados, donde el apoyo y la supervisión pedagógica operen propositivamente y donde la mayoría de los profesores estén bien equipados para su labor parecen una utopía. Sin embargo, los instrumentos de la política educativa suelen orientarse a este tipo de ideales. Las expectativas altas nunca son una desventaja, a menos que en su planteamiento ignoremos los aspectos más elementales de la realidad educativa, y uno de ellos es que los docentes del sistema educativo mexicano siguen al margen de las iniciativas gubernamentales y sin que se le dé la importancia debida a sus formas de hacer y pensar.

Contrariamente a la asunción de que una vez que se introduce una innovación educativa, como es el caso de las reformas curriculares, se da un efecto inmediato y tangible en las prácticas pedagógicas, los docentes no necesariamente las perciben como algo benéfico y de fácil aplicación. Esto no sugiere que debamos culpar a quienes diseñan y proponen las innovaciones en materia de política educativa o pedirles que dejen de hacerlo ni a los profesores por reaccionar lentamente ante las innovaciones. Sigue haciendo falta una mayor reflexión sobre el impacto, los efectos, los tiempos necesarios y los mecanismos de apoyo que favorecen la transformación gradual del sistema educativo a tra-

vés de los instrumentos de política educativa. La implementación de un nuevo currículo oficial suele dar resultados tangibles en lapsos no menores de diez años, al fin de los cuales, si se da un seguimiento cercano apoyado en investigación educativa, surge el momento más oportuno para evaluar y afinar sus logros y carencias. En algunos países se han iniciado ya reformas de largo plazo relacionadas con la enseñanza de las ciencias que están específicamente centradas en el reconocimiento de la riqueza y diversidad de las prácticas pedagógicas y en el desarrollo profesional de los docentes en servicio, más que en la renovación de programas o materiales educativos (Smith y Southerland, 2007).

Es evidente que la complejidad, diversidad y dimensiones de los subsistemas de educación primaria y secundaria en México hacen improbable que una reforma curricular resulte infalible para una transformación y mejoramiento radicales de la enseñanza de las ciencias y de cualquier otro dominio. Sin embargo, aún es posible repensar si los mecanismos que siguen los procesos de reforma son los más fructíferos o si seguiremos siendo testigos de subsecuentes iniciativas que década con década o sexenio tras sexenio intenten, de buena fe, esa suerte de “gatopardismo” mexicano: cambiarlo todo para que sigamos más o menos igual.

Naturalmente, la intención de las reformas recientes en el contexto mexicano, como instrumentos de política educativa, ha sido mejorar la enseñanza y el aprendizaje al interior de las escuelas y de los salones de clase. Sin embargo, proviniendo de la lógica general y normativa de una secretaría de educación, obedecen más a la celeridad que imponen los compromisos y los tiempos políticos, así como a la necesidad de que la administración en turno imponga su sello particular en el terreno educativo. Las reformas curriculares en México no han logrado tener en cuenta su impacto en la vida al interior de las aulas concretas, donde docentes y alumnos interactúan y conforman con su individualidad la parte más sustancial del sistema. Hasta ahora, muy poca consideración se ha dado a la flexibilización de un currículo nacional en respuesta a la diversidad social y cultural del país, y los aspectos de formación y gestión que ello implicaría. Aunque se plantean ejecuciones graduales y pruebas en el aula, se hacen experimentos en la escala nacional con un seguimiento laxo y cuyos resultados poco transparentes suelen usarse para legitimar las propuestas oficiales que pasan y permanecen sin escrutinios sistemáticos. A pesar de las evidencias que sugieren que el cambio en las escuelas y el desarrollo de nuevas propuestas curriculares en ciencias dependen más de aspectos locales en contextos particulares (por ejemplo, un maestro específico ante un grupo concreto, el uso de materiales didácticos y recursos de apoyo disponibles, la administración escolar, entre otros) que de iniciativas federales y documentos normativos u otros elementos externamente impuestos, las reformas educativas han subestimado y, hasta cierto punto, ignorado sistemáticamente el efecto de tales factores. Los tomadores de decisiones y elaboradores de políticas educativas en enseñanza de las ciencias, y posiblemente en otras áreas, deben reconocer que hacer a un lado el papel de los docentes en el proceso de cambio le resta posibilidades de éxito a cualquier reforma educativa. ▣

Capítulo 5.

Materiales educativos y recursos didácticos de apoyo para la educación en ciencias

Ricardo **Valdez González**

En México, los procesos de elaboración de materiales educativos han estado asociados a la implantación de reformas curriculares (Bonilla, 2000). El cambio de planes y programas de estudio también ha incluido modificaciones en las metodologías de enseñanza y los materiales educativos se han convertido en el vehículo de difusión de la interpretación curricular que los profesores deben desarrollar en el aula, así como de una especie de validación social de lo que los alumnos de la educación básica deberán aprender.

Lo anterior, si bien proporciona materiales básicos que apoyan a los docentes para el tratamiento de contenidos, genera una consecuencia no deseada: el uso intensivo de los diversos recursos de apoyo para el aprendizaje que están al alcance de los docentes, con prácticas reproductivas de su contenido, más que de análisis y adaptación del mismo a los contextos y necesidades educativas de los alumnos. Esto coincide con lo planteado por Hewson, Beeth y Thorley (1998), quienes definen el papel que juegan dichos materiales como inherente a la noción de “autoridad”, la cual refiere a las bases sobre las cuales una persona decide aceptar o rechazar información en el proceso de adquisición de conocimiento. Esta autoridad se manifiesta en dos formas: la autoridad interna que es intrínseca al sujeto y se manifiesta cuando alguien hace personal una idea —condición indispensable para la comprensión de un fenómeno o concepto científico— de gran importancia para la construcción cognitiva personal. La otra es una autoridad externa y se manifiesta en varias formas:

- a) De la disciplina —que proviene de los tipos de métodos usados para producir conocimiento y los conjuntos de valores para validar el conocimiento producido por individuos o comunidades de profesionales y donde la cuestión crítica es cómo “pasa” esta autoridad de la disciplina a los alumnos—.

- b) Curricular —proveniente de los contenidos curriculares y material de enseñanza en clase—.
- c) Cultural —aquellas normas culturales y maneras de conocer en una comunidad, así como de valores desarrollados y adquiridos de diversas maneras a través del tiempo—.

Con la intención de definir lo que se entiende por materiales educativos, es necesario señalar que pueden estar dirigidos a ambos procesos del acto educativo: la enseñanza y el aprendizaje. Si bien se encuentran articulados, la enseñanza es el proceso por el cual un profesor propone una estrategia docente —que puede estar ejemplificado en libros para el maestro, ficheros, videos y materiales para la actualización— y cumple un papel para que, en el contexto del aula, los alumnos aprendan lo que es objeto de enseñanza. El aprendizaje de los contenidos —conceptos, habilidades, actitudes— es realizado al interior de los individuos, mediados por interacción con el profesor u otros alumnos, con ayuda de materiales o dispositivos y en el marco de la estrategia dispuesta por el docente (López, 2003).

El cúmulo de materiales a los que nos referiremos incluye una amplia gama de ellos, desde el *software* de simulación hasta el libro de texto (Waldegg *et al.*, 2003):

- Medios escritos, como libros de texto, libros para el maestro y revistas de divulgación; manuales y otros materiales de apoyo.
- Materiales experimentales tipo “paquetes didácticos” o de laboratorio tradicional.
- Medios audiovisuales, como videos educativos, videos de divulgación y programas de televisión.
- Medios informáticos, como programas tutoriales y simuladores.

Si bien existe una gran diversidad de los materiales antes mencionados en los niveles de educación primaria y secundaria, y refiriéndonos a los materiales para la enseñanza, los libros de texto se han revelado como la principal herramienta de apoyo en el aula, tanto en la educación primaria como en secundaria, mientras que, en la educación preescolar, son aún escasos los materiales específicos para la educación en ciencias.

El Estado mexicano ha hecho un notable esfuerzo por dotar de libros adicionales a los de texto a las escuelas públicas del nivel básico, que se ha instrumentado con el Programa Nacional de Lectura desde 2002. Aunque es una importante medida, hasta la fecha adolece de componentes efectivos para la generación de una cultura lectora. Por otro lado, es notoria la importante proporción de títulos de divulgación de las ciencias naturales, aunque para el caso de preescolar, como ocurre con los materiales oficiales, la literatura infantil relacionada con temas de las ciencias que se distribuye en las escuelas es escasa.

5.1 Evolución de la concepción de materiales educativos en México

Recuperando la noción de “autoridad” y la estrecha relación en la elaboración de materiales educativos relacionados con las reformas curriculares, es posible distinguir diferentes momentos o revoluciones de la enseñanza de las ciencias naturales en México (León, 2003) y, asociados a ellos, resaltar las características de los materiales educativos y recursos didácticos de apoyo a la enseñanza que se generaron a partir de dichos cambios.

Para la caracterización de los procesos de investigación del “currículo científico” (Nieda y Macedo, 1998), seguiremos la metodología de análisis propuesta por León (2003). La concepción de currículo —como producto, proceso o práctica social y educativa— determina en gran medida el carácter de su diseño y evaluación, así como la idea y el método de la investigación curricular (Ruiz, 1993). Incluye también el papel que se ha dado a las ciencias en el currículo —la ciencia como una disciplina de conocimiento, como un conocimiento relevante y como uno imperfecto— con base en el trabajo de Wallace y Louden (1998).

Para terminar el encuadre, se añade el análisis sobre la concepción de aprendizaje en que éstas se sustentan, así como de las metas de aprendizaje —desarrollo personal y social, conocimiento de hechos y principios científicos, métodos y habilidades científicas y su aplicación— propuestos en los programas curriculares (Bybee y DeBoer 1994).

5.1.1 La enseñanza de las ciencias naturales y sus procesos de cambio

La pretensión de darle una nueva y renovada posición a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales gestó diferentes movimientos que se tradujeron en propuestas distintas. León (2003) señala que para el caso de Estados Unidos, se distinguen tres movimientos que se presentan en la figura 1.

5.1.2 Las transformaciones en la enseñanza de las ciencias en las últimas décadas

Durante el movimiento que ocurrió a fines de los años cincuenta y que se conoce como primera revolución en la enseñanza de las ciencias, las ideas del psicólogo Jerome Bruner (1960) tuvieron una importante influencia. La meta educativa que compartían estas iniciativas fue la enseñanza del conocimiento científico a través de los métodos de las ciencias. Se desarrollaron materiales educativos que colocaban a los alumnos en situación de recolección de datos en el laboratorio, a manera de “pequeños científicos” y descentrando del proceso de aprendizaje al libro de texto. Los pocos materiales, por ejemplo el Physical Science Study Committee (PSSC) o el Nuffield Science Teaching Project, proponían el estudio de los conceptos fundamentales a profundidad y enfatizaban el pensamiento inductivo para llegar, a partir de los datos, a los conceptos científicos. Si bien estas propuestas contaron con el respaldo de asociaciones de ciencias y de profesionistas de las áreas científicas, las evaluaciones realizadas durante la dé-

Figura 1. Movimientos que incidieron en el desarrollo de propuestas curriculares

Movimiento	Fuentes del currículo	Papel de la ciencia en el currículo	Características de los materiales
Lecciones de objetos	Generado alrededor de 1860, con fuerte influencia de las ideas del pedagogo suizo Pestalozzi. En este movimiento los alumnos deberían aprender del mundo natural a través de la investigación y la experimentación, en lugar de la memorización de lecciones impartidas desde una posición de autoridad. El plan de estudios se integraba mediante lecciones, cada una de las cuales se enfocaba al estudio de un fenómeno o hecho natural	Ciencia como conocimiento relevante	Los materiales desarrollados para apoyar la enseñanza eran parecidos a ficheros de actividades, desligadas unas de otras y, a pesar de la gran cantidad de materiales educativos difundidos, las “lecciones de objetos” no fueron incorporadas por los profesores a su práctica docente
Estudio de la naturaleza interior	Tuvo influencia de las ideas de educadores europeos como Comenius, Rosseau, Pestalozzi y Froebel. Pone en el centro al alumno y su participación directa en el estudio del medio ambiente que lo rodea. Prioriza el análisis de los hechos cercanos al estudiante, más que el estudio de las generalizaciones científicas	Ciencia como conocimiento relevante	Los materiales desarrollados incorporaron temas de posible interés para los alumnos. Se trataba de materiales que serían los precursores de las secuencias didácticas y proponían una estructura didáctica que enfatizaba el pensamiento reflexivo, que se concreta en la presentación de un problema, la formulación de hipótesis, la experimentación para obtener datos y la elaboración de conclusiones
Ciencia elemental	Tuvo como propósito principal la enseñanza del conocimiento y del método científico, puso énfasis en la generalización científica, más que en la presentación de hechos e información. Responde a la exigencia de recursos humanos calificados que requería el proceso de industrialización en Estados Unidos	Ciencia como disciplina del conocimiento	Los materiales fueron los precursores de los “kits” científicos que enfatizaron el aprendizaje de conceptos fundamentales de las disciplinas científicas y de su metodología; promovieron la enseñanza basada en la lectura de textos estructurados en relación con las generalizaciones científicas

cada de los ochenta para conocer los resultados de estos proyectos mostraron su fracaso, a pesar de la gran cantidad de recursos financieros invertidos y del esfuerzo de cientos de profesionales: los cambios en los salones de clase eran mínimos y el número de estudiantes interesados en estudiar una carrera científica continuaba siendo muy bajo.

En el caso de México, los grupos que participaron en las reformas curriculares que se realizaron durante la década de los setenta recibieron la influencia

de este movimiento. Por ejemplo, en la educación básica, la reforma educativa realizada en 1972, en el campo de las ciencias naturales, estuvo a cargo de un equipo coordinado e integrado básicamente por científicos y muchas de las características del programa de estudio y los libros de texto corresponden a las señaladas para las propuestas que surgieron durante este periodo (León, 2003; Candela, 1991a; Gutiérrez-Vázquez, 1982; León y Solé, 1982; Núñez et al., 1983).

López (2003) y León (2003) con base en Ausubel (1978) y Giordan (1978) señalan tres causas básicas de la generación de una ruptura cualitativa con los proyectos anteriores —que se conoce como la segunda revolución en la enseñanza de las ciencias—:

- El fracaso de los proyectos curriculares.
- Los cuestionamientos psicopedagógicos y epistemológicos a la concepción teórica que sustentaban los proyectos curriculares.
- La creciente sensibilización de la sociedad con relación a los problemas ambientales de las sociedades modernas.
- La importancia de los conocimientos científicos y tecnológicos para la toma de decisiones.

En este ambiente se acuña el término “alfabetización científica”, promovido por los proyectos curriculares que comparten la meta de alentar la formación de ciudadanos capaces de desarrollar y utilizar sus habilidades y conocimientos sobre el mundo para crear un ambiente favorable al ser humano (Hurd, 1970). A este momento pertenecen los proyectos “Science for all Americans” de la American Association for the Advance of Science (Rutherford, 1997) y “Science, Technology and Society (STS)” (Gallagher, 1971).

Esta segunda revolución estuvo acompañada de diversos materiales que concretaron múltiples propuestas de enseñanza para mejorar la educación en ciencias naturales, como la incorporación de la tecnología educativa (computadoras y software), libros de texto, programas de secuencias didácticas, prácticas de laboratorio, enseñanza a distancia, series televisivas que se adoptaron para las escuelas, entre muchas otras. La elaboración de estos materiales estuvo respaldada por las investigaciones sobre las concepciones de los estudiantes acerca de los fenómenos naturales y los conceptos científicos.

Los libros de texto de educación primaria y los libros para el maestro de física y química para educación secundaria, elaborados por la SEP para la Reforma de 1993, siguieron estas características, así como la de un proceso de construcción coordinado por especialistas de las áreas disciplinares, pero con amplia trayectoria educativa, e insertos en un proceso de construcción y revisión social acorde con una concepción de ciencia dinámica y en construcción (Sánchez, Hernández y Valdez, 2001). Sin embargo, dichos materiales estuvieron alejados de los resultados de los trabajos sobre el cambio conceptual que ya se venían desarrollando, incluso en el país, por diversos grupos de investigación (Flores y Barahona, 2003; Mares et al., 2006).

Teniendo como base los procesos descritos, se presenta a continuación un análisis sobre lo que ha ocurrido con diversos materiales educativos.

5.2 Los libros de texto

En virtud del papel que juegan los libros de texto en el aula, derivado de las formas de su uso en las clases de ciencias (Gómez 1995; Gottfried y Kyle 1992), diversos autores han realizado análisis de los textos empleados como medio de enseñanza (Barrow, 2000; Shiao, 2000 y Vargas, 2001).

La investigación en este campo cobra particular relevancia en el nivel de educación primaria porque estos textos, al ser los primeros materiales impresos acerca de los conocimientos y la práctica científica que los alumnos leen, se convierten en verdaderos modelos de lectura y escritura para ellos.

De manera complementaria, los conceptos científicos que se introducen en los textos propicia el desarrollo de formas de pensamiento específicas y diversas en los niños que pueden o no ser correspondientes con las aceptadas por las comunidades científicas. Estos desarrollos conceptuales, aun en el caso de no ajustarse a los cánones de la ciencia escolar, posibilitan la generación de conocimiento.

De igual manera, en el nivel internacional existen varias investigaciones relativas al análisis de los libros de ciencias naturales dirigidos a niños de 12 años de edad (Shiao, 2000). En México son pocas las publicaciones orientadas hacia el análisis de los textos de niveles básicos (Vargas, 2001). Mares *et al.* (2006) señalan que en una revisión sobre la educación en ciencias naturales, coordinada por López (2003), sólo se incluyen dos referencias relativas al análisis de los libros de texto, una de ellas refiere cuatro estudios acerca de los correspondientes a física y biología en secundaria (Gallegos y Flores, 2003), mientras que la otra destaca el señalamiento hecho por León en 1995, sobre la escasez de estudios acerca del contenido de los libros de texto (López, 2003).

Desde la perspectiva de la noción de "autoridad", los libros de texto ejercen una poderosa influencia en la conformación de los compromisos epistemológicos de los docentes (Shulman, 1987; Garritz y Valdez, 2007) que permiten caracterizar su práctica educativa:

- Noción de la naturaleza de las ciencias
- Noción de aprendizaje en ciencias
- Noción de evaluación del logro de aprendizaje

De acuerdo con Kuhn (1972), los libros de texto poseen rasgos característicos que deforman la imagen de la ciencia: presentan los conocimientos de una manera simple y fácil de asimilar, pero no describen la forma en la que se originó el descubrimiento, ni las discusiones en su validación, con lo cual ocultan la naturaleza misma del desarrollo de los conocimientos científicos y producen en

Figura 2. Visiones sobre la naturaleza de la ciencia

Visiones deformadas de la naturaleza de la ciencia, del conocimiento científico y de los científicos que transmiten los libros de texto (Gil et al., 2005)

1 Una visión descontextualizada
2 Una concepción individualizada y elitista
3 Una concepción empiro-inductivista y ateorica
4 Una visión rígida, algorítmica, infalible...
5 Una visión apromblemática y ahistórica (acabada y dogmática)
6 Visión exclusivamente analítica
7 Visión acumulativa, de crecimiento lineal
8 Relaciones entre las distintas visiones deformadas de la actividad científica y tecnológica

los sujetos una visión deformada y estereotipada de la naturaleza de la ciencia. Un ejemplo de este aspecto es la visión lineal y ahistórica con la que los alumnos se quedan al final de su curso. Gil et al. (2005) señalan que numerosos estudios han mostrado que la enseñanza transmite visiones de la ciencia que se alejan notoriamente de la forma en que se construyen y evolucionan los conocimientos científicos (McComas, 2000). Estas visiones empobrecidas y distorsionadas generan desinterés y rechazo por parte de muchos estudiantes, y se convierten en un obstáculo para el aprendizaje.

Por su parte, Evans (1976), en un estudio acerca del tratamiento del vocabulario técnico empleado en libros de biología, señala que para los alumnos y los maestros, los libros representan fuentes infalibles del saber. La palabra impresa en los libros de texto es vista con fe ciega, lo que en la práctica consigue perpetuar los errores, omisiones e ideas mal interpretadas que contienen.

5.2.1 Usos de los libros de texto

La mayoría de las investigaciones en el mundo (Barrass, 1984; Delval, 1983; Gould, 1977; Granados, 1982; Otero, 1990; Yager y Penick, 1983) han mostrado que los maestros de nivel básico utilizan el libro de texto la mayor parte del tiempo de clase, privilegiando este recurso sobre cualquier otro medio educativo. En este sentido, Delval (1983) asegura que, en muchas ocasiones, los libros de texto sustituyen los programas oficiales y son los que determinan finalmente lo que se estudia, llegando al extremo de, incluso, sustituir al profesor, lo cual confirma la noción de "autoridad" con la que se abordan en este trabajo los materiales educativos.

Una investigación realizada en México (Gómez, 1995) reveló que el libro de texto se usa entre 54 y 84% del tiempo de desarrollo de la clase, pero que

se desaprovecha como fuente de aprendizaje y no es utilizado como base de explicaciones y de reflexión. Su uso se reduce, muchas veces, a la realización de ejercicios mecánicos, repetitivos y memorísticos. Los libros de texto son los materiales más utilizados tanto por profesores como por alumnos. Para la mayoría de los maestros son la fuente principal de la constitución de sus propios saberes y concepciones; los utilizan como el elemento fundamental para organizar su trabajo en el aula, funcionan para la selección y secuencia de los contenidos, sirven para organizar las actividades de enseñanza y son la pauta para las formas de evaluación utilizadas (Quiroz, 2001).

Las investigaciones realizadas en las aulas sobre las estrategias de enseñanza de las ciencias naturales (Tobin, Tippins y Gallard, 1994) muestran que los maestros utilizan primordialmente los libros de texto como fuente para organizar las actividades escolares dentro y fuera del salón, por ejemplo, la discusión con base en las preguntas planteadas en el libro de texto. Frecuentemente, los maestros piden a los estudiantes realizar actividades de muy baja demanda cognitiva —resúmenes de ciertos contenidos del libro del texto y contestar a las preguntas que aparecen al final del capítulo— que implican sólo una breve búsqueda de información a través del texto y su transcripción al cuaderno.

Waldegg *et al.* (2003) señalan que también la planeación de los cursos se hace en función de la estructura del libro de texto, pues el docente divide el trabajo del ciclo escolar en temas que deben ser cubiertos en periodos, semanas, y sesiones, asignando a cada capítulo del libro un tiempo para completarlo. En consecuencia, en el desarrollo de los temas, la atención del docente tiende a enfocarse en cubrir los contenidos planeados a través de explicaciones que se quedan en los rasgos superficiales del contenido, más que en asegurar que los estudiantes los comprendan.

5.2.2 Los libros de texto y el aprendizaje en ciencias

Desde hace algún tiempo se investigan las características de los libros de texto de ciencias a partir de teorías sobre el aprendizaje de los alumnos (Otero, 1990). En este contexto, Ausubel *et al.* (1976) y Novak (1978) consideran que el desarrollo cognitivo de los estudiantes puede mejorarse en función de dos variables básicas: los materiales disponibles y la habilidad del profesor para obtener materiales apropiados.

Los estudios que existen en el campo analizan los libros de texto a partir de tres tipos de criterio:

- a) Los relacionados con el ajuste de los libros a los planes y programas de estudio.
- b) Los que se derivan de los planteamientos sobre aprendizaje y desarrollo de las capacidades intelectuales y lingüísticas de los educandos (Shiao, 2000).

- c) Los que se derivan de la correspondencia de lo tratado en los textos con los sistemas conceptuales de la disciplina que abordan (Barrow, 2000; Gallegos y Flores, 2003).

Estudios realizados en el ámbito de los planteamientos sobre aprendizaje y desarrollo infantil contienen dimensiones de análisis derivadas de la teoría psicogenética del desarrollo intelectual y de los modelos de procesamiento de información (Shiao, 2000; Staver y Bay, 1989). Con respecto al primer caso, se analiza si los conceptos incluidos en los textos corresponden o rebasan el tipo de estructuras con las que los niños operan. En el segundo caso, se elaboran mapas conceptuales de los textos, donde se analiza si las relaciones entre conceptos se presentan entre ellos de manera explícita y si el número de niveles conceptuales que se manejan no rebasa la capacidad cognoscitiva de los alumnos.

El análisis de las posibilidades de transferencia de lo aprendido resulta relevante porque el sistema de enseñanza escolarizado parte del supuesto de que los conocimientos y habilidades de los alumnos se consolida en la escuela y de una u otra manera se transfieren a los ámbitos en los que dichos aprendizajes tienen sentido. El grado en el que tal presuposición se cumpla justifica toda la estructura de la enseñanza escolarizada.

Con respecto a los estudios que analizan la correspondencia entre los conocimientos presentados en los textos y los aceptados por las comunidades científicas, observamos que éstos privilegian describir los errores observados en el manejo de los conceptos y sistemas conceptuales (Barrow, 2000; Gallegos y Flores, 2003). En estos trabajos se proponen dimensiones de análisis que buscan articular la naturaleza de los errores relativos a las teorías científicas contemporáneas con los problemas lingüístico-cognoscitivos que promueven en los alumnos.

Novak (1978) afirma que una de las principales potencialidades del libro de texto es que el estudiante puede dosificar su uso y ajustarlo a su estilo personal de aprender. Así, el alumno tendrá la posibilidad de leer detenidamente una y otra vez las secciones que se le dificulten, podrá revisar rápidamente los pasajes que requieran un ligero repaso y tendrá la opción de hacerlo dentro y fuera del aula.

5.2.3 Desventajas de los libros de texto

Delval (1983) hace un recuento de las deficiencias detectadas en los textos:

- Hay un desajuste entre el nivel del libro y el desarrollo intelectual de los lectores, pues los libros presentan contenidos elevados o en forma inadecuada.
- Describen experimentos imposibles de realizar, por la rareza de los materiales o por la falta de claridad metodológica.
- Presentan una cantidad abrumadora de nombres inútiles, con los que sólo se consigue recargar la memoria del alumno.

- Las explicaciones que proporcionan con frecuencia son incomprensibles, incluso para los adultos, pues parten de conceptos científicos y no de la experiencia, cuando se sabe que el niño es más adelantado en el plano de la acción que en el pensamiento abstracto.

Por su parte, Ausubel *et al.* (1976) señalan que las deficiencias atribuidas a los libros de texto no son en realidad inherentes al medio de transmisión, sino que reflejan más bien deficiencias comunes a todos los materiales de enseñanza preparados inadecuadamente. Dichos autores señalan como principales omisiones la falta de claridad, la comunicación ineficaz, el nivel inadecuado de elaboración y la falta de ideas explicativas e integradoras.

5.3 Los libros de texto de ciencias naturales en México

En México, los libros de texto para los alumnos de secundaria publicados por editoriales comerciales compiten por el mercado. La mayor parte de la producción es adquirida por los gobiernos estatales y federal para ser distribuida gratuitamente entre los estudiantes del nivel. En cantidad menor, los libros se ponen a la venta directa en librerías. Sin embargo, antes de salir al mercado, todos los textos de secundaria deben someterse a una evaluación que realiza, en el nivel gubernamental, la Dirección General de Materiales Educativos de la Subsecretaría de Educación Básica en la SEP. Esta dirección tiene a su cargo el proceso de evaluación y autorización de los libros de texto que se utilizan en educación básica, así como el desarrollo y fomento de elaboración de otros recursos didácticos (Bonilla, 2000; SEP, 2006).

La evaluación de los textos que realiza la SEP ha obligado a los autores a seguir estos lineamientos, con la consecuente oferta de libros de mejor calidad. Esta evaluación se apoya en el Acuerdo Secretarial 384, publicado en el *Diario Oficial de la Federación* en 2006, mismo que estipula las distintas características que estos materiales deben cubrir para ser autorizados para su uso en las escuelas públicas. Sin embargo, dichos lineamientos son sujetos a interpretación de los grupos evaluadores, por lo que es posible encontrar en el mercado libros de todas las calidades.

Por otro lado, todavía no se cuenta con estudios que muestren el efecto de estos textos en los aprendizajes de los alumnos. En general, se desconoce cuáles son los problemas a los que se enfrentan tanto los profesores como los alumnos al usar estos materiales, principalmente los comerciales, pero tampoco se tiene información sobre los materiales producidos por la SEP.

El proceso de evaluación implementado durante las dos administraciones anteriores (1994-2000 y 2000-2006), organizado por grupos de evaluadores "especializados" que dictaminan los libros, con el fin de construir un dictamen sólido y argumentado, no ha sido exitoso en el sentido de generar mejores libros de texto, pues del conjunto de publicaciones aprobadas para cada ciclo escolar

no todos los textos han logrado incorporar adecuadamente los lineamientos pedagógicos señalados en los programas oficiales. Lo anterior se ve agravado en la administración actual (2006-2012) debido a la ausencia de criterios objetivos y medibles de evaluación, así como a la carencia de una política de materiales educativos que apoyen los procesos de reforma, lo cual ha debilitado y puesto en riesgo el proceso. La tendencia en estos libros apunta a profundizar una ruptura entre los enfoques de enseñanza y la selección de contenidos.

Contrariamente a lo que podría esperarse, no se realiza ninguna prueba piloto con los materiales previamente a su comercialización. Tampoco se ha medido cuál ha sido el efecto en la calidad de la educación, atribuible al uso de los nuevos materiales. Por otro lado, también se ha llegado a detectar presiones de las editoriales o de grupos de profesionistas o sociales hacia los autores o a la misma SEP para que sigan un enfoque más tradicional en la elaboración del texto o para que se desarrollen de una manera particular contenidos que son considerados "sensibles" para la sociedad en general. Tales temas están relacionados con la educación sexual, la salud sexual y reproductiva o la tecnología.

Waldegg *et al.* (2003) destacan entre los problemas más frecuentes de los libros de texto los siguientes: las actividades son tradicionales y casi siempre artificiales; se incluyen pocos experimentos y éstos son bastante convencionales; la presentación de algunos conceptos no siempre es exacta, lo que provoca confusión conceptual entre maestros y alumnos. Otros problemas frecuentes son que fomentan la memorización y, en algunos casos, se propicia la falsa concepción de que sólo los genios han contribuido al desarrollo del conocimiento científico, lo cual no favorece la idea de que la ciencia es el resultado de la actividad humana. Finalmente, también se detecta que el desarrollo de los temas es muchas veces dogmático y se introduce terminología técnica sin ninguna explicación.

5.3.1 Libros para el maestro

La SEP reconoce el papel fundamental que desempeña el maestro en el proceso educativo y en el mejoramiento de la calidad de la educación básica (Bonilla, 2000). La generación de libros de texto para maestros, aunque hay una oferta comercial creciente, no cuenta con normas de calidad ni control gubernamental sobre estos materiales, y la reciente demanda aún no ha generado mecanismos de selección que garanticen un mínimo de calidad en los materiales que existen en el mercado. Para suplir esta deficiencia en materiales para el maestro, la SEP publica una serie de libros para el docente y elabora los paquetes didácticos para los cursos y talleres de actualización.

De las publicaciones hechas por la SEP, existen materiales de distribución universal, otros que sólo se entregan a quienes participan en los cursos de actualización y otros se encuentran disponibles en la Biblioteca para la Actualización del Maestro (BAM) y la Biblioteca del Normalista (BN).

Sin embargo, este esfuerzo de producción y distribución editorial ha sido prácticamente estéril. Estudios cualitativos señalan que muy pocos docentes

conocen la gama de materiales producidos por la SEP, y como su uso es para fines prácticos, nulo para la planeación y desarrollo de la enseñanza. Otra debilidad importante es la asociada a la intención de que los materiales se constituyan en los vehículos de comunicación de las ideas fundamentales de los enfoques de enseñanza. Ello los ha vuelto el único material de apoyo, pues se ha insistido tanto en ellos que se han convertido en el centro de las reformas.

5.4 Materiales educativos para el trabajo experimental

López (2003), apoyándose en Lunetta (1998), señala que desde principios del siglo XIX las actividades de laboratorio han sido reportadas como apoyo a los estudiantes para realizar observaciones acerca del mundo natural y ofrecer bases para la realización de inferencias fundamentadas en la información recolectada. En los primeros años del siglo XX se abanderó una aproximación basada en la investigación y, durante esa época, los manuales de laboratorio adquirieron una orientación utilitaria y de aplicación generalizada. A mediados de ese mismo siglo, las actividades de laboratorio fueron utilizadas abundantemente para ilustrar y confirmar información presentada por el profesor o el libro de texto. Durante los años sesenta se promovieron proyectos de desarrollo curricular —tanto de experimentos de laboratorio en EUA, como de actividades prácticas en aula en Gran Bretaña— que involucraron a los estudiantes en la investigación e indagación como partes centrales del estudio de la ciencia.

Las experiencias prácticas de laboratorio, dice Lunetta (1998), cuando están desarrolladas apropiadamente, pueden tener consecuencias para la enseñanza como las siguientes:

- a) Permitir a los estudiantes comparar y discutir datos que ellos mismos u otros han colectado, discutir diferentes explicaciones causa-efecto, efectuar diversas consideraciones respecto del tamaño de la muestra, del uso de metodologías alternativas, del origen de fuentes de error y sobre la validez y posibilidad de generalizar los resultados encontrados.
- b) Abordar diversos niveles de indagación.
- c) Incorporar en la investigación diversos grupos de actividades.
- d) Impactar los contextos de enseñanza.
- e) Tener implicaciones para la evaluación.
- f) Contar con la posibilidad de emplear diversas tecnologías.

Para el nivel secundaria son pocos los manuales de prácticas o de actividades experimentales de calidad disponibles en el mercado. Este tipo de actividades se incluyen, por lo general, como parte de los libros de texto, insertando a lo largo de los temas las actividades experimentales previstas para presentar o concluir los principales aspectos de un concepto dado.

Sin embargo, tanto en los textos como en la práctica docente cotidiana, las actividades de laboratorio son, en general, del tipo “recetas de cocina” que permiten sólo seguir instrucciones, principalmente, para la recolección de datos (Tobin *et al.*, 1994). Se pone poca o nula atención en las actividades de planeación de una investigación o de interpretación de los datos. Los libros de texto, los manuales de laboratorio y los maestros enuncian el procedimiento que debe seguirse e, incluso, dan la tabla en la que deben registrarse los datos, y esto en los pocos docentes que aún llevan a cabo actividades experimentales, como se describe en el capítulo sobre las actividades prácticas.

La tendencia en los países no industrializados es que las actividades experimentales se realicen con materiales sencillos y de bajo costo, y que los procedimientos sean seguros y fáciles de realizar. En México, la SEP considera actualmente que los laboratorios por asignatura son prescindibles. En este sentido, muchas actividades experimentales propuestas o avaladas por la SEP se realizan en el salón de clases, en los patios de la escuela y hasta en las casas de los alumnos como tareas. Mientras tanto, en los países industrializados se busca apoyar el laboratorio con el uso intensivo de las tecnologías, tanto *software* como Internet, para simular experimentos difíciles, peligrosos o de larga duración. Sin embargo, en no pocas ocasiones se ha caído en el extremo de sustituir los laboratorios por laboratorios virtuales, es decir, donde todo ocurre en un simulador, lo cual implica serios problemas para el aprendizaje de la ciencia.

En relación con este tipo de materiales, México vive una clara contradicción: por un lado la ausencia de propuestas contemporáneas, apoyadas en los resultados de investigación y cercanas a los contextos de las escuelas mexicanas; mientras que, por el otro lado, se vive la moda de incluir propuestas didácticas para el tratamiento de los contenidos, importadas particularmente del mundo anglosajón. Tal es el caso de los materiales de proyectos como el de Innovación en la Enseñanza de la Ciencia (Innovec). En particular, estos materiales importados pretenden una enseñanza de temas de ciencias que sobresale por su marcado énfasis en la realización de actividades prácticas que podrían pensarse como experimentos pero que, sin embargo, no cumplen con esta categoría ya que, entre otras cosas, presentan énfasis en la actividad manipulativa sin que se acompañe con una actividad reflexiva, ni mucho menos con una planeación para el desarrollo de las habilidades para la ciencia. Por otro lado, la propuesta educativa que asume Innovec plantea que la ejecución de las actividades por parte del profesor debe ser mecánica y acrítica, pues todo está desarrollado para seguir instrucciones para la realización de acciones que se cierran en sí mismas y que no dan pie al análisis y la reflexión por parte de los estudiantes, así como la ausencia total de retos y la variación que demanda la construcción de nociones y representaciones.

5.5 Materiales y métodos audiovisuales

En varios países se producen programas de video y audio relacionados con las ciencias naturales que se transmiten regularmente a través de un sistema satelital o bien mediante videocassetteras o reproductores de discos compactos disponibles en las aulas. En México se cuenta con el sistema Edusat y también se encuentran copias de los materiales en los Centros de Maestros. En el nivel comercial la oferta es también muy alta, principalmente en el área de videos. Sin embargo, estos materiales son construidos desde el punto de vista de la divulgación de la ciencia y no desde la visión educativa. Ello implica la necesidad de que los profesores cuenten con los elementos para identificar los elementos importantes y se analicen en clase desde los aspectos de contenido científico, pero también desde los enfoques de ciencia que dejan —aspecto que no ocurre en las aulas— a estos materiales como fuente de información o de entretenimiento.

Para contribuir a que el aprendizaje se apoye en una gran variedad de recursos, en muchos centros escolares se instalaron, en la última década, aparatos de televisión, videocassetteras, antenas y decodificadores de la señal de satélite. En México, y para que se pudieran aprovechar mejor estos recursos, se distribuyeron videotecas integradas por series que apoyan la enseñanza de los contenidos de todas las asignaturas del currículo. Simultáneamente, se publicaron dos materiales de apoyo a los profesores con un modelo didáctico general para el aprovechamiento de la videoteca escolar, titulados “El video en el aula: acervo y usos de la videoteca escolar”. Estos materiales contenían recomendaciones generales sobre el uso de los videos en el aula y orientaciones particulares sobre el contenido y uso de las series que componen los acervos que se distribuyeron. Sin embargo, es poca la investigación realizada sobre los efectos de los medios audiovisuales en los aprendizajes de los alumnos, y todavía no es posible presentar una evaluación confiable de ellos.

5.6 Materiales digitales

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) en la escuela tiene ya una historia de más de 20 años, si consideramos los intentos y los experimentos llevados a cabo en países pioneros en este campo. Sin embargo, la incorporación sistemática y oficial de tales herramientas a los sistemas escolares ha sido mucho más reciente, y aún más recientes han sido los estudios y evaluaciones que dan cuenta de los resultados de dicha incorporación. En general, los resultados más relevantes reportados en distintas latitudes coinciden en que los alumnos experimentan un aprendizaje significativo a través de un uso apropiado de las TICs (Dunham y Dick, 1994; Boers-van Oosterum, 1990; Rojano, 2006); que los maestros con poca experiencia en el uso de éstas tienen gran dificultad en apreciar su poder como herramientas de aprendizaje y, como

consecuencia de lo anterior, que de no atenderse la carencia de conocimiento tecnológico de los docentes, tales tecnologías no tendrán una influencia importante en la cultura del aula (McFarlane, 2001). A su vez, estos resultados han conducido a instituciones educativas y a instancias políticas de diversos países a definir su posición respecto a distintas concepciones del uso de tales tecnologías en educación.

En la actualidad se reconocen internacionalmente tres concepciones bien diferenciadas (McFarlane *et al.*, 2000):

1. las TICs como un conjunto de habilidades o competencias;
2. las TICs como un conjunto de herramientas o de medios de hacer lo mismo de siempre pero de un modo más eficiente; y
3. las TICs como un agente de cambio con impacto revolucionario.

La primera propone a las TICs como materia de enseñanza, lo cual conduce a logros en el nivel de las competencias informáticas mismas; sin embargo, esto no garantiza que dichos logros se reflejen automáticamente en otras áreas curriculares (por ejemplo, las matemáticas o las ciencias naturales).

En la segunda se pone énfasis en la relación de las TICs con el currículo, y consiste en agregar elementos de tecnología informática a las tareas de aprendizaje para un mejor logro de los objetivos planteados por el currículo vigente. Si bien bajo esa perspectiva se está en posibilidad de alcanzar con más eficiencia dichos objetivos, una de las mayores debilidades de tal enfoque reside en que los modelos que de él surgen tienden a medir los resultados de su aplicación, del mismo modo en que se miden los resultados de realizar las tareas sin el uso de las TICs. En otras palabras, esos modelos anticipan el efecto de las tecnologías en el logro de objetivos, tal y como lo prevén los sistemas de evaluación estandarizados. Esto último ha sido muy cuestionado por los especialistas en aprendizaje mediado por las TICs, que se basan en teorías del aprendizaje situado (Lave, 1988; Rogoff y Lave, 1984; Wertsch, 1991), y cuyas consideraciones conducen a concluir que el aprendizaje que se lleva a cabo en un entorno tecnológico no siempre se transfiere de manera espontánea a otro tipo de entornos (por ejemplo, el de papel y lápiz), de modo que, aunque existen coincidencias en una variedad de estudios en los que este uso de las tecnologías promueve el trabajo colectivo y mejora la capacidad de los alumnos para plantear preguntas y tomar decisiones apropiadas, sus logros no se ven reflejados en las calificaciones finales de los estudiantes. De ahí que los intentos de balance del impacto de las TICs sobre los objetivos educativos han sido, en términos generales y en el mejor de los casos, más o menos favorables.

Cabe señalar, además, que la segunda concepción ha recibido severas críticas por el hecho de centrarse en el estudiante como usuario de la tecnología, sin dar la debida importancia al papel del maestro.

Finalmente, la tercera concepción, que considera a las TICs como agentes de cambio y con una gran potencialidad de revolucionar las prácticas en el aula,

está hoy muy difundida en los medios académicos (comunidad de especialistas y de investigadores del uso de las TICs en educación; véase por ejemplo Crook, 1994); sin embargo, es difícil encontrar ejemplos de su implementación en los sistemas educativos. Este acercamiento que posibilita reformular a fondo lo que hay que enseñar, cómo enseñarlo y el rol del profesor, ha entrado en conflicto en algunos países con la cultura escolar existente, generada en buena medida por un currículo conservador, que no da espacio a un alumno que ha adquirido cierta autonomía en el aprendizaje a través de un uso intensivo de dichas tecnologías fuera de la escuela (Facer *et al.*, 2000).

El proyecto de Enciclomedia para la educación primaria se inició con su inclusión en el Programa Nacional de Educación 2001-2006, como subprograma del Programa de Expansión del Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Educación Básica.

Enciclomedia es una enciclopedia digital que reúne los contenidos de los libros de texto gratuitos de primaria para apoyar el trabajo de los profesores en el aula con la intención de propiciar en el estudiante un ambiente didáctico e interactivo de aprendizaje. Crea también un vínculo directo entre las lecciones y los acervos tecnológicos, nacionales y regionales, con que ya cuenta el país: la videoteca digital, la Red Satelital de Televisión Educativa, la Red Escolar, las bibliotecas escolares, Secundaria 21, Enseñanza de la Física y Matemáticas con Tecnología y el portal SEPIensa, entre otros. Además, brinda la posibilidad de interactuar con el programa Encarta, audios, fragmentos de películas, simuladores, animaciones, interactivos, ejercicios, un programa piloto de inglés, y sin necesidad de conexión a Internet para funcionar.

Se han puesto en marcha varios programas de capacitación a maestros. Su objetivo es brindar una base de conocimientos generales sobre el uso de Enciclomedia, así como ofrecer una formación básica en el uso educativo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Uno de los objetivos fundamentales de la capacitación consiste en que los maestros elaboren un plan de clase apoyándose en esta herramienta. De tal suerte, se espera que la tarea del profesor permita adecuar los contenidos de las asignaturas al entorno social y cultural de los educandos, así como a los intereses y necesidades de los mismos, lo que en teoría debe propiciar, primero, una actitud positiva frente a la tecnología y, en seguida, ofrecer la oportunidad de tener una experiencia exitosa en su uso.

En cuanto al acercamiento a la ciencia a través de los recursos de la Enciclomedia, las nuevas tecnologías ofrecen, desde la perspectiva de SEP (SEP, 2006a):

- a) Un marco experiencial. Acercan al alumno a lugares y a experiencias que de otra forma difícilmente podrían tener, como observar en tercera dimensión los campos magnéticos.
- b) Agentes motivadores. Modifican las fuentes de información y las presentan de manera atractiva provocando el interés y la atención en los alumnos

para aprender. Como se observa, por ejemplo, en las reacciones de los alumnos al presentarles el atlas del cuerpo humano.

- c) Fuentes de aprendizaje. La diversidad de recursos ofrece diferentes opciones para generar la creatividad en los alumnos.
- d) Detonadores para el trabajo colaborativo. El uso de diferentes recursos puede servir para involucrar al grupo escolar y generar intercambio de ideas entre los niños (las actividades clic son un claro ejemplo de ello).

En el siguiente cuadro se presenta la relación entre estos factores y los recursos que ofrece Enciclomedia.

Figura 3. Factores y recursos en Enciclomedia

Factores	Recursos de Enciclomedia
Marcos experienciales	Visitas virtuales, animaciones, activaciones, imágenes
Agentes motivadores	Actividades, visitas virtuales, videos, fonoteca, filmoteca, Atlas del cuerpo humano
Fuentes de aprendizaje	Diagrama temático, imágenes, Red escolar, cápsulas biográficas, biblioteca
Detonadores para el trabajo colaborativo	SEPiensa, galería, mapa, mapoteca, mapoteca Inegi, actividades

En la enseñanza de las ciencias, los recursos de Enciclomedia, como animaciones, interactivos o audios fueron diseñados para mantener la motivación e interés, pero sobre todo para generar un andamiaje entre lo que ya saben los alumnos (ideas previas) y lo que están a punto de conocer. Muchos de los recursos de Enciclomedia retoman precisamente esas ideas previas de los alumnos, de tal forma que al interactuar con los recursos los niños y las niñas le tomen sentido a la ciencia y puedan construir su propio conocimiento.

La presentación de cada recurso de Enciclomedia permite que las y los alumnos se motiven por aprender, y no por adquirir modelos formales. El maestro, a través de estos recursos, mantiene a las y los niños motivados y, a su vez, promueve el deseo por saber y conocer un tema en concreto.

La forma de trabajo con Enciclomedia se ha caracterizado por propiciar el trabajo colaborativo en los temas de ciencias, ya que puede resultar más provechoso organizar al grupo en equipos, ternas o pares para intercambiar ideas. El acercamiento y la discusión de ideas sobre el contenido genera un espacio de reflexión y permite la construcción de aprendizajes significativos por parte de los alumnos.

5.6.1 Debilidades

Si bien es generalizado el reconocimiento del gran potencial de las nuevas tecnologías como apoyo educativo, la adopción de éstas por parte de docentes y alumnos no es un proceso automático. La inclusión de Enciclomedia implica

la modificación de patrones de comportamiento individual y social, lenguajes, esquemas mentales y costumbres, lo cual requiere de la sensibilización, la capacitación, el acompañamiento y el seguimiento con el fin de consolidar la cultura informática necesaria para su operación.

Hasta ahora, las preguntas más frecuentes de los docentes en los cursos de capacitación tienen que ver con dudas técnicas, lo que ilustra las inconsistencias y problemas más comunes a los que se enfrentan los maestros en el empleo de nuevas tecnologías.

Probablemente esto se explica por la brecha de habilidades que separa a las generaciones, dado que frecuentemente los niños y jóvenes son más diestros que sus propios profesores en el manejo de la computadora. A esto se suma, además, la falta de una respuesta eficaz a la demanda de ayuda en caso de algún incidente con el *software* o con el sistema operativo Windows. Hay tardanza en dar respuesta a esos problemas comunes debido, sobre todo, a que en algunas entidades federativas aún no se ha instrumentado el servicio de asistencia técnica.

Por otro lado, será relativo que la calidad de la educación dependa de estos materiales, ya que los últimos resultados no hicieron la diferencia; esto se debe a varias causas:

- Cursos intensivos.
- Las capacitaciones regularmente se centralizan en la ciudad.
- No hay asesores que resuelvan problemáticas técnicas de inmediato.
- Los directores sobreprotegen los equipos, amenazando que se usen con cuidado porque se pueden descomponer.

Éstas y otras causas más denotan la falta de equipos técnico-pedagógico-tecnológicos en el nivel regional o de zona, para que, con base en investigaciones, se determinen la factibilidad de metodologías o diseño de capacitaciones que asuman el impacto que se requiere, con argumentos sólidos de los estudios de campo.

Las escuelas han debido hacer adecuaciones en la infraestructura para ser partícipes del programa, pero en zonas que carecen de condiciones mínimas indispensables, éste no ha podido ponerse en marcha. Tomando esto en cuenta, el programa podría estar incrementando las desigualdades y segmentación propias de nuestro sistema educativo. Además, desde su primera etapa ya se alertaba sobre la falta de infraestructura adecuada y se estimaba que más de 40% de los equipos no estaban siendo utilizados debido a fallas, falta de capacitación o por una instalación inadecuada. Mientras que también se presentaba robo de material y, en algunos casos, un uso indebido del equipo.

Debe señalarse que las tecnologías costosas no se encuentran entre las alternativas más efectivas. Schiefelbein, Wolff y Schiefelbein ("Cost Effectiveness of Education Policies in Latin America: A Survey of Expert Opinion",

BID 1998), cuestionan la práctica de introducir innovaciones que no cuentan con el soporte de investigaciones que demuestren su potencialidad para mejorar los aprendizajes (OECD, 2005).

Encilomedia fue un programa desarrollado con el programa escolar de 1993 y actualmente está desactualizada por contar con nuevos programas y nuevos libros de texto. Este programa se ha suplido por el actual programa de Habilidades Digitales para Todos (HDT) que entre sus materiales aún conserva, de manera independiente a los libros de texto, algunos de los interactivos desarrollados para Encilomedia. En el programa HDT los recursos tecnológicos no están ligados al libro de texto, sino a una plataforma denominada Explora, donde los profesores ubican los recursos por los temas correspondientes a los nuevos programas de la actual reforma iniciada en 2009.

5.7 Los actuales libros de texto gratuito de ciencias naturales

En la enseñanza de las ciencias naturales es, quizá, en donde se evidencia más claramente la gran tragedia pedagógica que representan los nuevos materiales para alumnos y profesores: se pretende que el niño desarrolle una formación científica básica ante los fenómenos de la naturaleza en ausencia de todo contacto con esos fenómenos.

Los actuales materiales para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales parten de una confusión inicial que nunca se resuelve. Parece no estar claro si los materiales están orientados a que, dentro del contexto de la educación escolar, los estudiantes deben aprender los conceptos y teorías más actuales de las ciencias constituidas y, a la vez, aprendan a conocer los fenómenos presentes en su entorno natural.

Lo primero se ve reflejado en materiales sumamente abstractos, enciclopédicos, alejados de los intereses y niveles de conceptualización de los educandos. Lo que se pretende en este caso es que los niños repitan verbalmente las conclusiones a que han llegado las distintas ciencias, independientemente de si ellos comprenden o no lo que dicen. Paradójicamente, se pretende formar en los estudiantes actitudes y habilidades favorables para la investigación científica sin acudir ni a la observación ni a la comprobación empírica, sino al adoctrinamiento.

Al mismo tiempo, se encuentran en los libros actividades en las que parece no importar si los estudiantes llegan o no a las conclusiones últimas de la vanguardia científica, sino buscan que estén abiertos al estudio continuo de su entorno natural y se impliquen cada vez más en ello según su propio ritmo de desarrollo cognitivo y según la inclinación natural de sus intereses.

Si bien no existen todavía análisis de investigación que demuestren sus características pedagógicas o que documenten su contribución al aprendizaje, es claro que hay un gran debate sobre su calidad y pertinencia.

5.8 Consideraciones finales

Como se deduce de lo descrito, los materiales educativos en México han estado centrados en los libros de texto. Es a partir de ellos que los profesores planean sus cursos y evalúan a sus alumnos. También es a través de ellos que perciben el proceso de enseñanza, son su orientación didáctica y su enfoque educativo. Esta situación no deja de ser alarmante, pues en lugar de ser apoyos para enriquecer una enseñanza centrada en el alumno y guiada por el profesor, son el centro de la educación escolarizada.

Fuera del libro de texto, los materiales para la realización de actividades experimentales son totalmente azarosos, dependen de la voluntad de los profesores y de las escuelas para hacer intentos, la mayoría de las veces fallidos para apoyar la comprensión de los alumnos con situaciones prácticas. Estos materiales comparten con los que provienen de las tecnologías de la información, que nunca son evaluados de manera seria, se introducen en unas escuelas y en otras no, y cambian de manera abrupta sin ser analizados, mejorados ni evaluados.

En los últimos años se vive una efervescencia por introducir computadoras en las escuelas y por utilizar Internet y apoyos basados en programas computacionales. Sin embargo, muchas veces se hace con la idea absurda de que se constituyan en sustitutos del contacto con los fenómenos naturales. Además, en su mayoría, son introducidos bajo la guía de empresas comercializadoras de esos productos y no por el análisis y la investigación. Resulta así que productos desarrollados en universidades y otros centros educativos, que han pasado al menos por algunas etapas de validación, son desplazados simplemente por no ofrecer las ventajas que pueden dar las compañías vendedoras de equipo, en lugar de impulsarlos y llevarlos a la situación deseable de su posible implantación en mayor escala.

Otros desarrollos de materiales, tanto para el trabajo práctico en el aula como en lo que corresponde a las TICs, que han sido impulsados por los propios gobiernos, desaparecen sin más con el arribo de nuevos funcionarios y gobiernos, dejando sin posibilidad de ampliación y mejora, es decir, sin la continuidad que en los desarrollos e implantación de este tipo de propuestas educativas se requiere para contribuir de manera efectiva en el aula y para que los profesores los utilicen paulatinamente y se vuelvan expertos en su aplicación didáctica. ■

Capítulo 6.

Conocimientos, concepciones y formación de los profesores

Fernando **Flores-Camacho**

Hace algunas décadas, era común escuchar que los profesores en general, pero los de secundaria en particular, tenían un dominio claro y suficiente de los temas y disciplinas que enseñaban. De hecho, antes de los procesos de reforma de los años ochenta y noventa, los profesores de secundaria se consideraban especialistas en sus materias y como tales eran percibidos por la sociedad (Inclán y Mercado, 2005) y por la propia SEP; baste recordar cómo fue planeada la reforma de 1993 y los materiales para profesores desarrollados considerando que tenían, en general, un dominio suficiente de su materia y que lo que requerían era, principalmente, apoyos en la comprensión del enfoque, proporcionando además algunos elementos de evaluación sobre sus conocimientos científicos, así como aspectos históricos de la ciencia o ensayos sobre algún tema científico que ampliaran sus conocimientos.

Por otro lado, la mayoría de los estudios que se llevaban a cabo sobre los profesores y su formación en las décadas pasadas, y hasta los años ochenta, atendían principalmente los procesos y tendencias de orden didáctico, como la introducción del uso de la tecnología educativa en el aula, la investigación acción o la pedagogía crítica y, en algunos casos, la práctica docente (Serrano, 2005). En el caso de la educación en ciencias, los principales trabajos estuvieron encaminados a describir, en su mayoría con estudios etnográficos, lo que ocurría en el aula y las formas en las que los profesores abordaban los temas del programa de estudios (Candela, 1999a, 1999b). Estos estudios dieron cuenta de aspectos como las estrategias que los profesores, esencialmente de primaria, desarrollan para enfrentar los temas de ciencias y de matemáticas, dejando en claro la enorme voluntad de los maestros por hacer partícipes a sus alumnos en los procesos de construcción de nociones y conceptos, por encontrar formas distintas de lograr la comprensión de los procesos aritméticos o de los fenómenos naturales. Sin embargo estos estudios, a pesar de todos los elementos que brindan, no daban cuenta de los conocimientos de los profesores ni mucho menos de sus creencias y concepciones en torno a qué, para qué y por qué enseñan.

Otros estudios se enfocaron a las condiciones en las que se desarrollan los profesores y los diversos procesos de formación. Destacan los estudios que

indican los problemas de estatus, de bajos salarios, de compromisos sindicales, de carencia de infraestructura y de un desarrollo de políticas educativas equivocadas (Sandoval, 2001) como se hará notar en la siguiente sección en torno a las reformas y los inadecuados procesos de formación de los profesores.

A partir de los resultados que se obtuvieron cuando México empieza a participar en las pruebas internacionales, especialmente en PISA 2000 (OECD, 2002), se manifiesta una preocupación legítima no sólo sobre el sistema educativo y los programas escolares, sino también sobre el conocimiento científico de los profesores. Previamente, estudios internacionales ya habían puesto sobre aviso que, en muchas ocasiones, los profesores de niveles básicos compartían ideas previas y problemas conceptuales como los que presentan los alumnos (Bacas, 1997; Canino, 1995; David, 2001; Summers, 1983), dando con ello indicios de que los docentes tenían deficiencias en el dominio de una gran diversidad de conceptos y temas científicos. En México también se llevaron a cabo estudios que mostraron una situación semejante (Gallegos, Jerezano y Flores, 1994).

Sin embargo, esos indicios previos no eran suficientes para dar cuenta de la dimensión del problema ni, mucho menos, para despertar en la comunidad educativa nacional la necesidad de una amplia investigación sobre los profesores, más allá del análisis de las condiciones que los rodean, y profundizar sobre la forma en la que enfrentan cotidianamente su labor en las aulas. Muestra de lo anterior es que, en la época de los noventa, sólo se encuentran en México dos estudios, uno sobre cuestiones gravitacionales (Reynoso *et al.*, 1993) y otro sobre los conocimientos históricos en estudiantes de biología (Hernández, 1996) que analizan tanto las concepciones como las ideas de los profesores de educación básica.

Estudios más específicos sobre los conocimientos de los profesores han sido escasos y se han desarrollado alrededor de pocas temáticas, como el concepto de volumen (Sáiz, 2003), o sobre los retos que enfrentan los profesores en medios desfavorecidos (por ejemplo, los profesores rurales) ante los cambios y reformas de los años noventa (Tatto, 1999). Otro claro ejemplo es un estudio sobre las transformaciones en los procesos de enseñanza de las ciencias que llevan a cabo los profesores después de los cursos nacionales de actualización (Gallegos, Flores y Valdés, 2004).

Como puede observarse en esa década, salvo los estudios sistemáticos y detallados sobre las formas en que los profesores de educación primaria enfrentan y construyen sus procesos didácticos desde una perspectiva socioconstructivista del conocimiento, llevados a cabo con métodos etnográficos por Antonia Candelá (1996, 1999a, 1999b), las temáticas analizadas sobre los profesores en torno a las ciencias naturales apenas ponían sobre la mesa algunos rasgos del problema que, en fechas más recientes, se han tornado importantes por el reconocimiento de los agudos problemas y carencias que se encuentran en los docentes.

A continuación se desarrollarán algunas temáticas que se han abordado en México y la descripción de las correspondientes investigaciones, para finalizar con una breve síntesis del panorama que dejan esos estudios y de los retos

que implican para la formación y actualización de los profesores de educación básica que enseñan ciencias naturales. Las temáticas que principalmente se han investigado en nuestro país son: a) procesos en la práctica docente; b) conocimiento disciplinario de los profesores; c) concepciones sobre la naturaleza de la ciencia; d) conocimientos pedagógicos de los profesores, y e) procesos de formación y actualización docente.

6.1 El estudio de la práctica docente

En el ámbito internacional, los estudios sobre lo que ocurre en el salón de clase de ciencias naturales son numerosos y con diversas aproximaciones metodológicas y enfoques teóricos (en los últimos años dominados por el socioconstructivismo). En el caso de México, las aproximaciones teóricas se reducen prácticamente a dos. Por un lado, se tiene al socioconstructivismo como fuente interpretativa (Candela, 1996, 1999a) y, por el otro, estudios de corte conductual donde se analizan patrones y tiempos de interacción (Mares *et al.*, 2004).

Como ya se mencionó, los estudios más sistemáticos son los orientados por una aproximación etnográfica y dan cuenta de manera detallada de procesos, interacciones sociales y diversos tipos de relaciones que se llevan a cabo dentro de un salón de clase. Entre los resultados más significativos de este trabajo se destaca la caracterización que hace Candela (1996, 1999a, 1999b) de las formas de interacción que aparecen en las aulas —en medios socialmente desfavorecidos— y que dan cuenta de cómo los profesores de primaria intentan diversas aproximaciones para promover los procesos argumentativos de los estudiantes, factores que para esta autora definen la calidad de la enseñanza en el aula. Entre los hallazgos más relevantes se tienen: las orientaciones que dan los profesores para el establecimiento de los argumentos de los estudiantes; los momentos donde dan libertad de argumentar y cuestionar a los alumnos; el establecimiento de consensos en la construcción de nociones y en las relaciones que establecen entre los aspectos cotidianos y los conocimientos escolares.

A partir de esos elementos o prácticas de los docentes, se argumenta que este tipo de enseñanza está orientada hacia una visión claramente constructivista, pues los profesores propician situaciones donde hay argumentaciones, negociaciones, resignificaciones y procesos de construcción conceptual colectiva. Estos estudios refuerzan la importancia de los docentes para apoyar la construcción del conocimiento de los alumnos, por lo que es necesario hacerlos más amplios y profundos.

Sin embargo, se debe hacer notar que los estudios realizados hasta ahora son llevados a cabo en pocas escuelas y que el marco interpretativo que se utiliza para analizar las prácticas de los profesores no va más allá de la descripción de lo que ocurre en el aula y no aporta elementos para entender los problemas de comprensión de los estudiantes que esas mismas prácticas pueden generar. Estos estudios, si bien constituyen una aportación a las formas en las que los profesores interactúan con los estudiantes dentro del contexto escolar, no con-

tribuyen al análisis de los efectos que los procesos argumentativos y de construcción de significados tienen en los estudiantes y en los profesores. Por otro lado, no hay comparaciones con otras escuelas en medios socioculturales distintos que permitan dar cuenta de la posible generalidad de estas prácticas.

Por su parte, en el estudio conductual se muestra una caracterización en buena medida opuesta a la descrita por Candela. Mares *et al.* (2004) describen una situación con profesores de distintos niveles de primaria —segundo, cuarto y sexto grado— en la cual lo que predomina, en el transcurso de las clases, es una interacción que denominan “contextual”, caracterizada por procesos centrados en la exposición, el copiado y la repetición por los alumnos. Esto ocurre de manera generalizada en todos los grados analizados pero, principalmente, en el segundo, y va disminuyendo hacia el sexto, en el que hay otro tipo de procesos, como relaciones de los conocimientos con aspectos cotidianos. Cabe resaltar que esta descripción es la que más se ajusta a la percepción común que se tiene de las clases de ciencia.

Como puede apreciarse a partir de lo descrito, el estudio de la práctica docente para el caso de las ciencias es un campo que requiere ampliar los tipos de análisis y diversificar los enfoques de investigación. Para comenzar, la representatividad de ambos tipos de estudio es muy limitada, se requieren de investigaciones con poblaciones mayores, en contextos socioculturales diversos, en condiciones de aula y de características de los profesores mejor tipificadas para poder tener parámetros que indiquen por dónde van los procesos escolares en el aula para la enseñanza de las ciencias, pues los estudios reportados apenas dan indicios de qué puede estar pasando, y bien pueden ser casos fuera de la norma.

Por otro lado, también se requiere diversificar los enfoques teóricos que se utilizan para realizar el análisis. Por ejemplo, es notorio que no hay estudios que den indicios de cómo los profesores perciben y contribuyen a las transformaciones conceptuales de los estudiantes, de cómo, en caso de llevarse a cabo, se trabaja la experimentación en la escuela, de cómo se articula el conocimiento cotidiano y del entorno con cierto tipo de conocimientos de la ciencia escolar, por mencionar algunos de los aspectos que sería necesario analizar.

Finalmente, sobre esta temática apuntaremos que un conocimiento más amplio y preciso sobre los procesos que los profesores pueden llevar a cabo en las aulas es un indicador muy importante para los mecanismos de implantación de reformas e innovaciones que se propongan para la educación básica, pues constituyen parámetros relevantes para la formación de profesores, o bien, para favorecer ciertos procesos de los docentes que sean compatibles con las reformas e innovaciones.

6.2 Los conocimientos disciplinarios de los profesores

Como se indicó en la introducción de este capítulo, había una percepción generalizada de que los profesores tenían un dominio suficiente de las materias y

disciplinas que enseñaban. Esta situación cambió cuando se reconoció que los docentes compartían ideas previas semejantes o idénticas a las que elaboran los alumnos. Sin embargo, estos indicios no daban cuenta de la magnitud de la problemática encontrada en los análisis más detallados de los conocimientos de los profesores, especialmente en la secundaria, como se describirá a continuación.

Desde la percepción intuitiva que han hecho diversos actores de la sociedad, se generaron acciones, usualmente no coordinadas, por instituciones y asociaciones. Por ejemplo, la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) elaboró el programa “La ciencia en tu escuela”, que opera desde 2004. Es un programa apoyado por la SEP que se toma en cuenta para la Carrera Magisterial y tiene la intención de mejorar los conocimientos de los profesores, principalmente mediante la actualización de su formación científica. En este programa se consideran aspectos de la historia de la ciencia y, como muchos otros esfuerzos cristalizados en cursos, especialidades o posgrados, no tiene considerados procesos de evaluación serios que permitan conocer su eficacia, por ello sólo queda una percepción vaga de cierta utilidad para los docentes.

Desde el marco institucional, la SEP, a través de los Cursos Nacionales de Actualización previstos en el Programa Nacional de Actualización de Profesores (Pronap) también ha llevado a cabo un esfuerzo por mejorar los conocimientos de los profesores, tanto en sus conocimientos científicos como en los didácticos. A diferencia de otros proyectos como los descritos, y debido a que estos cursos tienen implicaciones importantes en la Carrera Magisterial, hubo evaluaciones sistemáticas y con tratamiento de datos que permiten dar cuenta de los resultados obtenidos. Estas evaluaciones muestran sólo aspectos generales pues, a pesar de la sistematicidad para medir los aprendizajes de los profesores, no se logró la consistencia y profundidad requerida para saber con mayor precisión los problemas de dominio de contenidos de los profesores (Flores *et al.*, 2004; García, Flores y Gallegos, 2006), por lo que no es posible, con esos datos, más que confirmar, *grosso modo*, que hay grandes carencias en los conocimientos disciplinares y didácticos de los profesores; por ejemplo, saber que, para el caso de química, de cada 100 profesores inscritos en el Examen Nacional de Acreditación, 65 lo presentaron y 40 lo aprobaron (Chamizo, Sánchez y Hernández, 2006).

En el plano internacional tampoco es necesario ampliar los estudios que, de manera específica, se avoquen a conocer lo que los profesores comprenden de los temas y conceptos que enseñan y, como en los estudios descritos, se tienen referencias de que comparten con los estudiantes ideas previas y problemas de comprensión conceptual (Bacas, 1997; Canino, 1995; David, 2001; Summers, 1983).

Además de los datos obtenidos por la SEP con las evaluaciones de los Cursos Nacionales de Actualización que se llevaron a cabo para profesores de primaria y secundaria, se realizó un estudio que complementa los resultados de los Exámenes Nacionales de Acreditación, en el cual se analizaron los efectos que esos cursos tuvieron sobre los profesores, en particular, sobre el nivel de

transformación didáctica que alcanzaron (Flores *et al.*, 2004; Gallegos, Flores y Valdés, 2004) y sobre los logros en la comprensión de la Reforma de Secundaria de 1993 (García, Flores y Gallegos, 2006). En estos estudios se hace notar cómo los Cursos Nacionales de Actualización muestran diversas carencias conceptuales en su estructura pero, principalmente, muestran su escasa repercusión para transformar las prácticas docentes, centradas en la memorización, y para lograr una adecuada comprensión del enfoque de los programas de ciencias de la reforma en análisis.

En un estudio posterior se analiza, con mayor detalle, la comprensión de los conocimientos científicos de los profesores (Flores-Camacho *et al.*, 2007a y b). Este estudio se llevó a cabo con una muestra de docentes de secundaria de diez estados y se abordaron las tres áreas de las ciencias naturales (Biología, Física y Química). En él se analizaron distintos niveles de comprensión que alcanzan los profesores de las temáticas curriculares. Los resultados muestran un panorama poco alentador y, desde luego, coinciden con los anteriores estudios (Pronap; Flores-Camacho *et al.*, 2004; Chamizo, Sánchez y Hernández, 2006), pero precisan los temas de mayor y menor dificultad para los profesores, así como sus posibilidades, en función de sus conocimientos de las disciplinas científicas para impartir en la secundaria.

Los resultados muestran una media de comprensión muy baja (biología, 48.8, $\sigma = 15$; física, 32.2, $\sigma = 15$; química, 34.4, $\sigma = 15$) y que muy pocos profesores están realmente habilitados —en cuanto a sus conocimientos de la ciencia escolar— para tener el dominio suficiente de lo que enseñan. Esa situación refuerza que los profesores tengan elementos educativos precarios para proponer a los alumnos situaciones de aprendizaje más allá de la repetición de lo que está escrito en los libros de texto que utilizan. Hay que hacer notar que en los resultados reportados por Flores-Camacho *et al.* (2007a) las dispersiones alrededor de los valores medios son grandes, lo que indica que hay extremos muy marcados, es decir, profesores que tienen un dominio suficiente y amplio de la materia que enseñan y profesores que están muy lejos de comprender los aspectos básicos de lo que se pide en el currículo de secundaria. Se debe hacer notar que el estudio requiere de una muestra más amplia para generalizar sus resultados.

El panorama descrito no permite a los profesores, a pesar de sus esfuerzos y buenas intenciones, lograr en el aula un proceso didáctico mucho más centrado en el alumno, rebasar los convencionalismos del dictado, de la resolución de los ejercicios de los textos y de pedir a los estudiantes la memorización de los conceptos, ecuaciones y fórmulas.

Sería deseable investigar aspectos con mucho mayor detalle, por ejemplo sobre la comprensión de ciertos temas importantes del currículo en poblaciones más amplias y con mayor profundidad, para conocer los problemas que pueden estar detrás de los resultados que muestran las investigaciones aquí reportadas, estas últimas dan cuenta de una situación grave que se corrobora con los resultados de las evaluaciones de los estudiantes como Excale (INEE, 2007a);

EXANI-I (Ceneval, 2006) y PISA, 2006 (OECD, 2007). También es notorio que se debe aumentar la investigación sobre los conocimientos de los profesores de primaria, en donde no es de esperar una situación mucho mejor, pues investigaciones sobre los docentes como las descritas previamente (Candela, 1999a; Mares et al., 2004) dejan ver también que hay problemas en la comprensión de los conocimientos científicos por parte de los profesores de primaria. En particular, en los diálogos entre profesores y alumnos que se describen en los trabajos de Candela (1996, 1999a) se nota la presencia de esos problemas conceptuales.

Es claro que uno de los aspectos donde deberá ponerse especial atención en la formación y actualización de los docentes es en mejorar su nivel de competencia en la comprensión de los conocimientos de la ciencia escolar que imparten. Esto, sin embargo, como se verá más adelante, no debe dar lugar al malentendido de que sólo con el conocimiento disciplinar los profesores estarán en mejores condiciones para enseñar adecuadamente las ciencias naturales. El conocimiento disciplinar es, desde luego, un factor fundamental, pero no el único, ya que un mayor dominio de las disciplinas no es necesariamente correlativo con mejores prácticas de enseñanza. Sin embargo, no habrá que perder de vista que sin ese mejor dominio de los conocimientos científicos, el profesor tendrá limitaciones importantes para poder desarrollar innovaciones, mejores propuestas de aprendizaje y, sobre todo, entender mejor dónde se encuentran los problemas de comprensión de sus estudiantes.

Lo anterior se suma a los vicios sindicales en los cuales la reflexión auto-crítica del desarrollo profesional de los profesores no es parte del quehacer cotidiano y donde los profesores suben de escalafón no por sus méritos en el logro del aprendizaje de sus alumnos, ni siquiera por su esfuerzo de superación y de desarrollo de innovaciones en su salón de clase, sino por factores sindicales asociados a otros fines, principalmente políticos y partidistas (Ornelas, 1995; Latapí, 2001a).

6.3 Las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia y el aprendizaje

Un factor, el cual la comunidad internacional que investiga la enseñanza de la ciencia ha considerado relevante, es la concepción que tienen tanto docentes como estudiantes sobre la “naturaleza de la ciencia” (Nature of Science, NOS). La naturaleza de la ciencia contempla no sólo los aspectos epistemológicos de la construcción del conocimiento científico, sino también aspectos relacionados con los procesos del desarrollo de la ciencia, con los entramados sociales de las comunidades científicas y con los procesos implícitos en la construcción del conocimiento.

La relevancia que este campo ha adquirido se basa en el supuesto —aún en debate— de que una comprensión clara de cómo se construye la ciencia tiene implicaciones importantes para mejorar la educación en ciencias. Estas implicaciones son de diverso orden y van desde entender mejor las dificultades por las

que pasan los alumnos para comprender los temas y conceptos científicos hasta su estrecha relación con las propias concepciones de aprendizaje que tienen docentes y alumnos, y que regulan, en buena medida, su aproximación hacia la enseñanza y/o aprendizaje de la ciencia.

Las dificultades en la transformación de la práctica docente se pueden atribuir al conjunto de creencias profundas que sobre la ciencia, su construcción y sus procesos de aprendizaje se han construido los profesores (Flores *et al.*, 2000; Duschl y Hamilton, 1998). Aunque hay un amplio debate en torno de la influencia o impacto directo de las concepciones y creencias en la construcción del conocimiento científico y el aprendizaje (Lederman, 2007), los estudios que consideran un contexto más amplio, donde además de analizar las concepciones de los profesores se estudian también otros aspectos, como el uso de la historia en la enseñanza de la ciencia (Matthews, 1994), dan indicios cada vez más claros de que, si bien esta influencia no se presenta de manera directa en las formas didácticas, sí aparece de una manera indirecta, que se puede apreciar en la forma y contenido de las opiniones de los profesores, en sus sugerencias a los alumnos, en el sentido que dan a los experimentos (véase el capítulo sobre los trabajos prácticos de Chamizo en este mismo documento) y que dejan huella en los alumnos en torno a lo que significa la naturaleza de la ciencia (Flores-Camacho *et al.*, 2007b).

Son diversos los estudios que muestran que una mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia tiene efectos positivos en la enseñanza de la ciencia (Abimbola, 1983; Carey y Stauss, 1970). Por ejemplo, Songer y Linn (1991) logran una visión más dinámica del conocimiento científico contra una visión estática que, entre otras cosas, no favorece una enseñanza donde el alumno tenga un papel protagónico. El interés por la ciencia también se ve incrementado, así como los procesos de enseñanza, promoviendo cambios conceptuales en las formas de impartición con un desarrollo educativo donde se vincula la naturaleza con la historia la ciencia (Matthews, 1994) y, finalmente, una visión más clara sobre los procesos de indagación y de cambio conceptual pueden favorecerse con una base más clara y coherente sobre la naturaleza de la ciencia (Duschl, 1985).

La mayoría de los primeros estudios sobre la naturaleza de la ciencia en el ámbito educativo (Carey y Stauss, 1968) esperaban que hubiera concordancia con una concepción particular de ésta, en especial, aquella derivada del positivismo o empirismo lógico. Ahora se ha puesto en claro que no es de esperar que haya una correspondencia completa con una sola posición filosófica, como lo han mostrado otros estudios (Koulaidis y Ogborn, 1989; Flores *et al.*, 2000). Por el contrario, se ha encontrado una visión muy ecléctica, donde las orientaciones epistemológicas están determinadas por los contextos en que se hacen las preguntas de investigación y dando una clara imagen de las múltiples concepciones de la naturaleza de la ciencia que coexisten y que surgen según la situación en que se aplican.

La primera investigación con profesores mexicanos sobre esta temática se llevó a cabo en el bachillerato, y consistió en el análisis de las posibilidades de

transformación de las concepciones epistemológicas de los profesores (Flores *et al.*, 2000).

Posteriormente se llevó a cabo otra investigación que incluyó a profesores de secundaria y que analizó tanto las concepciones de aprendizaje como las epistemológicas (Carvajal y Gómez, 2002). En este estudio, llevado a cabo con una población pequeña de profesores, se analizó la correspondencia que existe entre sus creencias epistemológicas y las de aprendizaje. En cuanto a las posiciones epistemológicas, se propuso el empirismo vs. el constructivismo, y en lo que toca a las concepciones de aprendizaje, el conductismo vs. el constructivismo social. Para dar cuenta de las ideas de los profesores en cada uno de estos grandes escenarios se determinaron categorías de análisis centradas en aspectos como los orígenes y desarrollo del conocimiento científico, los métodos de búsqueda científica, el carácter social del conocimiento científico (dimensión epistemológica), así como sus ideas sobre el aprendizaje de la ciencia, el papel del maestro y del alumno, el papel de los conocimientos previos, de las estrategias de enseñanza y aprendizaje, de la evaluación del aprendizaje y del manejo de las actividades experimentales (dimensión de aprendizaje).

Los resultados de la investigación de Carvajal y Gómez (2002) muestran que las concepciones de los profesores son diversas, que no pueden, en general, clasificarse en las dos grandes epistemologías y concepciones de aprendizaje que se marcaron en el estudio y que, por el contrario, no hay relación entre sus ideas de aprendizaje y las epistemológicas, como tampoco entre sus antecedentes y sus concepciones. Estos resultados están en general en correspondencia con lo que se encuentra en las referencias internacionales, donde se ha hecho notar el gran eclecticismo que aparece en las ideas de profesores y alumnos, mostrando, entre otras cosas, un escaso nivel de reflexión de los docentes sobre estos temas y sobre sí mismos.

Recientemente se llevaron a cabo otras investigaciones orientadas hacia dos aspectos: una sobre los perfiles de las concepciones de ciencia y aprendizaje que tienen los profesores de secundaria (Flores Gallegos y Reyes, 2007; Flores *et al.*, 2007a) y, por otro lado, una primera aproximación a los factores que están en el origen de esas concepciones (Flores *et al.*, 2008).

En cuanto a los perfiles sobre las concepciones de ciencia de los profesores de secundaria, se reporta que cada profesor tiene un perfil en el cual se encuentran las diversas posiciones epistemológicas que van desde el empirismo hasta el constructivismo, pasando por el positivismo lógico y el racionalismo. Los autores muestran que, al agrupar estos perfiles en colectivos, si bien esta dispersión permanece, la mayoría de los profesores se inclina hacia una visión positivista de la ciencia. Esto concuerda con la mayoría de los estudios internacionales (McComas, Clough y Almazroa, 2000), donde también se reporta una fuerte preferencia hacia esta posición filosófica. El estudio reportado fue llevado a cabo en diez estados del país y con una muestra de más de 400 profesores de biología, física y química, por partes iguales. Es notorio que en el estudio

se muestra que no existen diferencias importantes por género, como tampoco por la formación inicial de los profesores, que se agrupan principalmente en dos: normalistas y universitarios.

Para el análisis de las preferencias epistemológicas de los profesores, se determinaron tres ámbitos: la generación del conocimiento científico; la validación del conocimiento científico y el progreso del conocimiento científico. Para la recopilación de datos se construyó un cuestionario (apoyado en investigaciones previas) y un análisis estadístico de cúmulos. En cada uno de los ámbitos se establecieron categorías que van desde el papel de la observación hasta el del investigador en la comunidad científica (Flores, Gallegos y Reyes, 2007; Flores et al., 2007b). Los resultados muestran que si bien hay una tendencia creciente hacia el constructivismo y que los libros para los profesores que la SEP ha elaborado están dentro de este marco educativo, los maestros, más allá de cierta terminología, no han transformado sus ideas y éstas permanecen arraigadas en una visión empirista —el racionalismo está escasamente presente— y, en los profesores con mayor nivel de análisis de la disciplina que enseñan, la concepción dominante es la del positivismo lógico.

En esa investigación también se hace notar la correspondencia de las preferencias epistemológicas de los profesores con su percepción del aprendizaje y su práctica docente, centrada en la memorización y la aceptación de leyes, así como de una metodología científica universal. Lo descrito ayuda a comprender, al menos en parte, las dificultades que ha tenido la reforma de 1993 y las que actualmente presenta la de 2006 para que los profesores las interpreten adecuadamente, así como las que se avecinan con la nueva propuesta curricular para primaria, actualmente en curso.

Un aspecto sobre la naturaleza de la ciencia, que ha sido muy poco analizado aún en el ámbito internacional, tiene que ver con las fuentes u orígenes de las concepciones que presentan los docentes que, a su vez, se relacionan con el desarrollo profesional y el proceso de formación de los profesores. En un trabajo llevado a cabo por Flores et al. (2008) se analizan estas fuentes y orígenes en profesores de ciencias de secundaria en 12 estados del país. La investigación se llevó a cabo por medio de entrevistas a 53 profesores de los estados donde se aplicó el estudio. Para el análisis se establecieron cinco grandes categorías: concepción de ciencia, identificación del cambio en propias concepciones, posibles fuentes, factores de transformación y aspectos docentes. Cada una de estas categorías se conforma por subcategorías que dan cuenta de los procesos, a lo largo de la trayectoria académica de los profesores, de los factores que tuvieron en ellos mayor influencia.

Los resultados muestran aspectos como los siguientes:

- Hay una gran confusión entre naturaleza de la ciencia y conocimiento científico.
- No hay discriminación clara entre los temas científicos y los que no lo son; la mayoría de los cursos que los profesores han tomado, por ejemplo los

Cursos Nacionales de Actualización, no tienen impacto sobre sus ideas o concepciones sobre la naturaleza de la ciencia.

- En toda su historia académica, prácticamente no hay lecturas ni reflexiones en torno a cómo se construye la ciencia.
- Algunas revistas generales, como *Selecciones del Reader's Digest* o incluso revistas de dudosa calidad como *Muy interesante*, *Conozca más*, entre otras, se toman como fuentes válidas de conocimientos científicos.
- Para muchos profesores, la ciencia ficción (sobre todo las películas) son fuente de información que consideran válida.
- Es escasa la referencia a profesores que tuvieron durante su trayectoria académica. La secundaria es, de entre todas sus etapas escolares, junto con la licenciatura o normal, la más significativa, ya que influyó en su vocación hacia la ciencia.
- Los docentes, en su gran mayoría, no abordan temas o aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia en sus clases y, en caso de hacerlo, sus ideas son poco coherentes y mal informadas.

De este estudio puede apreciarse que los problemas que presentan los profesores de ciencia en secundaria no sólo tienen que ver con una concepción de naturaleza de la ciencia que no favorece la transformación de la enseñanza tradicional, sino que hay aspectos de su formación y desarrollo profesional que no les han proporcionado bases sólidas para una clara comprensión del quehacer y de la construcción del conocimiento científico. No es de extrañar, por tanto, que aparezcan ideas ingenuas en torno a los procesos de aprendizaje. Las confusiones entre conocimiento científico y el que no lo es, así como que no reconozcan una fuente de información científica de una que sí lo sea, incluso contraria a tal conocimiento, son problemas que reflejan una cultura científica nacional deficiente.

En el estudio también se hace un análisis comparativo entre los profesores que cursaron la escuela normal y aquéllos que provienen de diversas carreras universitarias. En términos generales, las diferencias que pueden aparecer en algunos rubros no son significativas y puede afirmarse, entonces, que la formación normalista o universitaria no presenta ventajas o desventajas notorias en las concepciones de los profesores, como tampoco en sus formas de enseñanza.

Los estudios llevados a cabo en el país sobre el tema de la naturaleza de la ciencia aún son incipientes. Es necesario incrementar estos estudios tanto en poblaciones diversas como en temáticas de análisis. Por ejemplo, un aspecto en el que se debe profundizar es determinar la influencia que las concepciones epistemológicas tienen en las ideas de aprendizaje de los profesores, aspecto que comienza a investigarse en México, como lo muestra el trabajo incipiente de Bonilla y Gallegos (2007). También se encuentran trabajos pioneros en otros niveles educativos, como el de Barona *et al.* (2004), quienes trabajaron las ideas sobre naturaleza de la ciencia en profesores de enseñanza media superior que cursaron una maestría en enseñanza de las ciencias.

De lo que se ha investigado, y bajo la idea de que una clara y coherente concepción sobre la naturaleza de la ciencia tiene implicaciones positivas en los procesos de enseñanza en el aula, en la comprensión de los programas de estudio, en las reformas educativas, en la imagen de la ciencia que se transmite a los alumnos y en el fortalecimiento de una cultura científica en la población de educación básica, los resultados mostrados dan cuenta de una situación poco alentadora que lleva, nuevamente, a la reflexión sobre los problemas de formación docente que se tienen en el país.

6.4 Conocimientos pedagógicos de los profesores

Un tema que se comienza a investigar en México es el que aborda la temática del Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC), el cual fue propuesto por Shulman (1986) y trata del análisis de cómo el conocimiento científico es propuesto como objeto de enseñanza por el profesor, así como todas las implicaciones educativas que ello conlleva y que, como establecen Cochran, DeRuiter y King (1993, citado en Garritz y Trinidad-Velasco, 2004), se refiere "al entendimiento integrado de los cuatro componentes que posee un profesor: pedagogía, conocimiento temático de la materia, características de los estudiantes y contexto ambiental del aprendizaje".

En México este tipo de estudios se han llevado a cabo principalmente en profesores de química. El análisis del CPC se realiza mediante un conjunto de preguntas a los profesores, relativas a cómo enseñan un cierto tema. A partir de esas preguntas se hace un análisis de las estrategias, formas de aproximación al tema y conocimientos que tienen los profesores para enseñar los contenidos. Hasta ahora sólo se han llevado a cabo con profesores de bachillerato (Garritz y Trinidad-Velasco, 2007). Como en los otros casos, los resultados no son los deseables y se muestra una elaboración pobre de las formas de enseñanza. En el caso particular de estructura de la materia, sus aproximaciones a los modelos moleculares no presentan la riqueza conceptual y de posibles aproximaciones didácticas que pudieran llevarse a cabo, y se muestra un conocimiento pedagógico del contenido limitado y, por lo tanto, anclado en la enseñanza tradicional, la cual se desearía ya no apareciera en las escuelas mexicanas.

Aunque es posible pensar que se obtendrían resultados similares en el caso de los profesores de secundaria, es importante llevar a cabo estudios amplios que indiquen el tipo de conocimientos pedagógicos de los profesores.

6.5 La formación de los profesores de ciencias en México

La formación de profesores es claramente diferenciada para profesores de primaria y de secundaria. Los profesores de primaria son formados en las escuelas

normales. En ellas se trabaja de manera muy parcial las ciencias naturales, pues el énfasis ha estado de manera tradicional en español y matemáticas. En secundaria ha habido dos procesos independientes, por un lado profesores que estudian la Normal Superior, donde pueden especializarse en alguna de las disciplinas científicas (biología, física, química) y, por otro, profesionistas que estudian carreras universitarias y que ejercen como profesores. La especialización en los temas científicos que ofrecen las normales está, usualmente, por debajo de la que se obtiene en una licenciatura y presenta carencias importantes. Por ejemplo, García (2001) hace notar en su investigación sobre la enseñanza experimental que los profesores normalistas no realizan actividades experimentales en su paso por la normal, y aún en el caso de contar con laboratorios, éstos no son utilizados. La otra vertiente, la de profesores que estudiaron una licenciatura, usualmente tienen carreras que sólo tocan parcialmente las ciencias básicas. De esta forma son muy pocos los profesores de biología que son biólogos, de física que son físicos y de química que son químicos. La SEP contrata a profesionistas porque hay ciertos cursos de alguna de las ciencias naturales en el programa de su carrera, lo que claramente no implica que tendrán el dominio requerido, pues usualmente conocen esas ciencias de manera tangencial. De esta forma se encuentran odontólogos, ingenieros de diversas orientaciones, médicos, farmacobiólogos, veterinarios y de otras profesiones, impartiendo los cursos de biología, física y química (Gallegos, Flores y Valdés, 2004).

Sin embargo, y a pesar de estas diferencias en todos los ámbitos educativos, hay un amplio reconocimiento de que la formación de los profesores no sólo no es adecuada, sino que presenta uno de los retos y problemas más complejos y urgentes que se tiene en el sistema educativo mexicano. De acuerdo con Inclán y Mercado (2005: 239), "la mayoría de los sistemas educativos se enfrentan con una serie de fuertes obstáculos para la profesionalización de los profesores. Los modelos de formación de profesores, las condiciones de empleo y de trabajo de la gran mayoría de los profesores, su inserción subordinada en la organización educativa, la calidad y orientación de su formación, la rigidez y uniformidad del currículo, son algunos elementos que resisten los posibles cambios".

Ante estos problemas, las dos instituciones principales de formación de docentes, las escuelas normales y la Universidad Pedagógica Nacional, poco han logrado hacer, sobre todo en el caso de la formación y actualización de los profesores de ciencias naturales, como puede desprenderse de los análisis que se han llevado a cabo en los profesores de primaria y secundaria. Por ejemplo, en los Estados de Conocimiento 1992-2002 en el volumen de Sujetos, Actores y Procesos de Formación (Ducoing, 2003) se reportan sólo dos trabajos relativos a procesos de formación de profesores de primaria y secundaria que abordan los problemas de actualización de los profesores en ciencias naturales y se lleva a cabo una breve reflexión sobre la usual dicotomía que presentan los cursos y programas de actualización entre los conocimientos disciplinarios y los didácticos (García y Salgado, 2005).

Desde la SEP, el mejoramiento en la formación de los profesores se impulsó a partir de 1994, en el marco del Pronap, con los Cursos Nacionales de Actualización que los profesores toman de manera voluntaria y autodidacta y para los que, por primera vez, se elaboraron libros (Chamizo, 2004). Sin embargo, como se ha hecho notar, los resultados están aún muy lejos de lo esperado, tanto en el número de profesores que deciden tomar los cursos como, sobre todo, en los resultados que obtuvieron los profesores en los Exámenes Nacionales de Acreditación. Fuera de estos esfuerzos de la SEP, los profesores de educación básica se encuentran prácticamente sin otras posibilidades de actualización y formación que no sean acciones aisladas que alguna universidad emprende, como los diplomados que la UPN ofrece a profesores de ciencias naturales, pero de los que no hay datos para evaluar sus implicaciones.

Como ya se ha mencionado, otro tipo de esfuerzos han sido llevados a cabo, como el programa “La ciencia en tu escuela” de la Academia Mexicana de Ciencias, y que implica un diplomado y la asistencia de pasantes de carreras de ciencias a los profesores de secundaria para mejorar sus conocimientos disciplinares, así como para desarrollar actividades experimentales que pueden ser llevadas al aula (Chamizo, 2004). También han habido esfuerzos en cursos y diplomados por el Centro Nacional de Educación Química de la Facultad de Química donde se han desarrollado, durante más cinco años, cursos para profesores de secundaria. Actualmente se encuentra en desarrollo otro proyecto de la Academia Mexicana de Ciencias denominado PAUTA que, aunque su principal enfoque es la atención al desarrollo de talentos por la ciencia en los niños, también está dedicando esfuerzos al trabajo con profesores (www.pauta.org.mx).

¿Cuáles han sido los resultados de estos esfuerzos? El balance es aún muy precario, el tamaño del problema rebasa con mucho las posibilidades de las acciones descritas, sean del propio aparato estatal (SEP) como de las buenas intenciones de instituciones educativas y asociaciones científicas. Muchos son los factores que están detrás de estos resultados insatisfactorios. En primer lugar, el tamaño de la población de profesores, que implicaría un proyecto nacional perfectamente estructurado y coordinado (de largo o mediano plazo) para poder abarcar esa población. Pero hay otros factores que tienen que ver con cómo se percibe el problema. Así, si bien se ha documentado que el conocimiento de la disciplina es muy deficiente en los profesores, las academias de ciencias y universidades abordan el problema intentando resolver —usualmente con los mismos vicios y problemas de enseñanza que hacen que sus alumnos no aprendan— sólo el aspecto disciplinario y, en algunos casos, algunos esbozos de aspectos educativos. Este enfoque ya ha probado en muchas partes del mundo su ineficacia; se requiere de una visión y abordaje de la problemática desde otro ángulo, uno en el cual se puedan establecer procesos de aprendizaje y reflexión en los docentes desde las perspectivas educativas, donde los conocimientos científicos formen parte integrada y no como contenidos ajenos a los procesos de aprendizaje. Sin embargo, aun en el supuesto de tener tal desarrollo para la actualización docente, el país no

cuenta con profesionales e investigadores suficientes que puedan abordar el problema con ese enfoque educativo.

6.6 Algunas consideraciones para abordar la formación de profesores

Muchos de los esfuerzos (instituciones, gobierno y sociedad) que se hacen en la educación básica están encaminados a los alumnos o a las mejoras en infraestructura, sobre todo en la actualidad, con la incorporación de las TICs en la educación básica —con excepción de los laboratorios que han sido prácticamente olvidados—. Poco se ha hecho y reflexionado sobre la formación y actualización de los profesores, y esfuerzos como los apoyos elaborados para los profesores de ciencias de secundaria de la reforma de 1993 no llegaron a todos los maestros o no se complementaron con acciones que les permitieran aprovecharlos de manera adecuada. No es sino hasta principios de este siglo que, por lo menos en el caso de las ciencias naturales, se iniciaron las investigaciones para conocer las formas de enseñanza de los profesores de educación básica, su nivel de conocimientos y sus compromisos y creencias epistemológicas sobre la ciencia y el aprendizaje. Los resultados de estas investigaciones muestran dos cosas fundamentales: los maestros saben menos de lo que se supuso por décadas y la magnitud del reto de formación y actualización docentes es enorme.

Respecto al hecho que los profesores saben menos de lo que se pensaba, pone en alerta los procesos que se han seguido acerca de la formación de los docentes, sobre todo en las normales, en la UPN y en las direcciones federales y estatales de la SEP que tienen la misión de actualizar y formar profesores. También pone de manifiesto que las universidades, que proveen de buena parte de profesores a la secundaria, requieren atender y crear elementos curriculares que brinden conocimientos pedagógicos a sus estudiantes, de lo cual se beneficiaría no sólo la educación básica, sino también la media superior y superior.

En cuanto a lo que representa el gran reto, se tienen varias vertientes. Por un lado, como ya se mencionó, el gran número de profesores a los que hay que formar. Por otro, evitar la dispersión de procesos de “buena voluntad” pero, en general, ineficaces, que se ven reflejados en decenas de cursos, diplomados y en ocasiones especialidades y maestrías que distan mucho de formar docentes con la calidad y con los elementos que se requieren para transformar o mejorar las prácticas educativas y lograr, al mismo tiempo, que los profesores tengan mejores bases conceptuales, tanto en lo disciplinario como en lo epistemológico y didáctico.

Abordar ambos aspectos requiere de consenso entre los diversos actores que están relacionados con la formación docente. Un primer paso para ello se encuentra en la proposición de estándares para la formación docente, una tarea que aún no se ha puesto sobre la mesa y que consideramos indispensable para poder pensar en un proyecto nacional de mejoramiento de la calidad de los profesores de ciencias naturales (primaria y secundaria) en nuestro país.

Adicionalmente al desarrollo de estándares y los correspondientes procesos de valoración, se requieren transformaciones importantes en los sistemas de formación docente. En general, los sistemas con los que se cuenta (normales, UNP, SEP, universidades) carecen de grupos de investigación y profesores en el área de didáctica de las ciencias. La propuesta de cursos donde se intenta combinar la parte educativa con especialistas en educación, pedagogía o psicología educativa no ha sido afortunada por el desconocimiento que tienen de las ciencias. Por otro lado, los especialistas en alguna disciplina científica carecen de elementos suficientes para abordar los aspectos educativos. Lo anterior lleva a un círculo que es necesario romper, pues es claro que “no es suficiente con saber didáctica para enseñar adecuadamente”, así como “no es suficiente saber las disciplinas científicas para enseñarlas”. Es por ello necesario generar, en el corto y mediano plazo, especialistas en la enseñanza de los distintos campos de la ciencia.

Dentro de estos cambios necesarios, también cabe señalar la transformación de los mecanismos de compensación, promoción y desarrollo de los profesores desde el ámbito administrativo. La Carrera Magisterial se ha visto enormemente corrompida con decisiones sindicales, con la simulación de cursos intrascendentes que además no son evaluados y con la falta de criterios normativos y de certificación que debieran regir el mejoramiento académico de los docentes de la educación básica.

Llevar a cabo proyectos de formación docente que impliquen transformaciones importantes en la estructura de la SEP, del SNTE y de otros factores políticos y de grupos de poder tanto locales como estatales y federales, requiere, desde luego, de un esfuerzo nacional académico y político que establezca nuevas bases centradas en la evaluación y en la calidad que se requiere.

Los enfoques actuales sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias marcan nuevos rumbos que no se pueden ignorar, y la formación de docentes no debe ser la excepción. ■

Capítulo 7.

La enseñanza de las ciencias en la escuela: los trabajos prácticos

José Antonio **Chamizo**

*El alma nunca piensa sin imágenes.
Nada hay en la inteligencia que no haya estado primero en los sentidos.*
—Aristóteles

Con base en el trabajo pionero del químico J. Liebig en Giseen, desde el siglo XIX el trabajo práctico ha sido un componente integral para aprender ciencias. Sin embargo, su aportación específica para dicho aprendizaje continúa siendo mal definido. En la actualidad hay una gran cantidad de evidencia, derivada de la investigación educativa, respecto a que el trabajo práctico es, como lo indica Hodson (1994: 304), sobreutilizado e infrautilizado.

Los profesores sobreutilizan las prácticas como algo normal, y no como algo extraordinario, con la idea de que servirá de ayuda para alcanzar todos los objetivos del aprendizaje. Es infrautilizado en el sentido de que sólo en contadas ocasiones se explota completamente su auténtico potencial.

En esta misma dirección se acumulan numerosos indicios de que el trabajo práctico ha tenido muy poco efecto sobre los logros, actitudes, razonamiento, pensamiento crítico, comprensión de la ciencia, habilidades de manipulación, interés o retención en los cursos de ciencias (Nakleh, Polles y Malina, 2002). Sólo para abundar en uno de los puntos anteriores, generalmente no se puede permitir que los estudiantes, de cualquier nivel educativo, al realizar un trabajo experimental, cometan errores debido a razones de seguridad y/o logística relacionadas con la disponibilidad de ciertos recursos (espacio, tiempo, reactivos, equipo), lo cual conduce a la creencia de los estudiantes de que dicha actividad consiste en que alguien (el docente, o el manual de prácticas) les indique exactamente lo que deben hacer. Un ambiente en donde no se permiten los errores se torna estéril y extremadamente falto de interés. De hecho, un ambiente “libre de errores” no es realista, ya que en el momento en que se detecta un “error”, ocurre el verdadero aprendizaje (Lagowski, 2004). Ésta es una de entre muchas otras razones entre las cuales destaca la falta de preparación docente, por la que hay una fuerte tendencia en todo el mundo, y México no es la excepción, hacia sustituir —donde los hay— los laboratorios “reales” por “laboratorios virtuales”.

Lo anterior nos indica que el trabajo práctico escolar está en crisis, como en España, donde desde hace mucho tiempo se reconoce simplemente que ya no se hace (Nieda, 1994). Tenemos así un problema de enorme magnitud porque, como se indica en el capítulo cuatro, al hablar de retórica pedagógica oficial, el propósito fundamental del trabajo práctico es enfrentar a los alumnos con el mundo real, aquel de los objetos y “las cosas” tangibles, para que ellos puedan establecer relaciones entre éstos y el mundo de las ideas y los conceptos. Esto, que es central para el aprendizaje de las ciencias, no se está haciendo.

7.1 El trabajo práctico

Un experimento, más que imitar a cómo trabajan los científicos, debe ser un diálogo entre el observador y el mundo natural alrededor del observador.

—W. De Vos

En los últimos años se ha presentado un intenso debate sobre el trabajo práctico en todas sus modalidades (Woolnough y Allsop, 1985; Barbera y Valdés, 1996; Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999; Psillos y Niedderer, 2002; Chamizo, 2004). Uno de sus más interesantes resultados ha sido el replantearse la arbitraria distinción entre teoría, prácticas de laboratorio y problemas como algo tan diferente en la enseñanza de las ciencias que dichas actividades son impartidas a menudo por distintos profesores (Gil *et al.*, 1999). Del mismo debate ha surgido un limitado acuerdo sobre los objetivos fundamentales que se persiguen al realizarlo y que aparecen como centrales en la enseñanza de las ciencias. Dichos objetivos se concretan en otras tantas actividades y son:

- a) Ejercicios. Diseñados para desarrollar técnicas y destrezas específicas.
- b) Experiencias. En las que se propone que los alumnos tomen conciencia de determinados fenómenos del mundo, ya sean naturales o artificiales.
- c) Investigaciones. En las que los estudiantes tienen que resolver un problema (que valga la redundancia, para ser problema debe ser abierto).

Un mismo fenómeno puede abordarse desde cualquiera de estas actividades y, por lo tanto, cumplir cualquiera de sus objetivos. Así, por ejemplo, la separación de la sal de una disolución de sal en agua puede ser un ejercicio, si lo que se busca es aprender una técnica de separación, como filtración, evaporación, etc., o bien, una experiencia, si lo que se desea es reconocer que las mezclas homogéneas pueden contener más de un componente, y una investigación, si la separación constituye el método para resolver el problema —por ejemplo, ¿es pura el agua de la llave?— cuando no se ha indicado el o los experimentos que se deben hacer para obtener la respuesta.

Los ejercicios son uno de los aspectos más comunes del trabajo práctico. Representan para muchos docentes el paradigma de la enseñanza experimen-

tal: medir; clasificar plantas, animales, minerales; construir circuitos eléctricos; utilizar pruebas de ensayo para identificar diversos materiales, etc. Aquí hay que colocar también las técnicas necesarias para utilizar instrumentos (microscopios, multímetros, cromatógrafos) o equipos de microescala (Singh, Szafran y Pike, 1999) o los procedimientos para enseñar seguridad o separar los residuos producidos en los laboratorios de enseñanza (Catalá y Chamizo, 1993). Necesarios como son los ejercicios, ya Hodson (1994) indicó que su valor es restringido, toda vez que sirven fundamentalmente para que los estudiantes pasen de la educación básica a la superior.

Las experiencias buscan que los estudiantes tomen conciencia de los fenómenos, no que adquieran conocimientos científicos por medio del trabajo práctico. Pueden ser realizadas por el profesor en lo que se conoce como “experiencias de cátedra”, o por los propios alumnos. Algunos ejemplos son observar las estrellas u organismos vivos, ya sea en el laboratorio o en el campo, o las ondas en una cubeta, quemar magnesio, disolver un metal en un ácido, comparar la dureza o la elasticidad de diversos materiales. Las experiencias son interpretadas por los alumnos y la forma en la que lo hacen dio lugar a una importante corriente de investigación centrada en las ideas previas de los mismos (Driver et al., 2000; Kind 2005; Flores et al., 2002).

El trabajo práctico de investigación, aquel que más se parece a la propia investigación científica, ha sido por sí mismo motivo también de intensas discusiones (Kirschner y Meester, 1988; Lewis, 2002; Caamaño, 2003; Berg, Bergendahl y Lundberg, 2003; Chamizo e Izquierdo, 2007). Aquí se reconocen las ideas pioneras de Schwab sobre los “grados de libertad” que le permitieron distinguir actividades en las que los alumnos únicamente seguían instrucciones hasta aquellas en las que ellos mismos tomaban decisiones. Herron (1971) continúa en esta línea de pensamiento y es capaz de precisar los diferentes niveles que puede tener dicho trabajo (figura 1) en cuanto a la identificación del problema a resolver, la forma en se puede solucionar y finalmente quién lo hace.

Como se puede observar en la figura, la inmensa mayoría del trabajo práctico que se realiza en las escuelas corresponde, cuando se lleva a cabo una inves-

Figura 1. Marco de análisis para determinar el nivel de investigación de un trabajo práctico

Nivel de investigación	Problema	¿Quién proporciona el método de resolución?	Respuesta
0	Profesor(a) Libro de texto	Profesor(a) Libro de texto	Profesor(a) Libro de texto
1	Profesor(a) Libro de texto	Profesor(a) Libro de texto	Alumno(a)
2	Profesor(a) Libro de texto	Alumno(a)	Alumno(a)
3	Alumno(a)	Alumno(a)	Alumno(a)

Fuente: Herron, 1971; Tamir, 1989.

tigación, a los niveles 0 y 1. Los problemas y las formas de resolverlos son ajenos a los estudiantes, que se convierten así en meros espectadores de su propio aprendizaje. Lo anterior contrasta con lo expuesto por Hodson (1994), en el sentido de que los estudiantes aprenden mejor si son activos, en lugar de pasivos.

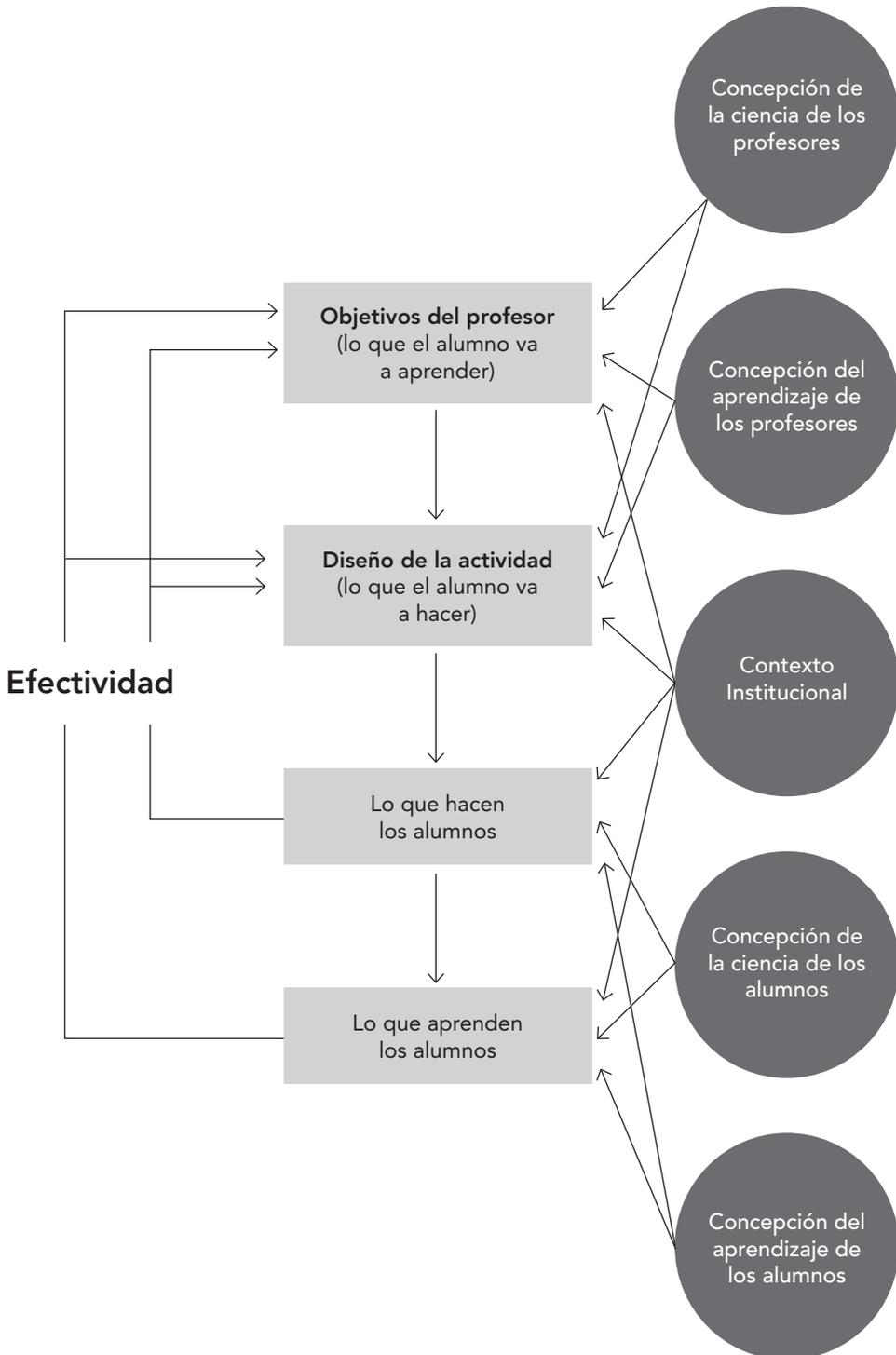
Ante las enormes diferencias en cuanto a la conceptualización, la práctica y los resultados de los trabajos prácticos, la Comisión Europea integró un grupo de investigación dedicado a reconocer, entre otras cosas, cuáles son los objetivos docentes del trabajo experimental. El informe final que recoge resultados de siete países europeos fue publicado hace unos años (Séré, 1998). Uno de los resultados de dicha investigación tiene que ver con la variedad de actividades que se desarrollan en los laboratorios escolares. El grupo de investigación relacionado con este tema (Millar, Tiberghien y Maréchal, 2002; Psillos y Niedderer, 2002), en su intento por entender la efectividad de los trabajos prácticos, identificó, por un lado, lo que el alumno hace para alcanzar los objetivos que el profesor establece en una sesión específica, y por el otro lo que el alumno realmente aprende. Lo anterior está indicado como "efectividad 1" y "efectividad 2" en la figura 2.

De acuerdo con esta figura, en la realización de las actividades que caracterizan el trabajo práctico se puede observar lo que los estudiantes hacen y evalúa lo que aprenden. Ambas "efectividades" están influidas por las concepciones que los estudiantes tienen sobre las ciencias y sobre su aprendizaje, así como por el contexto institucional en el que se encuentran (número de alumnos por grupo, cantidad y calidad de equipo y materiales experimentales, evaluación de las actividades e importancia de las mismas en el currículo, por indicar sólo algunas). Las concepciones de los alumnos y del docente sobre este asunto pueden o no coincidir, lo que plantea otra dificultad adicional. Esta taxonomía ha permitido a los investigadores que la desarrollaron entender de una manera más clara las complejas relaciones que se manifiestan en la realización de los trabajos prácticos, específicamente en los laboratorios escolares y su efectividad en el corto y largo plazo.

7.2 Objetivos del profesor

Otro asunto también ampliamente discutido y que ya se indica en la figura 2 es el relativo a la evaluación del trabajo práctico (Bryce, et al., 1983; Chamizo y Hernández, 2000). Ésta se encuentra estrechamente relacionada con la postura, aquí compartida, de que lo importante en el trabajo práctico de investigación, por un lado, es desarrollar competencias de pensamiento científico (Izquierdo y Carrio, 2005; Chamizo e Izquierdo, 2007) y, por el otro, en estrecha relación con el anterior, es la construcción de representaciones en contextos diversos que lleven a una mejor comprensión de los conceptos (Flores y Gallegos, 1993). Así los alumnos sólo aprenderán dichas competencias practicándolas —de igual manera que lo hacen los científicos— lo que les permitirá reconocer que las

Figura 2. Proceso de desarrollo y evaluación del trabajo práctico



ciencias no sólo dependen de los conceptos, sino de la metodología seguida para responder una pregunta alrededor de la cual se concreta un problema. Lo anterior implica que las ciencias son fundamentalmente un proceso que no depende de un algoritmo único. Como ya se acepta entre los filósofos de la ciencia, no hay tal cosa como el método científico (Chalmers, 1983). Como lo ha indicado Barberá y Valdés (1996: 375):

Este enfoque holista del quehacer científico obliga a que la evaluación de su enseñanza, y consecuentemente la del denominado trabajo práctico, se lleve a cabo también de una manera holista, sin intentar aislar y medir el tipo de conocimiento tácito, teórico o las destrezas que se supone que están siendo empleadas. [...] Por tanto, la evaluación holista se presenta no sólo como conveniente, sino necesaria para llevar a cabo en la enseñanza un tipo de trabajo práctico que refleje auténticamente el espíritu científico, y naturalmente este tipo de enfoque sólo podrá funcionar con profesores que sean ellos mismos expertos, que tengan experiencia personal en haber realizado investigaciones científicas.

Después de reconocer la diversidad de los trabajos prácticos, las dificultades de su evaluación y la complejidad que se presenta en la realización de los mismos, hay que regresar al propósito fundamental de su enseñanza que, específicamente en su vertiente experimental, se enfrenta de manera directa con una de las modas educativas actuales: el uso indiscriminado de las TICs. Como lo indican Millar *et al.* (2002), y se representa en la figura 3, a través del trabajo práctico se permite a los alumnos relacionar dos dominios diferentes: el mundo real, por un lado, y los conceptos por el otro. De entre las varias corrientes filosóficas que hoy fundamentan la enseñanza de las ciencias (MacComas, 2000) y que se rebelan contra la tradición heredada del positivismo, ésta es una postura filosófica específica en la línea cognitiva (Giere, 1988) y del realismo moderado (Izquierdo, 2007). Desde luego que utilizando una computadora se pueden realizar simulaciones y “pseudoexperimentos” en laboratorios virtuales (Luque, *et al.*, 2001) que son, como lo indican sus defensores, más baratos, más seguros, requieren espacios menores y tiempos de desarrollo también menores y más certeros... Hay muchas ventajas en lo virtual pero, como lo indica Woody Allen: ¡La realidad es odiosa, pero es el único lugar para comer un buen filete!

Figura 3. El propósito fundamental del trabajo práctico: permitir que los alumnos establezcan relaciones entre el mundo real y los conceptos



7.3 La situación en México

La necesidad de manipular, de observar y de experimentar para aprender ciencias depende, en buena parte, de lo que se considere la finalidad de su aprendizaje. Si sólo se trata de nombrar y de repetir definiciones e ideas incluidas en los libros de texto, evidentemente no son necesarios los trabajos prácticos. Pero si la finalidad es que el alumnado llegue a ser capaz de explicar los fenómenos del mundo que les rodea utilizando modelos y teorías propias de la ciencia actual, es mucho más dudoso que se puedan llegar a construir dichos modelos sin revisar al mismo tiempo las formas de percibir los hechos.

—N. Sanmartí, C. Márquez., P. García

Antes que cualquier otro americano, el mexicano Vicente de Ortigosa se convirtió en el primer doctor en una disciplina experimental de nuestro continente por sus investigaciones sobre la nicotina del tabaco. A lo anterior hay que sumarle que la primera ocasión que se enseñó química en el continente americano también lo fue en la Nueva España (Chamizo, 2003). Contamos con distinguidos precursores en la tradición experimental en el nivel continental; hoy los hemos olvidado.

La figura 4 recoge algunos de los mitos existentes en la enseñanza de las ciencias naturales, que influyen en la práctica docente de los profesores mexicanos de educación básica, informados por Calixto (1996).

Figura 4. Mitos existentes en la enseñanza de las ciencias naturales

- Existen conocimientos exclusivos de un grupo de personas (los científicos), los cuales son inaccesibles para los demás.
- Los conocimientos científicos son permanentes y tienen mayor valor si se originan en los países desarrollados.
- Los conocimientos más importantes son aquellos que se adquieren de la lectura de libros y revistas científicas.
- El método científico es absoluto y secuencial.
- Es más importante el aprendizaje de los conceptos.
- El trabajo teórico debe prevalecer sobre el trabajo práctico.
- No todos los estudiantes tienen la capacidad suficiente para aprender ciencias.

A pesar de la amplitud restringida y la distancia temporal del estudio, para los fines de este documento es claro que, de la revisión de la figura 4, los obstáculos que se deben enfrentar para tener una enseñanza de los trabajos prácticos de mínima calidad son enormes. Filosóficamente, la mayoría de los docentes siguen instalados en la tradición heredada del positivismo lógico, aceptando al “todopoderoso” método científico como la única forma válida de obtener conocimiento y pedagógicamente los trabajos prácticos no se consideran importantes y no se llevan a cabo.

Una razón de lo anterior, que no la única, puede ser que los propios docentes no han realizado ellos mismos trabajos prácticos, como lo indica García (2001: 80).

Un resultado que llama la atención fue el siguiente: los profesores con formación normalista narraron que egresaron del sistema educativo sin llevar a cabo actividades experimentales durante su carrera; la mayoría de ellos menciona que jamás incursionó en el laboratorio, a pesar de que se contaba con ello en la Normal Superior. Una pequeña proporción de maestros menciona que sí los llevaron a conocer el laboratorio, pero que nunca hicieron experimentos en él, lo que trajo como consecuencia que en los primeros años de su labor docente evitaran realizar actividades experimentales; posteriormente sólo llevaban a cabo experimentos sugeridos por el libro, y no se aventuraban a realizar otras actividades experimentales debido a que sentían temor por no poder responder a las preguntas de sus alumnos, o bien porque no salían los experimentos tal y como se esperaba. El problema parece que se inicia con la formación de profesores, lo que no les permite desempeñar de manera óptima su labor docente.

A pesar de lo anterior, los trabajos prácticos rara vez son parte de los esfuerzos de actualización docente y la reflexión sobre los mismos aún menos, lo cual se presenta como una carencia, inclusive entre aquellos docentes con formación universitaria que pueden tener una visión muy limitada de la actividad experimental en la enseñanza y el aprendizaje. Lo anterior, como ya se indicó también, se manifiesta en sus concepciones sobre la naturaleza de la ciencia (Carvajal y Gómez, 2002: 586).

En este sentido, podríamos concluir que los maestros de ciencias, aun aquéllos que se consideran a sí mismos constructivistas, creen que la ciencia es un proceso de exploración y recolección de datos que nos lleva al descubrimiento de las verdades sobre la naturaleza y pocos son los que conocen el proceso por el cual las teorías son desarrolladas y aceptadas por la comunidad científica, así como el papel de las mismas en la organización del conocimiento y como guía de nuevas investigaciones.

Adicionalmente se debe agregar que cuando un sistema educativo posee evaluaciones externas a gran escala, como exámenes nacionales para acceder a la universidad o a la educación media superior (en el caso de México los exámenes del Ceneval, EXANI I y II), la docencia que se practica está fuertemente influida por la evaluación externa (Black, 1995). Lo anterior es aún más impor-

tante cuando este sistema tiene debilidades importantes, como se evidenciará en el capítulo 8. Como el trabajo experimental no es evaluado en esta clase de pruebas, se ha constatado que su uso ha disminuido notablemente en la enseñanza de las ciencias, con lo que podría inclusive desaparecer (Black, 1993).

En el año 2004, durante la realización en la Ciudad de México del Primer Simposium de Enseñanza Experimental, un poco más de 60 profesores de química que impartían clases desde secundaria hasta licenciatura, e invitados al evento por su condición de ser líderes en sus respectivos ámbitos de especialidad, contestaron dos cuestionarios sobre sus actividades docentes. Estos cuestionarios estaban centrados en:

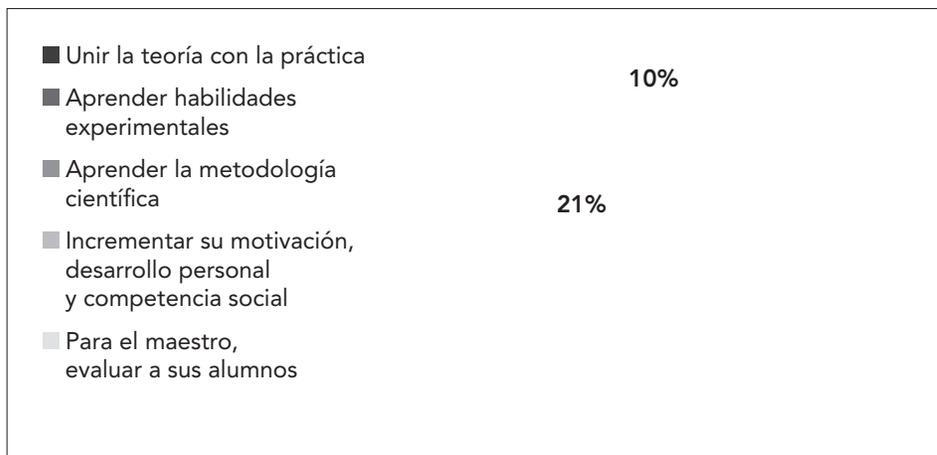
1. Los objetivos docentes alrededor del trabajo práctico (explícitamente el desarrollado en laboratorios, prácticamente igual al desarrollado para la Comisión Europea en 1998).
2. La organización y evaluación del trabajo práctico (explícitamente el desarrollado en los laboratorios, diseñado *ad hoc* y contestado únicamente por los docentes mexicanos).

En la figura 5 se muestran los resultados obtenidos. Lo más relevante es que docentes con una experiencia acumulada promedio superior a los 10 años no tienen una idea común sobre la utilidad del trabajo práctico, como tampoco la tienen sus pares europeos (Chamizo, 2004). Así, es equivalente “unir la teoría con la práctica” que “incrementar la motivación de los alumnos, su desarrollo personal y competencia social”, cuando ambos propósitos requieren acciones diferentes (más allá del subordinado lugar en que se coloca a la práctica frente a la teoría). En esta dirección, otras investigaciones realizadas en Guanajuato (Ramos y García, 2007) y Puebla (García, 2005) también indican que las actividades experimentales se realizan sólo para validar la teoría; desde su inicio se establece el producto esperado descartando otras posibilidades. Parece ser que lo más importante es aprender a seguir instrucciones, por lo que la rigidez y el control desplazan el desarrollo de procesos cognitivos. El paso mecanizado de los hechos a las ideas limita el sentido fundamental de la experimentación y, en general, no se pone en conflicto con las ideas previas “no científicas”.

Igualmente enfrentadas o diferentes, aparecen las “habilidades experimentales” y la “metodología científica”, uno de los mitos docentes referidos en la figura 4 y que confirma de manera independiente García (2005). Lo anterior evidencia, de manera empírica, la falta de consenso entre los docentes (expertos y líderes académicos en química) acerca de la “utilidad” del trabajo práctico. Lo que es peor aún es que los esfuerzos institucionales para la formación y actualización de docentes en ciencias naturales tampoco permite aclarar el asunto (Chamizo *et al.*, 2006).

En la figura 6 se muestra uno de los resultados del segundo cuestionario, aquél en el que se responde a la pregunta ¿cuál es el mayor obstáculo a

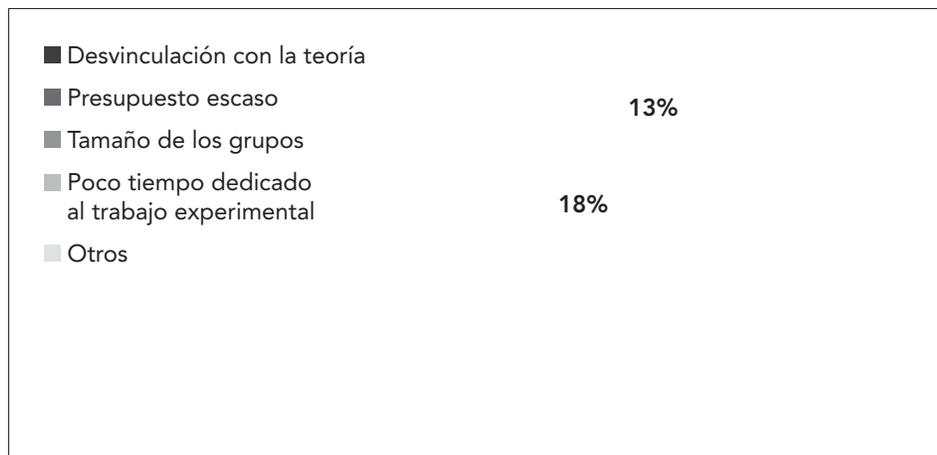
Figura 5. Resultados del cuestionario sobre los objetivos docentes alrededor del trabajo práctico (N= 63)



la enseñanza experimental? De nuevo la información muestra dispersión y, sin embargo, es valiosa en el sentido de que en un país con escasos recursos dedicados a la educación, como es el caso de México, sólo poco más de 20% de los docentes consideran que éste es el principal problema. Lo anterior, aunado a la misma dispersión en preguntas relacionadas con los objetivos y métodos de evaluación y a la organización del trabajo experimental, apunta a una indispensable e impostergable discusión acerca de estos asuntos entre los docentes. Parece que tiene un mayor peso la tradición de que se deben hacer experimentos (por ejemplo, a la pregunta sobre la organización del trabajo experimental, 57% de los docentes mexicanos contestan que los alumnos siguen un manual de prácticas que especifica el problema planteado, el método a seguir pero no el resultado esperado, lo anterior corresponde al nivel 1 de la figura 1) que la reflexión acerca del porqué, cuáles y cómo hay que hacerlos, además de qué y cómo evaluarlos.

A pesar de todos estos problemas en torno a los trabajos prácticos, que literalmente han desaparecido de la enseñanza secundaria, se deben reconocer algunos esfuerzos realizados en el país por evitar las ventajas educativas del contacto con los fenómenos en los procesos de aprendizaje. Por ejemplo, las recomendaciones de llevar a cabo actividades experimentales en los programas de primaria y que se concretan en los libros de texto gratuitos en la sección "Manos a la obra" (Chamizo, 1999, 2005) y los últimos bloques de los mismos ("Pongamos todo junto"), o las secciones dedicadas al desarrollo de proyectos —que en buena medida se acercan a los niveles 2 y 3 de la figura 1— de los programas de secundaria elaborados en 2006. En el caso de secundaria, el proyecto ECIT (Gallegos, 2006), a pesar de estar centrado en la TIC, retoma de manera importante las actividades experimentales como parte estructural del programa.

Figura 6. Resultados del cuestionario la organización y evaluación del trabajo práctico para la pregunta ¿cuál es el mayor obstáculo a la enseñanza experimental?



7.4 Consideraciones finales

Existe una gran confusión sobre la utilidad del trabajo práctico, derivada en buena parte, como ya se dijo en el capítulo 2, de las concepciones que sobre la ciencia y el aprendizaje de la misma tienen los profesores. Lo anterior, aunado a la complejidad de su instrumentación en el ámbito escolar (la existencia de laboratorios y/o de espacios específicos para la realización de experimentos con los costos que ello implica y los potenciales problemas de seguridad que conlleva), ha propiciado a diversas instituciones a preferir los laboratorios virtuales construidos a través de las TICs. Sin embargo, y con las complicaciones que conlleva caracterizar la competencia científica, hay evidencia internacional (World Bank, 2005) de que los alumnos que participan en actividades experimentales tienen un mejor desempeño en ésta que los alumnos en escuelas con una elevada proporción de computadoras por estudiante.

Al olvidar, o ignorar, que el propósito fundamental del trabajo práctico en sus diversas modalidades es permitir que los alumnos establezcan relaciones entre el mundo real y los conceptos, por difícil que sea instrumentarlo y evaluarlo, se favorece una postura educativa centrada en el orden, la obediencia y la rigidez cognitiva.

A pesar de las carencias económicas de nuestro país, los principales obstáculos para mejorar el trabajo experimental se centran en la clarificación no sólo de los objetivos, sino también de los métodos de organización y evaluación del mismo, tanto por los docentes como por las autoridades educativas. Como se dirá en el capítulo 8, las acciones y decisiones de quienes deciden no se inspiran suficientemente en la investigación, lo que Séré (1999) complementa al hacer notar que es importante utilizar el trabajo experimental,

disminuyendo su carga conceptual, en beneficio de la toma de conciencia de los procedimientos y elecciones epistemológicas, en términos de la relación entre la teoría y la práctica.

Finalmente, los profesores de ciencias naturales se encuentran ante una crisis de identidad (Chamizo, 2000). Ellos, que tenían la exclusividad del saber, hoy la han perdido o la están perdiendo ante la explosión de más y mejor información que hay en libros, CDs, museos, computadoras e Internet. Ante unas demandas que cambian y que requieren que sus estilos y sus saberes también lo hagan, muchos profesores se han replegado a su posición de autoridad y la enseñanza de los trabajos prácticos, si no han sido preparados para ello, como sucede en México, es una cuestión peligrosa, ¡mejor olvidarla! ▣

Capítulo 8.

Impacto de la investigación en la educación en ciencias

Leticia **Gallegos** y Xóchitl **Bonilla**

Los conocimientos no son sólo información, sino que son un activo y, como tal, pueden aparecer como competencias e innovación (OECD, 2000); es decir, aumenta el capital de las habilidades de los agentes educativos y de las instituciones, por lo que la transmisión y difusión de los conocimientos son tan importantes como su producción (Tenti, 2001).

Hoy en día se reflexiona sobre la generación y uso de conocimientos no sólo en el campo de la ciencia y la tecnología, sino también en el ámbito educativo (Weiss, 2003). En México, a partir de los años setenta y ochenta, se inició la búsqueda de una forma de articular la investigación con la intervención y el desarrollo educativo.

La mayoría de los investigadores educativos desean tanto contribuir en los conocimientos de la disciplina que investigan como influir en la toma de decisiones sobre el desarrollo de la educación, aunque lo segundo depende de que no existan contradicciones entre los enfoques de los investigadores con las políticas del momento, así como con los marcos de referencia de la administración en turno (Centro de Estudios Educativos, 1997), es por ello que el impacto de la investigación en el impulso y mejora del sistema educativo es restringido. Sin embargo, varios autores mencionan que la influencia de la investigación en las acciones educativas se logra de forma indirecta, ya sea promoviendo la reflexión y discusión, influyendo en la selección de los tópicos a investigar, buscando soluciones a los problemas detectados (Latapí, 1977; Maya, 1999), proporcionando ideas o teorías que sirvan de soporte a las innovaciones (Weiss, 2003) o bien articulando sus resultados con programas de desarrollo o con aquellos sujetos que tienen los conocimientos y la posibilidad de actuar en la organización y desarrollo del sistema educativo.

8.1 ¿Qué factores dificultan la relación entre investigación educativa y su aplicación en los sistemas escolares?

El tema de la relación entre la investigación y la educación se encuentra presente en la mayoría de los foros educativos, ya que la investigación posee

elementos que permiten orientar las decisiones en ese campo. Sin embargo, pocas veces logran aplicarse, debido a que las situaciones reales presentan condiciones contextuales complejas y fuertemente determinadas por el funcionamiento de las instituciones educativas, por las condiciones que éstas brindan para su ejecución o puesta en práctica y, desde luego, por el ambiente político (Villa y Martínez, 1997; Rueda, 1997). Aunado a lo anterior, es importante mencionar que la investigación educativa no tiene el mismo estatus, autoridad e impacto que otro tipo de investigaciones (tecnológicas, médicas, físicas, químicas, geonómicas, ambientales, etc.), ya que ha sido desdeñada e ignorada muchas veces por los actores educativos (Condliffe, 2003).

Medina (1984) describe la poca influencia que tiene la investigación educativa en las decisiones gubernamentales, la escasa difusión de sus productos y las deficiencias estructurales y de calidad de la misma, situación que prevalece en México y en varios países de Latinoamérica (Boyer, 1982; Corvalán, 1998; Gatti, 1986 y Briones, 1987). De manera complementaria, Maya (1999) advierte la debilidad del vínculo investigación y política, y Weiss (2003) hace notar que la investigación y la toma de decisiones presentan dos lógicas diferentes; la primera, la de la investigación en sí misma, con su propio ritmo, y la segunda, que busca solucionar problemas apoyándose muchas veces en el conocimiento práctico o cotidiano.

En relación con el impacto de la investigación en la práctica real de los docentes, Tenti *et al.* (1984) menciona que éstos parecen desconfiar de las ideas complejas, ya que generalmente abordan los problemas de la enseñanza de un modo intuitivo y con un lenguaje simple, e intentan evitar, en la medida de lo posible, involucrarse con procesos que implican el uso de nuevos conceptos, tecnicismos y transformaciones a sus prácticas de enseñanza. Sin embargo, en épocas de reformas educativas se incrementa la elaboración de productos que sirven de divulgación (propiciando la mezcla de la teoría con la práctica) y que junto con los programas masivos de actualización, permiten el tránsito de nuevos enfoques teóricos y de los resultados de la investigación educativa (Tenti *et al.*, 2001) aunque no en la medida y con la comprensión de los mismos que sería deseable.

La OECD (2000) menciona en torno a esta problemática que:

- Las acciones y decisiones de quienes deciden y las de quienes realizan las prácticas pedagógicas no se inspiran suficientemente en la investigación.
- La investigación sobre la educación no ha cumplido su papel con relación al mejoramiento de la escuela, quizá porque genera demasiado escepticismo de parte de los docentes y tomadores de decisiones.
- Los establecimientos de enseñanza casi no intervienen en la definición del programa de investigación y sólo una pequeña minoría de docentes lee efectivamente la información pedagógica.
- La política "no se apoya ni en un corpus científico ni en un conjunto de resultados de la investigación susceptibles de orientarla acerca de lo que 'funciona' o 'tiene éxito'." (OECD, 2000: 49).

Como puede notarse, la investigación educativa encuentra pocos espacios y coincidencias para que sus aportaciones incidan en los sistemas educativos. Cuando lo hacen, la relación es debida a circunstancias de coincidencia político-temporal más que a una relación sistemática de análisis mutuo que genere mecanismos adecuados para evitar esos desfases y, sobre todo, ese recelo que se trasluce entre quienes toman decisiones, quienes se encuentran en el aula y quienes investigan y describen situaciones que no son fáciles de reconocer y, muchos menos, de transformar.

8.2 Impacto de la investigación en enseñanza de las ciencias en el contexto internacional

La praxis social (en este caso educativa) tiene implicaciones en la investigación y su influencia procede de aspectos como las ideas racionales que no surgen de investigaciones científicas, las concepciones populares generalizadas, las reglas de acción o de organización, los intereses de los grupos en turno que se encargan de la educación, la política educativa y las acciones de los actores del proceso educativo en el nivel mundial. Esto planea relaciones entre praxis e investigación que pueden organizarse en tres grupos (Weiss, 2003):

- Impacto en las decisiones políticas
- Desarrollo educativo
- Repercusiones de la globalización y el neoliberalismo

Con respecto a la política educativa, instituciones como UNESCO, ORELAC, CEPAL, OCDE e INEE, entre otras, y diversos investigadores (v. gr. Bruner, 1993; Weiss, 1994, 2003; Coraggio, 1998; Briones, 1987 y 1990; Rojas, 1992; Block y Waldegg, 1995; Cariola, *et al.*, 2001; Reimers y McGinn, 2000; Tenti, 2001) han contribuido a que se valore la investigación educativa y a que se tomen decisiones de política pública para el desarrollo de la educación basadas en sus resultados.

Bruner (1993), por ejemplo, enfatiza el papel de los intelectuales y de los aportes de la ciencia como elementos articuladores de los intereses sociales, y estableció dos modelos que permiten entender dicha relación: el “ingenieril”, que valora el papel de los que deciden y ejecutan en los diferentes gobiernos, y el “autorregulador”, que valora los procesos de decisión y coordinación, haciendo mención de que los resultados de la investigación repercuten más en el modelo ingenieril que en el autorregulador, ya que en el segundo influyen de manera más directa los medios de comunicación y las características de los diferentes contextos o instituciones educativas. Por su parte, Reimers y McGinn (2000) y el informe de la OECD (2000) insisten en el cambio del desempeño que debe darse en los investigadores como planificadores, evaluadores y productores de conocimientos exclusivamente, a constructores de un nuevo orden económico y político considerando, de manera particular, el plano económico.

Con respecto al área de las ciencias, la investigación se ha desarrollado paulatinamente (White, 2001), las publicaciones (libros y revistas) aumentan día con día; lo mismo sucede con los congresos internacionales, obteniendo como resultado un impacto mayor en la práctica y en la formación de los docentes. Al respecto, los *handbooks* que reportan los principales resultados, enfoques y perspectivas de la enseñanza de la ciencia (Gabel, 1994; Fraser y Tobin, 1998; Abell y Lederman, 2007) ofrecen un panorama internacional de la investigación en esta área que permite, de manera sintética e inicial, orientar la toma de decisiones para que se conozca qué tipo de investigaciones pueden ser de utilidad para ciertos fines educativos.

No se debe olvidar que White (2001) hace hincapié en que no basta con una mayor investigación, sino que es necesario dar a conocer los resultados a los docentes e incrementar el valor que le asignan los mismos a dicha tarea; mientras que Fischer *et al.* (2005) comentan que las investigaciones que se precupan sólo por el contenido no llevan al mejoramiento de las prácticas.

En un análisis crítico que intenta hacer un recuento de la influencia de la investigación en enseñanza de las ciencias, principalmente en el Reino Unido (Jenkins, 2000), se describe una situación donde la investigación tiene aún poca influencia y, sobre todo, que ha sido incapaz de llegar a transformar lo que ocurre en el aula. Entre los elementos que dificultan que los tomadores de decisiones consideren los resultados de la investigación en enseñanza de las ciencias, se encuentra que:

- Las investigaciones son en pequeña escala y fallan en generar resultados que sean confiables y generalizables.
- Los resultados de investigación no proporcionan una interpretación adecuada para los tomadores de decisiones y para la práctica de los profesores.
- Está insuficientemente fundamentada en el conocimiento actual y, por tanto, no brinda todo lo necesario para el avance del aprendizaje.

Resulta claro que la investigación en enseñanza de las ciencias tiene que transformarse y acercarse a lo que sucede en las aulas, así como encontrar bases más sólidas y una mayor identidad para aportar a profesores y estudiantes elementos más confiables y nuevas propuestas que mejoren la comprensión de los conocimientos científicos pero, sobre todo, que los preparen para nuevos procesos de aprendizaje. Esto deja una situación donde es necesario y urgente que se estrechen las relaciones entre la investigación en enseñanza de las ciencias, los docentes y los tomadores de decisiones.

8.3 ¿Cómo se ha dado la relación entre la investigación educativa y la educación en México?

En la década de los setenta los inventarios del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y la SEP dan cuenta de que más de 50% de los proyectos de in-

vestigación educativa se dirigieron hacia la toma de decisiones, lo cual generó grandes expectativas, pues varios de ellos fueron considerados para elaborar programas de desarrollo educativo. Por ejemplo, el Plan de Actividades Culturales de Apoyo a la Educación Primaria, la creación del Conafe y la propuesta Dialogar y Descubrir. Podemos decir que fue un buen momento, pues de alguna forma había cierto impacto de la investigación educativa y con perspectivas de continuar por ese camino. De hecho, durante esta década se incorporaron varios investigadores (DIE-Cinvestav) al proceso de la elaboración de los libros de texto para la enseñanza de las ciencias naturales.

En la década de los ochenta, las escuelas normales estaban entusiasmadas por coadyuvar con la investigación educativa, pero debido a la escasa formación del personal que laboraba en dichas instituciones y a lo alejados que se encontraban de los procesos de investigación, no contribuyeron en la medida de sus deseos al desarrollo de la misma, sobre todo en educación básica, reflejándose en su escasa participación en los procesos y proyectos de la SEP (Galán, 1995: 100). Además, en este tiempo existía poca articulación entre los investigadores de las diferentes universidades, los centros educativos del país y los diversos actores del sistema educativo, sobre todo con quienes se encontraban en puestos clave para la toma de decisiones (Medina, 1984).

Otros aspectos a considerar en el escaso impacto de la investigación de esa época era (y podemos pensar que sigue siendo) el desconocimiento de la información que brinda la investigación, la falta de comunicación, el predominio de enfoques descriptivos y no críticos, así como la escasez de recursos y de investigaciones dirigidas a políticas de largo alcance (Corvalán, 1998).

En los estados del conocimiento (COMIE periodo 1982-1993) se muestra el poco interés que había por documentar el impacto de la investigación, aunque resalta el caso de matemáticas, donde se detecta que los resultados de las investigaciones fueron tomados en cuenta en decisiones políticas (Programa de Modernización Educativa, 1989-1994), y en los programas dirigidos a la formación y actualización de profesores, lo que muestra una importante influencia de los grupos dedicados a la enseñanza de las matemáticas, sobre todo en la educación primaria.

Por otro lado, en estos mismos informes se manifiesta que en el campo de la práctica educativa y la evaluación del aprendizaje, la investigación no fue la fuente principal de inspiración para transformar la enseñanza y la evaluación. Con respecto a la práctica docente, a lo más que se llegó fue a la incorporación en el discurso oficial de ciertos conceptos, derivados de las corrientes recientes en el ámbito de la investigación educativa, los cuales se empezaron a utilizar en las escuelas formadoras de docentes y en los planes de estudio de las Licenciaturas de Educación Primaria (Weiss, 2003: 209), ello propició que se incorporaran, paulatinamente, al lenguaje cotidiano de los profesores (Rueda, 1997). En el caso del currículo y de los procesos de enseñanza y aprendizaje, la investigación tuvo poca influencia en el pensamiento de los actores educativos y en los programas de estudio, por lo que las reformas realizadas en esa época siguie-

ron la pauta de estructurar los contenidos a partir de organizaciones jerárquicas de conceptos.

En los estados de conocimiento del COMIE correspondientes a la década 1992-2002, Yañez (2003: 226), apoyado en estudios de Reimers y McGinn (2000) comenta que existen tres formas para formular políticas educativas basadas en la investigación: 1) la utilización de conclusiones previamente cocinadas; 2) el diálogo político como negociación, y 3) la construcción colectiva del conocimiento, y se inclina por la tercera, ya que es la que facilita que los participantes se apropien de las propuestas, considerando de alguna manera sus intereses y experiencias y, de esa forma, posibilitar su aplicación. Sin embargo, en esta época la investigación tuvo que ver más con las dos primeras opciones, ya que algunos resultados de investigaciones, tanto nacionales como internacionales, se proyectaron en la reforma educativa de 1993, que consideró la reformulación de contenidos y materiales educativos y la revalorización de la función magisterial.

En la década de los noventa, Maya (1999) demostró que en los documentos de política (Programa de Desarrollo Educativo 1995-2000) se incorporaron elementos derivados de algunas investigaciones y diagnósticos a la toma de decisiones, así como al diseño y desarrollo curricular (nivel primaria y secundaria) y a la formación docente.

En el periodo de 1993 a 2001 se hizo un esfuerzo por incrementar el impacto de la investigación educativa mediante seminarios y diversos intercambios entre los investigadores y los sujetos con poder de decisión (SEP, COMIE, INEA, INEE, ILCE, etc.), cuyos resultados fueron considerados en el Programa Sectorial y en la elaboración de las Bases en el Programa Sectorial de Educación 2001-2006. Además, algunos investigadores ocuparon puestos públicos, como por ejemplo el de la Subsecretaría de Educación Básica y Normal, o bien se ubicaron en espacios que les permitieron elaborar diagnósticos, asesorar o realizar evaluaciones tanto de acciones como de programas gubernamentales (por ejemplo del Programa de Desarrollo Educativo 1995-2000).

A partir de la reforma de 1993, pero sobre todo a partir del año 2000 a la fecha, se estrecharon lazos entre algunos investigadores, los tomadores de decisiones y los cuerpos técnicos de la SEP; sin embargo, esto aún no permea a la práctica de los docentes en las aulas, en especial en el caso de la enseñanza de las ciencias.

A pesar de lo anterior, la relación que existe entre los investigadores y la SEP es frágil. Cambios en la composición de los tomadores de decisiones en la SEP y otras entidades relacionadas con la formación y actualización del magisterio pueden trastocar las redes que se han construido y alejarse aún más de los profesores; como puede deducirse, de entre diversos hechos actuales, de las ideas expresadas por Latapí (2008) y del desgaste de los Consejos Consultivos Interinstitucionales.

8.4 ¿Cómo se ha desarrollado la investigación de los alumnos de educación básica en México?

Antes de pasar a la influencia que ha tenido la investigación en educación básica en nuestro país, presentamos un breve panorama de la trayectoria que ha seguido la investigación de los estudiantes de educación básica en los últimos años. Ello permitirá apreciar, por un lado, el nivel de desarrollo de las investigaciones y, por otro, la correspondencia entre ese desarrollo y la influencia que ha tenido en los distintos ámbitos de la educación científica básica. Para diferenciar las aproximaciones de orden conceptual y epistemológico que han guiado las investigaciones sobre los alumnos, se presentan dos grandes orientaciones. En primer lugar, las investigaciones que tienen como soporte una aproximación cognitiva, centrada en los procesos de aprendizaje del sujeto y, en específico, sobre las transformaciones o cambios conceptuales. En segundo, una aproximación sociocognitiva que está ligada, principalmente, al discurso y los procesos argumentativos en el aula.

8.4.1 Investigaciones con una aproximación cognitiva hacia el cambio conceptual

Una buena parte de las investigaciones realizadas en las últimas décadas se ubican dentro de la corriente de las aproximaciones cognitivas en las que Scott *et al.* (2007: 38) resaltan la presencia de tres aspectos:

1. Las creencias individuales acerca de la naturaleza del mundo son construidas, más que recibidas.
2. Hay fuertes similitudes en la forma en que los individuos piensan acerca del mundo.
3. Las ideas existentes o previas de una persona tienen gran influencia en el subsecuente aprendizaje.

Dentro de esta corriente de investigación se encuentra la mayoría de los trabajos desarrollados en México. En todos los casos las investigaciones analizan las concepciones de los estudiantes en todos los niveles de la educación básica, así como en las tres áreas o disciplinas de las ciencias naturales (biología, física y química).

Estudios realizados con estudiantes de nivel de preescolar

Resulta importante reconocer que son pocas las actividades que se realizan en este nivel escolar relacionadas con la construcción de conocimiento científico y las habilidades para la ciencia. Esto podría aumentar debido a la reciente obligatoriedad de incorporar las ciencias naturales dentro del esquema de educación básica, como se muestra en el Programa de Educación Preescolar (2004).

Entre las investigaciones que se han realizado, Gallegos *et al.* (2007, 2009) presentan una investigación diagnóstica sobre las habilidades cognitivas y motoras de niños de preescolar alrededor de actividades relacionadas con las

ciencias naturales, así como las concepciones de las educadoras sobre el qué y para qué enseñar ciencias. El estudio se llevó a cabo con una muestra de varios jardines de niños del Distrito Federal. Entre los resultados se encuentra la dificultad que tienen los niños para entender el lenguaje de los adultos, particularmente de las educadoras, lo que dificulta la realización de ciertas actividades.

En otro trabajo, Gallegos et al. (2008) analizaron las ideas de niños preescolares (3 a 5 años) sobre los procesos de combinación de colores, formación de sombras y las características que presentan las imágenes formadas en espejos y lentes. Resulta interesante ver la forma en la que las ideas iniciales de los estudiantes y las habilidades cognitivas asociadas a las mismas se modifican después de la aplicación de una propuesta instruccional acompañada de material educativo experimental diseñado *ex profeso*.

Estudios realizados con estudiantes de nivel de primaria

Gallegos et al. (1994) analizan las explicaciones de niños de primaria (4° a 6° grado) sobre la formación de cadenas alimenticias y los niveles de depredación entre ciertos organismos. Los resultados muestran la presencia de entidades conceptuales básicas que regulan las explicaciones de los niños y que están relacionadas con aspectos fácilmente identificables en distintos organismos, como la ferocidad, pasividad, agresividad, tamaño, etc. Shunta (2006) replicó la investigación con niños de primero a tercero de primaria y los resultados le llevaron a identificar las mismas entidades conceptuales básicas encontradas años atrás en niños de mayor edad, lo que parece indicar la presencia de los mismos elementos de comprensión que actúan como reguladores de las explicaciones de los niños.

Campos y Gaspar (1999) desarrollaron y utilizaron el Modelo de Análisis Proposicional (MAP). A través de este modelo identificaron las estructuras proposicionales del discurso de los niños y lo aplicaron para el análisis de las ideas sobre evolución que tienen estudiantes de sexto grado de primaria. Los autores señalan que los alumnos asimilaban aproximadamente la mitad de la información que reciben en la escuela y que fueron capaces de expresarse utilizando una estructura lógica de pensamiento sólo en un nivel descriptivo.

Calderón y León-Sánchez (2001) examinaron las ideas sobre conocimientos astronómicos de 30 niños que cursaban primero, tercero y sexto de primaria. En su estudio analizaron la configuración general del sistema solar, su organización, la forma y los movimientos del planeta Tierra y el concepto de gravedad. A través de entrevistas y dibujos los investigadores encontraron importantes diferencias en las concepciones de los niños sobre el sistema solar. Los niños de mayor edad mostraron mayor información acerca de dicho sistema y sus explicaciones eran mejor estructuradas, mientras que los más pequeños consideraron menos componentes en sus explicaciones y ninguna relación estructural entre ellos.

Rayas (2002) caracterizó y analizó las ideas previas de niños de quinto año sobre la energía, así como sus opiniones sobre una serie de actividades de aprendizaje. Para ello utilizó mapas conceptuales, entrevistas semiestructu-

radas y observación en el aula. El análisis permitió identificar más de 90 ideas previas sobre energía. Algunas de estas ideas corresponden a las que se han identificado en la literatura internacional: energía como fuerza, energía como movimiento, energía eléctrica como factor que permite la visión, entre otros. También se encontraron ideas no reportadas anteriormente, como que los aparatos eléctricos prendidos poseen energía y los apagados no la tienen, y que la energía eléctrica se produce por electroimanes. En este estudio se concluyó que las actividades que generalmente realizan en la escuela les proporcionan elementos mínimos para la resolución de problemas en la vida real, y generalmente no satisfacen sus intereses.

En el rubro de la salud, León, Palafox y Barrera (2005) examinaron, en dos estudios, las ideas de los niños acerca del proceso digestivo. En el primero, entrevistaron a 12 niños (6-12 años) sobre la estructura y función del aparato digestivo. Entre los resultados identificaron un incremento en el conocimiento factual de los niños acerca del proceso digestivo entre los 6 y los 9 años de edad, por ejemplo, el reconocimiento de las funciones de los órganos. En el segundo estudio aplicaron una versión modificada de la investigación previa a 18 niños (6-12 años), obteniendo resultados similares. Las concepciones acerca de los alimentos no variaron en el rango de edades estudiado, por lo que los autores sugieren que el patrón de alimentación está determinado culturalmente por la clasificación del tipo de alimentos (chatarra y nutritivos) que se proyecta en las relaciones alimento-organismo que establecen los niños.

En otro estudio sobre el tema del sistema solar, Calderón *et al.* (2006) presentaron diversas ideas previas que tienen niños y niñas de primaria (6 a 12 años). Entre los temas analizados estaban la forma y dinámica del sistema solar, forma de la Tierra, el ciclo día/noche y las estaciones del año. Los resultados mostraron que los niños utilizaron una gran variedad de modelos, dependiendo de su edad, que representaban las diferentes formas de explicarse un determinado fenómeno. La mayoría de los estudiantes consideraron el planeta Tierra como un objeto redondo, donde la mayor parte de la población habita en la parte superior del planeta (en las cercanías del polo norte). Los niños explicaron esta situación porque de otra forma la gente caería, esta misma idea es reportada en estudios de otros países. Por otro lado, las ideas de los niños respecto del movimiento, indican que en determinadas situaciones recurren a modelos que mantienen a la Luna y al Sol estáticos, mientras que la Tierra es el único astro que se mueve. Sin embargo, en situaciones donde tienen que demostrar un fenómeno concreto como el ciclo día/noche o las estaciones del año (el estudio se llevó a cabo con esferas de unicel simulando los planetas), las respuestas de los niños cambian, lo que indica la influencia del contexto de aplicación de la tarea. En general, los niños construyen diversos modelos antes de lograr llegar a un modelo heliocéntrico coherente y consistente.

Estudios realizados con estudiantes de nivel de secundaria

Para el nivel de secundaria, Campos y Gaspar (1999) analizaron el tema de biomoléculas utilizando el MAP (Modelo de Análisis Proposicional); al igual que en

el caso de estudiantes de primaria sobre el concepto de evolución, encontraron que los alumnos aprovechan alrededor de la mitad de la información recibida en sus explicaciones y que el uso de una aproximación semántica ayuda a que los estudiantes comprendan mejor el discurso científico.

Trinidad-Velasco y Garritz (2003) presentaron una amplia revisión de las concepciones alternativas reportadas en revistas internacionales y nacionales sobre el concepto de estructura de la materia de estudiantes de distintos niveles escolares. Este tema es muy tratado por los investigadores, ya que forma parte de prácticamente todos los currículos. Los autores concluyeron sobre la importancia de que los maestros conozcan las concepciones de los alumnos como prerrequisito para lograr un cambio conceptual, así como la necesidad de realizar mayor investigación que apoye la construcción de estrategias que promuevan el aprendizaje de los alumnos sobre este tema.

Chamizo (2004) analizó los conocimientos que se consideran básicos para el aprendizaje de la química (estructura y conservación de la materia, lenguaje simbólico y visual, historia de la química y concepción de ciencia) y que puede permitir a los alumnos discernir entre situaciones que requieren del uso de símbolos y expresiones matemáticas. Los resultados mostraron un insuficiente conocimiento de los conceptos básicos y una pobre cultura científica de los estudiantes.

En la figura 1 se muestran las características que presentan los trabajos llevados a cabo en nuestro país en los distintos niveles educativos correspondientes a una aproximación cognitiva orientada hacia el cambio conceptual.

A manera de resumen, se puede decir que si bien en todos los sectores de la educación existe alguna investigación sobre las ideas previas de los alumnos, la mayor parte de ésta se concentra en el nivel de enseñanza primaria; por lo que los dos extremos del segmento —preescolar y secundaria— han sido poco analizados, aun en comparación con investigaciones reportadas para nivel medio superior y superior, donde se encuentra la mayor parte de las investigaciones mexicanas en la enseñanza de las ciencias.

Sobre los temas investigados, no parecen seguir ninguna estrategia, lo que habla de que no existe un plan de investigación nacional, por el contrario, resulta ser un tanto azarosa la forma en la que se deciden los temas a investigar. Las metodologías, si bien tienen variantes, en general retoman las líneas determinadas por el enfoque cognitivo: controles, entrevistas, cuestionarios, análisis lógicos sobre el discurso, etc. En la mayoría de los casos el objetivo está centrado en encontrar las ideas previas de los estudiantes sobre temas específicos. Es importante señalar que se observa un cambio en la profundidad y amplitud de las investigaciones cuyo objetivo ya no está centrado en la descripción de las ideas previas de los estudiantes, sino en la construcción de modelos o mecanismos de explicación sobre los fenómenos naturales. Esto habla desde luego de una evolución y desarrollo de este tipo de investigaciones que empieza a vincularse con el análisis del aprendizaje en el aula que logran los alumnos y los procesos didácticos que intervienen. Esto sin duda es un resultado valioso en

Figura 1. Investigaciones con aproximación cognitiva hacia el cambio conceptual

Nivel escolar	Autores y año de publicación	Temas abordados	Centro de atención en la investigación	Propósitos y temas de análisis
Preescolar	Gallegos et al. (2007)	Ciencias naturales	Habilidades cognitivas Actividades escolares de ciencias naturales	Diagnóstico
	Gallegos et al. (2007))	Resta de colores Sombras Imágenes en espejos y lentes	Construcción conceptual Primitivos fenomenológicos y mecanismos funcionales Estrategia didáctica	Evolución de conceptos Construcción de estrategia didáctica y materiales educativos
Primaria	Gallegos, Jerezano y Flores (1994).	Cadenas alimenticias Herbívoros y carnívoros Organismos productores	Construcción de conceptos Primitivos fenomenológicos Mecanismos funcionales	Determinación de la comprensión de cadenas alimenticias
	Campos y Gaspar (1999)	Evolución	Análisis lógico del discurso Ideas previas sobre evolución	Análisis semántico con uso del MAP
	Calderón y León-Sánchez (2001)	El sistema solar	Ideas previas	Determinación de la influencia escolar en las representaciones
	Rayas (2002)	Energía	Ideas previas, mapas conceptuales	Corroboración de ideas previas similares a las de la literatura
	León, Palafox y Barrera (2005)	El proceso de la digestión	Ideas previas	Análisis de variantes en el estudio para comprobación de datos e interpretaciones
	Shunta (2006)	Cadenas alimenticias Herbívoros y carnívoros Organismos productores	Construcción de conceptos Primitivos fenomenológicos Mecanismos funcionales	Replicación de estudio en estudiantes de primero a tercer grado
	Calderón et al. (2006)	Sistema solar Modelos Sol-Tierra-Luna Ciclo día/noche	Ideas previas	La variación de tarea sobre el mismo tema arroja ideas distintas, influencia del contexto
Secundaria	Campos y Gaspar (1999)	Biomoléculas	Análisis lógico del discurso Ideas previas sobre biomoléculas	Aplicación de MAP para análisis de la lógica implícita en el discurso
	Trinidad-Velasco y Garritz (2003)	Estructura de la materia	Concepciones alternativas	Análisis de las ideas en la literatura
	Chamizo, Nieto y Sosa (2004)	Estructura y conservación de la materia, lenguaje e historia de la química, concepción de ciencia, cultura científica	Conceptos básicos Ideas previas Cultura científica	Nivel de comprensión de los alumnos Relación entre la cultura científica y su comprensión conceptual

cuanto al impacto que puede llegar a tener la investigación en la enseñanza de las ciencias.

8.4.2 Investigaciones con una aproximación sociocognitiva hacia la construcción del discurso

Otra línea de investigación que ha sido muy seguida en el nivel internacional es la que Scott *et al.* (2007: 44) ubican como aproximaciones sociocognitivas, en las que se reconoce la presencia de cuatro aspectos que, en lo general, están presentes en los trabajos representativos de esta línea:

1. El conocimiento científico implica el paso del plano social al personal.
2. El proceso de aprendizaje es una consecuencia del sentido personal que da el estudiante.
3. El aprendizaje está mediado por varios recursos semióticos, siendo el más importante el lenguaje.
4. Aprender ciencia implica un aprendizaje del lenguaje de la comunidad científica (plano social), que debe ser introducido al estudiante por un maestro o alguna otra persona experta.

Estas ideas coinciden con la tradición sociocultural propuesta por Anderson (2007), en la que la alfabetización científica es vista como participación en una comunidad discursiva. Dentro de esta posición sociocultural se ubican algunas investigaciones realizadas en México. En todos los casos, las investigaciones están orientadas hacia el análisis de las concepciones de los estudiantes, aspecto que comparten con las descritas previamente, pero con diferentes formas de análisis. En este caso únicamente se encontraron trabajos para el nivel de primaria.

Estudios realizados con estudiantes de nivel de primaria

Centrados en la mediación del aprendizaje a partir del lenguaje, Candela (1999) ha realizado estudios acerca de la interacción discursiva entre maestros y alumnos en las clases de ciencias de la escuela primaria, desde una perspectiva etno-metodológica. Señala que el alumno no puede aprender ciencia únicamente a partir de la experiencia, sino que la ciencia se aprende cuando ésta se describe en el discurso de la ciencia escolar, en el que es posible encontrar los criterios que determinan la aceptación de un discurso (Candela, 2003). Lo que el alumno observa, desde esta perspectiva, se define en el proceso social de la interacción del discurso, y si se logra una buena articulación entre la evidencia experimental y su interpretación, entonces la construcción del alumno se considera válida desde la ciencia escolar, es decir, se reconoce el logro de un aprendizaje.

Mediante el análisis del discurso en una clase de ciencias naturales de quinto grado de primaria, Candela (2006) observa la importancia del conocimiento cotidiano en el tema de la gravedad. La propuesta de problemas imaginarios, la argumentación y la reformulación de supuestos son factores que forman parte

de un ambiente de confianza en el que los alumnos pueden explicitar y explorar sus ideas acompañados por la maestra. Se muestra que las descripciones iniciales sobre las evidencias son llevadas hacia un razonamiento causal a partir de las interacciones argumentativas de la docente.

Como puede notarse, este tipo de investigaciones son aún más escasas que las que caen dentro de la aproximación cognitiva. Todos los estudios reportados parten de una misma metodología y se basan en el análisis del discurso, resaltando no sólo las construcciones de los alumnos, sino el ambiente que genera el docente como apoyo para la explicitación de ideas (Candela, 1999, 2006). Los temas, al igual que en el caso anterior, no presentan ninguna línea preferencial y parecen estar ligados a intereses personales de los investigadores.

8.5 ¿Qué influencia ha tenido la investigación en enseñanza de la ciencia y sus repercusiones en la educación básica?

La influencia más visible que se tiene de la enseñanza de las ciencias radica en la participación de investigadores en las propuestas de programas curriculares correspondientes a las diversas reformas en la educación básica que se han planteado en México en las últimas décadas. Así, en la década de los setenta fue notoria la presencia de investigadores en el diseño y elaboración de programas y libros de texto de educación primaria.

Para la reforma de 1993 nuevamente los investigadores participaron en el diseño de los programas de primaria y secundaria, y se encargaron de la elaboración de textos y de materiales para la actualización de profesores.

En la reforma de 2006 de secundaria, en el diseño de los planes de estudio, así como con las formas de introducción de los profesores han participado algunos investigadores (Chamizo, 2005), y no se sabe aún si habrá participación de los mismos o de otros investigadores en la elaboración de materiales para los docentes.

Cabe hacer notar que la participación de investigadores en las reformas permite la influencia de la investigación, pero de manera indirecta y direccionada o restringida por las preferencias personales de los investigadores involucrados y no como motivo de una reflexión, análisis y síntesis colegiado de las aportaciones más significativas de la investigación a la enseñanza de las ciencias.

Sin embargo, y a pesar de este importante sesgo y de que no se han establecido mecanismos para que la comunidad de investigadores participe en las reformas curriculares de manera colegiada, es posible encontrar aspectos positivos de la participación de investigadores o de grupos de investigación. Por ejemplo, se han incorporado elementos que fortalecen los currículos (González, León y Venegas, 1997; Nieda y Macedo, 1998; Candela, 1990, 1997 y 2001; Garritz *et al.*, 1996 y 1997; González, Pérez y Barragán, 1998), o bien los aportes en torno a temas como el cambio conceptual, la resolución de problemas, las estrategias didácticas, la práctica docente y las imágenes de ciencia

y aprendizaje (Maciel y Tecamachaltzi, 1997; García y Calixto, 1999; Flores *et al.*, 2000, 2002; Flores, Gallegos y López, 2001, Flores, Gallegos y Reyes, 2007; López, Flores y Gallegos, 2000).

En particular, en las últimas reformas (1993 y 2006), la influencia de la investigación es relevante en los temas del cambio conceptual, modelos de representación e historia y filosofía en la enseñanza de la ciencia (Campos y Gaspar, 1997 y 1999; Flores *et al.*, 2000, 2002; Slisko, Montes y Cuellar, 2006; Slisko, 2000; Gallegos, Flores y Valdés, 2004; Gallegos y Garritz, 2004, 2007; Valdés *et al.* 1999; Calderón *et al.*, 2006) y han repercutido, aunque de manera aún insuficiente, tanto en la estructura y fines de los nuevos programas como en los apoyos didácticos y procesos de actualización docente.

Es importante mencionar que las diferentes investigaciones y la elaboración de los estados de conocimiento en el área de la educación en ciencias impactaron tanto a la misma investigación como al desarrollo de la educación mediante la producción de conocimiento sistemático, analítico, crítico y propositivo; el desarrollo de redes interinstitucionales de académicos; la ampliación y fortalecimiento de las relaciones de colaboración entre académicos de distintas instituciones y la ampliación de la difusión del conocimiento derivada de la investigación educativa y, en particular, con la constitución del Consejo Consultivo Interinstitucional, que bajo el acuerdo de la reforma de secundaria de 2006 (acuerdo 386) se constituyen para asesorar a la SEP en los cambios curriculares.

La situación, sin embargo, parece estar cambiando de manera importante en la nueva reforma de primaria (SEP, 2009) y las relaciones de la investigación en los desarrollos de programas y de materiales educativos, así como la relación general de la SEP con la comunidad de la investigación educativa en general, se ha deteriorado significativamente en el campo de la enseñanza de las ciencias.

La actual reforma de 2009 sin duda requerirá de nuevos análisis y de estudios detallados de sus implicaciones educativas.

8.6 ¿Llega la investigación al aula?

El profesor es, junto con los alumnos, el eje central sobre el cual debería de incidir la investigación educativa, ya que él actúa como mediador del currículum oficial y, para ello, utiliza su propia perspectiva sobre lo educativo, por lo cual, es muy importante que este profesional de la educación tenga elementos para analizar la política educativa, conozca las nuevas teorías y enfoques pedagógicos, esté al tanto de hallazgos relevantes para su práctica docente y maneje las nuevas tecnologías que faciliten la construcción de los conocimientos, habilidades, valores y actitudes en sus estudiantes.

Pese a que se reconoce que los profesores deben estar al tanto de los avances de la investigación educativa, la realidad es muy distinta, y es notoria la lejanía del docente con los diferentes medios que dan a conocer los resultados de la investigación (Flores *et al.*, 2008). Este problema ha sido resaltado ya

por varios investigadores, como Coraggio (1998), quien menciona que es necesario vincular la política educativa y los conocimientos científicos producto de la investigación con los docentes; por otro lado, Reimers y McGinn (2000) señalan que los profesores tienen poca vinculación con la investigación y con los planificadores, y dependen mucho más de las características burocráticas del sistema educativo, de las instituciones y del contexto de trabajo cotidiano. Shulman (1987) hace énfasis en la importancia de que los profesores conozcan y reflexionen sobre los conocimientos que conforman el cuerpo de la disciplina que enseñan, así como sobre el conocimiento pedagógico de los contenidos, lo que implica contar con elementos y categorías de análisis a las que difícilmente podrán tener acceso si no están al tanto de las investigaciones y procesos educativos que se reportan en las revistas especializadas.

A pesar de todos los avances descritos en los cuales se puede reconocer la influencia de la investigación en la educación en ciencias en México, se comparte con el entorno internacional lo que es, con seguridad, el reto o tarea pendiente: lograr que los resultados de la investigación lleguen al aula, que sean parte de los cambios en los docentes, en su forma de enseñar, en sus perspectivas de logro de los aprendizajes de sus alumnos y que las transformaciones que la investigación va marcando se prueben en las aulas, mejorando de esta forma los procesos educativos que ocurren todos los días en la escuela.

Finalmente, habrá que elaborar una agenda para que la investigación logre sus metas para incidir de manera más directa y significativa en la educación nacional. Entre los puntos que esa agenda debiera tocar se encuentran:

- Investigar sobre el impacto de la investigación educativa en los diversos ámbitos de la educación básica.
- Robustecer la investigación educativa y tomar en cuenta las necesidades de los profesores, de los tomadores de decisiones y las características contextuales del sistema educativo.
- Considerar de manera intencionada la vinculación entre las decisiones tomadas en materia de política educativa usando el conocimiento científico producto de la investigación y la vinculación con los actores del proceso educativo.
- Promover programas de formación en investigación educativa.
- Fortalecer los programas de difusión, los bancos de información especializada, las redes que permitan el intercambio y análisis de los productos y la organización de foros, congresos, simposios, etc.
- Crear vínculos sólidos de participación entre los investigadores, tomadores de decisiones y actores de la educación.
- Promover la participación de los investigadores en la política educativa.
- Incrementar la participación de los investigadores en el diseño de los programas de formación y actualización de los profesores, así como en los proyectos que atañen a diversas reformas educativas, con el fin de que se consideren las propuestas realizadas y se promuevan condiciones que lo permitan.

8.7 Consideraciones finales

La investigación educativa en México, y en especial la que investiga la enseñanza de la ciencia, requiere de fortalecimiento y de lograr insertarse en el sistema educativo con proyectos de mayor alcance que los que hasta ahora se han desarrollado, para llegar, de manera efectiva y significativa, a los profesores y transformar así las prácticas docentes que, hasta la fecha, constituyen un problema y un freno al desarrollo de una conciencia y cultura científica básica.

Las relaciones entre la investigación educativa y el desarrollo educativo, comenzando por las políticas públicas y finalizando en el aula, requieren, a su vez, de transformación para hacerlas más fructíferas y menos dependientes de otros factores que, aunque importantes, llevan a tomar de decisiones que no son las aconsejables y que, al imponerse como modas o necesidades de sectores ajenos a los procesos, fines y estándares de la educación básica (sindicatos, grupos religiosos, sectores industriales), se muestran inadecuados tanto en el corto como en el mediano plazo y juegan en detrimento de decisiones mejor sustentadas y que podrían dar frutos de mayor alcance y de mejoras efectivas de la calidad de la educación básica, sobre todo en los países latinoamericanos más vulnerables a la influencia de sectores políticos. ■

Referencias bibliográficas

- Abell, S., y Lederman, N. (2007). (Eds.) *Handbook of research on science education*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Abimbola, O. (1983). The relevance of the "new" philosophy of science for the curriculum, *School Science and Mathematics*, 83, 183-190.
- Aikenhead, G. (1997). Towards a first national cross-cultural science and technology curriculum. *Science Education*, 81, 217-238.
- Akker, J. (2003). The science curriculum: between ideals and outcomes. *International Handbook of Science Education (Part One)*. B. Fraser y K. Tobin (Eds.) Netherlands, Kluwer, 421-447.
- Alvarado, C. (2007). Los libros de texto de Química de secundaria ¿Mediadores para el aprendizaje del tema de acidez y basicidad? Tesis de Maestría, Universidad de Extremadura, Badajoz, España.
- American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for All Americans*, Washington: AAAS.
- Anderson, C. (2007). Perspectives on science learning. En Sandra K. Abell y Norman G. Lederman (Eds.) *Handbook of Research on Science Education, Part I. Science Learning*, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Arnaut, A. (1998). Los maestros de educación primaria en el siglo XX en Latapí S., Pablo (Coord.). *Un siglo de educación en México*, Vol. II. México: FCE (Biblioteca Mexicana).
- Atkin, J. y Black P. (2003). *Inside science education reform. A history of curriculum and policy change*. Nueva York: Teacher College. Columbia University.
- Ausubel, P. (1978). *Psicología Educativa*, México: Trillas.
- Ausubel, P. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza.
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Avedaño, Z. (1991). En un aula de Química. Memoria del VI Foro Nacional de Investigación en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje, Colegio de Ciencias y Humanidades-UNAM.
- Ávila, P. (2002). Tecnologías de información y comunicación en la educación. Proyectos en desarrollo en América Latina y el Caribe. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 45 (185), 125-150.
- Avilés, V. Blanco, M., Cardoso, L., Chávez, Ma. A., Espinoza, J., García, C., García, E., Gutiérrez, J., Márquez, M., Mayo, E., Montañez, J., Talavera y R. U Watson, R. (1987). Diagnóstico de la enseñanza de las ciencias y la educación tecnológica en la escuela primaria. Cuadernos del Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán, año 1(2).
- Bacas, P. (1997). Detección de las ideas del profesorado acerca de los conceptos de calor y temperatura. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 13, 109-116.
- Backhoff, E. y Solano, G. (2003). *Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias Naturales (TIMSS): resultados de México en 1995 y 2000*. Cuaderno 4. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- Barbera, O. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14, 365-379.

- Barona, C., Río, A., Verjovsky, J., Moreno, M. y Lessard, C. (2004). La concepción de la naturaleza de la ciencia (CNC) de un grupo de docentes inmersos en un programa de formación profesional en ciencias. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 6(2).
- Barrass, R. (1984). Some misconceptions and misunderstandings perpetuated by teachers and textbooks of biology. *Journal of Biological Education*, 18 (3), 201-206.
- Barrow, L. (2000). Do elementary science methods textbooks facilitate the understanding of magnet concepts? *Journal of Science Education and Technology*, 9(3), 199-205.
- Berg, C., Bergendahl, C. y Lundberg, B. (2003). Benefiting from an open-ended experiment? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiment. *International Journal of Science Education*, 25, 351-372.
- Black, P. (1993). Formative and summative assessment by teachers. *Studies in Science Education* 21, 49-97.
- Black, P. (1995). Curriculum and assessment in science education: the policy interface. *International Journal of Science Education*, 17, 453-469.
- Block, D. y Waldegg, W. (1995). Matemáticas, en G. Waldegg (Coord.). *Procesos de enseñanza aprendizaje II*. México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa, 21-130.
- Boers-van Oosterum, M. (1990). *Understanding of Variables and Their uses Acquired by Students in Traditional and Computer-Intensive Algebra*, University of Maryland, College Park.
- Bonilla, E. (2000). Reforma y calidad de la educación básica: el papel del currículo y de los materiales didácticos en la adquisición de las competencias básicas, en SEP (2000). Memoria del quehacer educativo. 1995-2000, México, 91-125.
- Bonilla, X. y Gallegos, L. (2007). Concepciones epistemológicas y de aprendizaje de docentes de ciencias, IX Congreso Nacional de Investigación Educativa, 5 al 7 de noviembre, Mérida, Yucatán (ponencia en extenso).
- Bonilla, E., Sánchez, A., Rojano T. y Chamizo, J. (1997). Las Ciencias Naturales y las Matemáticas en la educación básica de México: Una reforma educativa en proceso. *Educación 2001*, 28, 42-46. México.
- Borko, H. y Shavelson, R. (1983). Speculations on teacher education: recommendations from research on teachers' cognition. *Journal of Education for Teaching*, 9 (3), 210-224.
- Boyer, E. (1982). El impacto de la investigación institucional en la educación superior. *Universidades*, 87,135-143.
- Briones, G. (1987). Investigación educativa, disseminación y utilización de resultados. Propuesta de Investigación, en Programa Interdisciplinario de Investigación Educativa (PIIE), Santiago de Chile: FLACSO.
- Briones, G. (1990). *Generación, disseminación y utilización del conocimiento en educación*. Vol. 3, Santiago de Chile: FLACSO.
- Bruner, J. (1960). *The process of education*. New York: Vintage
- Bruner, J. (1986). *Actual Minds Possible Worlds*, Cambridge: Harvard University Press, Trad. esp: Bruner, J. (1988) *Realidad Mental Mundos Posibles*. España: Gedisa.
- Bruner, J. (1993). "El futuro ya alcanzó a la investigación educativa", *Revista Universidad Futura*, 4, 13-28.
- Bryce, T., McCall, J. MacGregor, J., Weston, R. y Robertson, I. (1983). Techniques for the Assessment of Practical Skills (TAPS) in foundation science, London: Heinemann Educational Books.
- Buenfil, E. (2000). Telesecundaria mexicana. *Equidad y calidad en la educación básica* (pp. 97-125). México: Conafe.

- Bungum, B. (2003). Perceptions of technology education: a cross-case study of teachers realising technology as a new subject of teaching. Tesis doctoral inédita. Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología.
- Bybee, R. y DeBoer, G. (1994). Research on goals for the science curriculum en: D. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. Nueva York: McMillan Publishing Company, 357-287.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias, en P. Jiménez Aleixandre (Coord.). *Enseñar ciencias*, Barcelona: Grao.
- Calderón, E. y León-Sánchez, R. (2001). La representación del sistema solar en el niño: un estudio exploratorio. *Integración. Educación y desarrollo psicológico. Revista del Instituto de Psicología de la Universidad Veracruzana*, 15-16, 71-80.
- Calderón, E. Palafox, G., Flores, F. y Gallegos, L. (2006). Las ideas infantiles sobre el sistema solar. *Ethos Educativo*, 35, 41-61.
- Calixto, R. (1996). La imagen deseable de las ciencias naturales, Cuadernos de Actualización, 11, UPN, México.
- Campos, M. y Gaspar, S. (1997). La problemática actual del constructivismo en investigación cognoscitiva. *Investigación Educativa*, 1(7), 20-35.
- Campos, M. y Gaspar, S. (1999). Análisis del discurso de la organización lógico-conceptual de estudiantes de biología del nivel de secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 4 (7), 27-77.
- Candela, A. (1989). Los Libros de Texto Gratuitos de Ciencias Naturales y la investigación en Enseñanza de las Ciencias. *Avance y Perspectiva*, 37, 5-13.
- Candela, A. (1990). Investigación etnográfica en el aula: el razonamiento de los alumnos en una clase de ciencias naturales en la escuela primaria. *Investigación en la Escuela*, 11, 11-23.
- Candela, A. (1991a). Argumentación y conocimiento científico escolar. *Infancia y Aprendizaje*, 55, 13-28.
- Candela, A. (1991b). *La necesidad de entender, explicar y argumentar: los alumnos de primaria en la actividad experimental*. México: Departamento de Investigaciones Educativas-Cinvestav.
- Candela, A. (1993). *Demostraciones y problemas en la enseñanza de las ciencias naturales. Su transformación en el aula*. México: DIE-Cinvestav.
- Candela, A. (1994). La enseñanza de la ciencia y el análisis del discurso, en: M. Rueda, G. Delgado y Z. Jacobo (Eds.). *La Etnografía en Educación. Panorama, prácticas y problemas*. México: CISE-UNAM, 149-169.
- Candela, A. (1995). Transformaciones del conocimiento científico en el aula, en E. Rockwell (Ed.) *La escuela cotidiana*. México: Fondo de Cultura Económica, 173-195.
- Candela, A. (1996a). La construcción discursiva de contextos argumentativos en la enseñanza de la ciencia, en C. Coll y D. Edwards (Eds.) *Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula: aproximaciones al discurso educacional*. Madrid: Fundación Infancia y Aprendizaje
- Candela, A. (1996b). *La construcción de la ciencia en la interacción discursiva del aula*. México: Departamento de Investigaciones Educativas- Cinvestav.
- Candela, A. (1997a). Demonstrations and Problem-solving Exercise in School Science: Their Transformation within the Mexican Elementary School Classroom. *Science Education*, 81(5), 497-513.
- Candela, A. (1997b). La necesidad de entender, explicar y argumentar: Los alumnos de primaria en la actividad experimental. Serie tesis DIE/SEP.

- Candela, A. (1997c). El discurso argumentativo de la ciencia en el aula. *Encontro Sobre Teoria e Pesquisa Em Ensino De Ciências: Linguagem, Cultura e Cognição. Reflexões Para Ensino De Ciências. Anais. Faculdade De Educacao Da UFMG.* 230-251.
- Candela, A. (1997d). La elaboración de material didáctico desde la investigación educativa en el aula. En G. Waldegg y D. Block (Coords.). *Estudios en Didáctica.* Consejo Mexicano de Investigación Educativa (ed.). México: Grupo Editorial Iberoamérica, 56-65.
- Candela, A. (1998). Students' power in classroom discourse. *Linguistics and Education*, 10 (2), 139-164.
- Candela, A. (1999a). *Ciencia en el aula: Los alumnos entre la argumentación y el consenso*, México, Buenos Aires, Barcelona: Paidós.
- Candela, A. (1999b). Prácticas discursivas en el aula y calidad educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, IV(8), 273-298.
- Candela, A. (2001a). Modos de representación y géneros en clases de ciencias, Número monográfico Construcción del conocimiento escolar y análisis del discurso en el aula. *Investigación en la Escuela*, 45, 45-56.
- Candela, A. (2001b). Earthly Talk. *Human Development*, 44, 119-125.
- Candela, A. (2002). Evidencia y hechos: La construcción social del discurso de la ciencia en el aula, en M. Benllock (Ed.). *La Educación en Ciencias: Ideas para Mejorar su Práctica.* Barcelona: Paidós. 187-215.
- Candela, A. (2003). Investigación en las aulas: avances y perspectivas. Trabajo presentado en International workshop on cultural historical traditions, España.
- Candela, A. (2005a). Students' participation as co-authoring of school institutional practices, *Culture & Psychology*, 11 (3), 321-337
- Candela, A. (2005b). Efectos de las evaluaciones estandarizadas en los sistemas educativos. *Avance y Perspectiva*, 24(1), 45-54.
- Candela, A. (2006a). Comentarios a los programas de Ciencias I, II y III en el marco de la RES. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(31), 1451- 1462.
- Candela, A. (2006b). Del conocimiento extraescolar al conocimiento científico en el Aula. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 797-820.
- Candela, A., Cantoral, R., Falcón, R., Farfán M. y Ferreiro, E. (2004). Reforma Integral de la Educación Secundaria. Consideraciones sobre Estructura General, Mecanismos de Implementación y Cambios Curriculares y de Gestión, México: ACM.
- Candela, A., León, A. y Venegas, N. (Comp.) (1989). Reto a la imaginación: La enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria. En *Educación y Cultura: Fundamentos Conceptuales y Metodológico. Etapa de Capacitación Intensiva.* Dirección General de Promoción Cultural. Plan de Actividades Culturales de Apoyo a la Educación Primaria SEP/Conaculta, 457-572.
- Canino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), 81-96.
- Carey, R. y Stauss, N. (1968). An analysis of the understanding of the nature of science by prospective secondary science teachers. *Science Education*, 52, 358-363.
- Carey, R. y Stauss, N. (1970). An analysis of experienced science teachers' understanding of the nature of science. *School Science and Mathematics*, 70, 366-376.
- Cariola, P., Schiefelbein, E., Scwope, J. y Vargas, S. (2001). *La vinculación entre la investigación y la toma de decisiones: un nuevo enfoque.* Santiago de Chile: Centro de Investigación y Desarrollo (Cide).

- Carvajal, E. (2006). Interacción en las aulas de la Telesecundaria: un acercamiento desde la enseñanza de las matemáticas. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 36 (3 y 4), 129-157.
- Carvajal, E. y Gómez, Ma. R. (2002). Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7(16), 577-602.
- Catalá, R. y Chamizo, J. (1993). Enseñar seguridad es enseñar química. *Educación Química*, 4, 186-189.
- Centro de Estudios Educativos, AC (1997). Uso de la información derivada de las investigaciones sobre la planificación educativa en México. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(4), v-xix.
- Ceneval (2006). *Resultados educativos: la secundaria (2004-2005)*, México: Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior.
- Cepeda, F. (2006). EMAT-Coahuila, en T. Rojano (Ed.). *Enseñanza de la Física y las Matemáticas con Tecnología: Modelos de transformación de las prácticas y de la interacción social en el aula*. México: SEP, 167-178.
- Chalmers, A. (1983). *What is this thing called science*, Open University Press, Milton Keynes.
- Chamizo, J. (Coord.) (1999). *Ciencias Naturales. Sexto año*, Comisión Nacional de los Libros de Textos Gratuitos-SEP, México.
- Chamizo, J. (2000). La enseñanza de las ciencias en México. El paradójico papel central del profesor. *Educación Química*, 11, 132-137.
- Chamizo, J. (2003). *Química mexicana*, México: Conaculta.
- Chamizo, J. (2004). La formación de profesores en México. Recuento de una utopía. *Educación Química*, 15(1), 32-39.
- Chamizo, J. (Comp.), (2004). *Antología de la Enseñanza Experimental*. México: UNAM.
- Chamizo, J. (2005). The teaching of Natural Sciences in Mexico: New Programs and textbooks for elementary School. *Science Education*, 16, 271-279
- Chamizo, J. y Garritz, A. (1993). La enseñanza de la química en secundaria. *Educación Química*, 4, 134-139.
- Chamizo, J. y Hernández, G. (2000). Construcción de preguntas, la Ve epistemológica y examen ecléctico individualizado. *Educación Química*, 11, 132-137.
- Chamizo, J., Nieto, E. y Sosa, P. (2004). La enseñanza de la Química.Tercera parte. Ev. de los conocimientos de química desde secundaria hasta licenciatura. *Educación Química*, 15(2), 108-112.
- Chamizo, J. e Izquierdo, M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique*, 51, 9-19.
- Chamizo, J., Sánchez, A. y Hernández, M. (2006). La enseñanza de la química en secundaria. El caso de México, en Quintanilla, M. y Aduriz, A. (Eds.). *Enseñar ciencias en el Nuevo Milenio. Retos y Propuestas*. Santiago: EUCCH.
- Cochran, K., DeRuiter, J. y King, R. (1993). Pedagogical content knowing: an integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44, 263-272.
- Condliffe, L. (2003). La investigación educativa en Estados Unidos: reflexiones para la historia. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 8 (18) 547-560.
- Coraggio, J. (1998). Investigación educativa y decisión política. El caso del Banco Mundial en América Latina. *Perfiles educativos*, CESU-UNAM. Tercera época. Vol. XX núm. 79-80, 43-57.
- Corvalán, A. (1998). Uso de la información en la toma de decisiones en educación en América Latina. En C. Muñoz Izquierdo (Ed.). *Calidad, equidad y eficiencia en la escuela primaria*.

- Estado actual de las investigaciones realizadas en América Latina*. México: Centro de Estudios Educativos-REDUC.
- Crook, C. (1994). *Computers and the collaborative experience of learning*. London: Routledge.
- David, R. (2001). Deep time framework: A preliminary study of U.K. Primary teachers' conceptions of geological time and perceptions of geoscience. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (2), 191-221.
- De Freitas, L. (2004). Evaluación institucional y evaluación de sistemas: hacia un abordaje integrado, en XIV Congreso Mundial de Ciencia de la Educación. Educadores para una nueva cultura, Santiago, 434.
- De Ibarrola, M. (1998). Investigación y políticas educativas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, III (6), 365-372.
- De la Chaussée, M. (2000). Los alumnos y la construcción de la química orgánica en dos facultades de química públicas mexicanas. Tesis doctoral no publicada, Universidad Iberoamericana, Plantel Golfo Centro, México.
- De la Chaussée, E. y Candela, A. (2000). La analogía como recurso discursivo docente en la construcción universitaria del significado de la química, en M. Rueda y F. Díaz (Eds.). *Evaluación de la docencia*. México: Paidós Educador.
- Del Bosque, Sofía y González, M. (1998). *¡Manos a la salud!* México: CIESS/OPS.
- Delval, J. (1983). *Creer y pensar*. México: Paidós.
- Díaz Barriga, A. (2002). *La teoría curricular y la elaboración de programas Didáctica y currículum. Convergencia en los programas de estudio*. México: Paidós (reimp.), 17-36.
- Díaz de Cosío, R., Guevara, G., Latapí, P., Ramón, A. y Ramón, F. (2006). *Enciclomedia en la práctica: Observaciones en 20 aulas*. México: CEE-ILCE.
- Díaz, M., Flores, G. y Martínez, F. (2007). PISA 2006 en México. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (2000). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre ideas de los niños*, Biblioteca para la actualización del maestro. México: SEP.
- Duchl, R. y Hamilton, R. (1998). Conceptual Change in Science and in the Learning of Science, en B. Fraser y K. Tobin (Eds.). *International Handbook of Science Education*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1047-1065.
- Ducoing, P. (Coord) (2003). *Sujetos, actores y procesos de formación*, Colección Estados de Conocimiento. La investigación educativa en México 1992-2002. México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa.
- Dunham, P. y Dick, T. (1994). Research on TIC education. *Mathematics Teacher*, 87(6), 440-445.
- Duschl, R. (1985). Science education and philosophy of science: Twenty-five years of mutually exclusive development. *School Science and Mathematics*, 87, 541-555.
- Erickson, F. (1989). Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza, en M. Wittrock (Ed.). *La investigación de la enseñanza II*. Barcelona, Buenos Aires, México: Paidós Educador, 195-301.
- Espinosa, E. (2007). Los maestros y la apropiación de nuevas propuestas pedagógicas. Estudio etnográfico de la incorporación de una reforma para la alfabetización inicial en la primaria. Tesis doctoral. DIE-Cinvestav.
- Evans, J. (1976). The treatment of technical vocabulary in textbooks of biology. *Journal of Biological Education*, 10 (1), 19-30.

- Facer, K., Furlong, J., Sutherland, R. y Furlong, R. (2000). Home is Where the Hardware is: Young People, the Domestic Environment and Access to new Technologies, en Hutchby, I. y Moran-Ellis, J. (Eds.). *Children, Technology and Culture*. London: Falmer Press.
- Fischer, H., Klemm, K., Leutner, D., Sumfleth, E., Tiemann, R. y Wirth, J. (2005). Framework for empirical researches on science and learning. *Journal of Science Teacher Education*, 16, 309-349.
- Flores F. y Gallegos L. (1993). Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de la ciencia. *Perfiles Educativos*. 62, 24-31.
- Flores, F., López A., Gallegos, L. y Barojas, J. (2000). Transforming Science and Learning Concepts of Physics Teachers. *International Journal of Science Education*, 22(2), 197-208.
- Flores, F., Gallegos, L., López, M. A. (2001). Conceptos de ciencia y aprendizaje en profesores de física: posibilidades y dificultades de transformación. *Ethos Educativo*, 25, 78-87.
- Flores F., et al (2002). Ideas previas. Base de datos que puede consultarse en <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/>
- Flores, F., y Barahona, A. (2003). Currículo y las prácticas pedagógicas, en Waldegg, G. (Coord.). (2003). *Retos y perspectivas de las ciencias naturales en la escuela secundaria*. México: SEP (BAM).
- Flores, F., García, A., Alvarado, C., Sánchez, Ma. C., Sosa, P. y Reachy, B. (2004a). Análisis de los materiales instruccionales de ciencias naturales. Sus implicaciones en los cursos nacionales de actualización. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 20, 199-228.
- Flores, F., Gallegos, L., López, M. A., Sosa, P., Sánchez, M. M., Alvarado, A. Cl., Bonilla, X., García, F. A., Reachy, V. B., Rodríguez, P. D., Valdés, A. S. y Valladares, R. L., (2004b), *Transformaciones conceptuales y pedagógicas en los profesores de ciencias naturales de secundaria: Los efectos de los cursos nacionales de actualización*, Informes Finales de Investigación Educativa. México: SEP.
- Flores, F., Gallegos, L., Bonilla, X., Reyes F., García B. Cruz M., Ulloa N., Alvarado, M., López, L. y Soto, J. (2006). Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores de ciencias naturales. Reporte de investigación. UNAM-CCADET- Apoyo SEPSEByN 2003co1-8.
- Flores, F., Gallegos, L. y Reyes, F. (2007). Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores mexicanos de química. *Perfiles Educativos* 116, 60-84.
- Flores, F. y Valdez, R. (2007). Enfoques epistemológicos y cambios representacionales y conceptuales en J. I. Pozo y F. Flores. (Eds.). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias*. Madrid: Antonio Machado Libros, 21-36.
- Flores, F., Gallegos-Cázares, L., Bonilla, X., López, I. y García, B. (2007a). Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de Biología del nivel secundario. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 12(3), 359-380.
- Flores, F., Gallegos-Cázares, L., García-Franco, A., Vega-Murguía, E. y García-Rivera, B. (2007b). El conocimiento de los profesores de ciencias naturales de secundaria: un estudio en tres niveles. *Revista Iberoamericana de Educación*, www.rieoei.org/deloslectores.htm#cm
- Flores, F., Gallegos, L., Bonilla, X. y Reyes, F. (2008). Influencia que ejercen la formación y el medio al conformar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en profesores de ciencias de secundaria, en Bettussi, G.T. y González Gómez, G. (Coord.). *Anuario Educativo Mexicano, visión retrospectiva*. México: H. Cámara de Diputados LX Legislatura, Universidad Pedagógica Nacional, Miguel Ángel Porrúa.
- Fraser, B. y Tobin, K. (1998). *International Handbook of Science Education*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Freixas, R. y De Alva, N. (2001). SEP e ILCE en la educación a distancia. Recuperado el 1 de abril de 2008 de Ciberhábitat: http://ciberhabitat.gob.mx/escuela/sep_ilce/textos/texto_sepilce.htm
- Fuenlabrada, I. y Weiss, E. (Coords.) (2006). *Prácticas escolares y docentes en las escuelas primarias multigrado*. CONAFE/DIE.
- Fuentes, O. (1979). Educación pública y sociedad, en P. González-Casanova y E. Florescano (coords.). *México Hoy: Entre lo deseable y lo posible*. México: Siglo XXI.
- Fumagalli, L. (1997). La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario de educación formal. Argumentos a su favor, en H. Weissman (Ed.). *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones*. Buenos Aires: Paidós Educador, 15-35.
- Gabel, D. (Ed.) (1994). *Handbook of research on science teaching and learning*. New York : Mcmillan Publishing Company.
- Galán, Ma. I. (1995). Estudios sobre la investigación educativa en S. Quintanilla (coord.). *Teoría, campo e historia de la educación*, México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa.
- Gallagher, J. (1971). A Broader Base for Science Teaching. *Science Education*, 55, 329-338.
- Gallegos, L., Jerezano, Ma E. y Flores, F. (1994). Preconceptions and relation Used by Children in the Construction of Food Chains. *Journal of Research in Science Education*, 14, 265-272.
- Gallegos, L. y Flores, F. (2003). Concepciones, cambio conceptual, modelos de representación e historia y filosofía, en enseñanza de la ciencia, en López y Mota (Ed.). *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje*, México: COMIE.
- Gallegos, L. y Garritz, A. (2004). Representación continua y discreta en estudiantes de química. *Educación Química*, 15(3), 234-242.
- Gallegos, L., Flores, F. y Valdés, S. (2004). Transformación de la enseñanza de la ciencia en profesores de secundaria. Efectos de los Cursos Nacionales de Actualización. *Perfiles Educativos*, XXVI (103), 7-37.
- Gallegos, L. (2006). Proyecto. La enseñanza de la ciencia con tecnología ECIT, en T. Rojano (Ed.). *Enseñanza de la Física y las Matemáticas con Tecnología: Modelos de transformación de las prácticas y la interacción social en el aula*. Subsecretaría de Educación Básica-SEP, 130-139.
- Gallegos, L. y Garritz, A. (2007). Los perfiles de modelos como una representación individual y grupal de las concepciones de los estudiantes, en J. I. Pozo y F. Flores (Coords.). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje de la ciencia*. Madrid: Antonio Machado Libros.
- Gallegos, L., Canales, E., Albornoz, H., Flores, F., Casas, M. y Mejía, I. (2007). La enseñanza de las Ciencias Naturales en el Jardín de Niños. *Ethos Educativo*, 39, mayo-agosto, 85-101.
- Gallegos, L., Flores-Camacho, F. y Calderón, E. (2008). Aprendizaje de las ciencias en preescolar: la construcción de representaciones y explicaciones sobre la luz y las sombras. *Revista Iberoamericana de Educación*, 47, 97-120.
- Gallegos, L., Flores-Camacho, F., Calderón-Canales, E. (2009). Preschool Science Learning: the construction of representations and explanations about color, shadows, Light and images. *Review of Sciences, Mathematics, and ICT Education*, 3(1), 49-73.
- Gálvez, V. y Waldegg, G. (2004). Ciencia y científicidad en la televisión educativa. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), 147-158.
- García, A., Flores, F. y Gallegos, L. (2005). The national in-service courses for science teachers and their effect on educational reform in Mexico. *Journal of Education for Teaching*, 31(1), 37-46.
- García, A., Reyes, F., Flores, F. y Gallegos, L. (2006). Conocimientos básicos de los profesores de química de secundaria. *Educación Química*, 17(3), 379-387.

- García, M. (2001). Las actividades experimentales en la escuela secundaria, *Perfiles Educativos*, 33, 70-90.
- García, M. (2005). La concepción del trabajo experimental en los profesores de química de nivel medio superior de la BUAP. Tesis de Maestría, BUAP, Puebla.
- García, M. y Calixto, R. (1999). Actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica. *Perfiles Educativos*, 21 (83-84), 105-118.
- García, Ma. D. y Salgado, H. (2005). Formación en la disciplina, en P. Ducoing (Coord.). *Sujetos, actores y procesos de formación*, Colección Estados de Conocimiento. La investigación educativa en México 1992-2002, Consejo Mexicano de Investigación Educativa, México, 445-466.
- Garritz, A. y Trinidad-Velasco, R. (2004). El conocimiento pedagógico del contenido. *Educación Química*, 15(2), 98-102.
- Garritz, A. y Trinidad-Velasco, R. (2007). La naturaleza corpuscular de materia y su conocimiento pedagógico, en J. I. Pozo y F. Flores (Eds.). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid: Antonio Machado Libros, 217-236.
- Garritz, A. y Valdez, R. (2007). El conocimiento pedagógico del contenido (CPC). ¿Cuál es la diferencia entre un buen y un mal maestro?, en J. M. Sánchez (Coord.). *Iniciación a la cultura científica. La formación de maestros*, Colecc. Aprendizaje, Madrid: Antonio Machado Libros. Cátedra de Educación Científica para América Latina y el Caribe (UNESCO), Universidad de Alcalá de Henares.
- Garritz, A., Cornejo, R., Garza, R., Llano, M., Montagut, P., Nieto, E., Rius P. y Valle, R. (1996). *Antecedentes escolares y avances en la educación superior*. México: ANUIES, Colección Temas de Hoy en la Educación Superior (14).
- Garritz, A., Cornejo, R., Garza, R., Llano, M., Montagut, P., Nieto, E., Rius P. y Valle, R. (1997). Resultado de un "Triage" educativo en el primer semestre de la educación universitaria de ciencias, Memorias del V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las ciencias. Murcia: *Revista enseñanza de las Ciencias en España*.
- Gatti, B. (1986). Participação do pessoal da administração superior nas reformas da inovações do sistema educacional. *Cuadernos de Pesquisa* (59), 324-339.
- Giere, R. (1988). *Explaining Science. A cognitive approach*, University of Chicago Press, Chicago.
- Gil D., Furio, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregrosa, J., Guisáosla, J., González, E., Dumas-Carre, A., Goffard, M. y Pessoa, A. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 311-319.
- Gil, D., Vulches, A., Fernández, I., Cachapuz, A., Praia, J., Valdés, P. y Salinas, J. (2005). Technology as 'Applied Science': a Serious Misconception that Reinforces Distorted and Impoverished Views of Science. *Science & Education*, 14, 309-320.
- Giordan, A. (1978). *La Enseñanza de las Ciencias*. España: Siglo XXI.
- Gómez, J. (1995). Los libros de texto y estilos de docencia. *Educación 2001*, 1, 50-51.
- González, J., León A. y Venegas, N. (Eds.) (1997). *Contenidos relevantes de ciencias naturales para la educación básica*. México: Fundación SNTE. Para la Cultura del Maestro Mexicano.
- González, N. Pérez, A. y Barragán, E. (1998). Evaluación del plan de estudios 1989 de la carrera de Química Farmacéutico Biológica de la UNAM. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 29 (3), 30-35.
- Goodlad, J. (1979). *Curriculum enquiry: The study of curriculum practice*. New York: McGraw-Hill.
- Gottfried, S. y Kyle, W. (1992). Textbook use and the biology education desired state. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (1), 35-49.

- Gould, C. (1977). The readability of school biology textbooks. *Journal of Biological Education*, 11 (4), 248-252.
- Granados, E. (1982). Las Ciencias Naturales en educación secundaria. Tesis de Maestría, Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav.
- Guerra, Ma. T. (2005). Ideas about science in Mexican primary education: curriculum demands and teachers' thinking. Tesis doctoral inédita, Universidad de Leeds, Leeds, Inglaterra.
- Guerra, Ma. T. (2006). Los científicos y su trabajo en el pensamiento de los maestros de primaria: una aproximación pedagógicamente situada. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, Vol. 11, Núm. 31, 1287-1306.
- Guerra Ramos, M. T. y López Valentín, D. M. (2011). Las actividades incluidas en el libro de texto para la enseñanza de las ciencias naturales en sexto grado de primaria: análisis de objetivos, procedimientos y potencial para promover el aprendizaje. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 16 (49), 441-470.
- Gutiérrez-Vázquez, J. (Coord.) (1972-1976a). Libros de Texto Gratuito: Ciencias Naturales Libros del Niño de 1° a 6° grados de primaria, México: SEP.
- Gutiérrez-Vázquez, J. (Coord.) (1972-1976b). Auxiliares Didácticos: Ciencias Naturales de 1° a 6° grados. México: SEP.
- Gutiérrez-Vázquez, J. (Coord.) (1980). Diagnóstico de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela primaria, Informe de Investigación elaborado por M.S. Núñez, Documento interno DIE-Cinvestav-IPN.
- Gutiérrez-Vázquez, J. (1982). Reflexión sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales en la primaria. *Educación, Revista del Consejo Nacional Técnico de la Educación*, Núm. 42, 13-32.
- Gutiérrez-Vázquez, J. y Candela, A. (Coord.) (1981). Libro de Texto Gratuito: Ciencias Naturales 3er grado de primaria. México: SEP.
- Hernández, M. (1996). La enseñanza de la historia del evolucionismo: un estudio de caso, en M. A. Campos y R. Ruiz (Eds.). *Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias*. México: UNAM, 159-180.
- Herron, D. (1971). The nature of scientific enquiry. *School Science Review*, 79, 171-172.
- Hewson, P., Beeth, M. y Thorley, R. (1998). Teaching for Conceptual Change, en B. Fraser y K. Tobin (Eds.). *International Handbook of Science Education*, 199-218, vols. 1 y 2, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo experimental. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 299-313.
- Hopkins, D., Ahtaridou, E., Matthews, P. y Ponsler C. (2007). *An analysis of mexican school system in light of PISA 2006*, Directorate for Education, OECD.
- Hurd, P. (1970). *New Directions in Teaching Secondary School Science*. Chicago: Rand-McNally.
- ILCE (2004a). Evaluación de los materiales didácticos de apoyo para la Telesecundaria. Hacia un nuevo modelo pedagógico y la renovación de sus materiales de enseñanza. México: Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa. Mimeo.
- ILCE (2004b). La renovación del modelo pedagógico de la Telesecundaria. México: Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa. Mimeo.
- Inclán, C. y Mercado, L. (2005). Formación y procesos institucionales (Normales y UPN) en P. Ducoing (Coord.) *Sujetos, actores y procesos de formación*, Colección Estados de Conocimiento.

- La investigación educativa en México 1992-2002, Consejo Mexicano de Investigación Educativa, México, 327-368.
- INEE (2007a). Telesecundaria: aportes y desafíos para una educación de calidad. *INEE, La educación para poblaciones en contextos vulnerables*. Informe 2007. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación 96-117.
- INEE. (2007b). *Panorama Educativo de México*. Indicadores del Sistema Educativo Nacional. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- Ingle, R. y Turner, D. (1981). Science Curricula as Cultural Misfits. *European Journal of Science Education*, 3(4), 357-371.
- Izquierdo M., Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 45-59.
- Izquierdo, M. (2007). Aspectos epistemológicos de la enseñanza de las ciencias, en Chamizo, J. (Ed.). *La esencia de la Química*. México: UNAM.
- Izquierdo, M. y Carrio, M. (Coords.) (2005). *Les compétences de pensament científic aux classes de ciències*. Barcelona: Plan de Formació Permanent IDES-UAB.
- Jackson, P. (1968). *Life in classrooms*. New York: Rinehart and Wilson.
- Jara, S. (1989). *Ciencia y tecnología para los niños michoacanos*. Documento interno. Morelia, Michoacán, Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán.
- Jara, S. (1990). La enseñanza de la física en primaria (Un estudio en 6º grado en el estado de Michoacán). *Revista Mexicana de Física*, 36(3), 431-445.
- Jenkins, E. (2000). Research in Science Education: Time for a Health Chef? *Studies in Science Education*, 35, 1-26.
- Kalman, J., Carvajal, E. y Rojano, T. (2004). Un retrato de las aulas de la Telesecundaria en México. Hacia un nuevo modelo pedagógico y la renovación de sus materiales de enseñanza. México: s/publicar.
- Kind, V. (2005). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*, Biblioteca para la actualización del maestro, SEP, México.
- Kirshner, P. y Meester, M. (1988). Laboratory approaches. *Higher Education*, 17, 81-98.
- Koulaidis, V. y Ogborn, J. (1989). Philosophy of Science: an empirical study of teachers' views. *International Journal of Science Education*, Vol. 11, Núm. 2, 173-184.
- Kuhn, T. (1972). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Kuhn, T. (1982). *La tensión esencial. Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. México: Conacyt; Fondo de Cultura Económica.
- Lagowski, J. (2004). Enseñanza en el laboratorio de tecnología y química, en Chamizo, J. (Com.) *Antología de la Enseñanza Experimental*. México: UNAM.
- Latapí, P. (1977). Reflexiones acerca del éxito de la investigación educativa en México. *Revista del Centro de Estudios Educativos*, 3(4), 59-68.
- Latapí, P. (2001a). ¿Sirve de algo criticar a la SEP? Comentarios a la memoria del sexenio 1995-2000. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 6(13), 455-476.
- Latapí, P. (2001b). *Tiempo educativo mexicano*, (7 tomos). Aguascalientes: UAA.
- Latapí, P. (2008). ¿Recuperar la Esperanza? La investigación educativa entre pasado y futuro. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 8(36), 283-297.
- Lave, J. (1988). *Cognition in Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Lederman, N. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future, en S. Abell y N. Lederman (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*. New, Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 831-879.
- Lemke, J. (1990). *Talking Science: Language, learning and values*. Norwood, NJ: Ablex Publishing.
- León, A. y Solé, M. (1982). ¿Enseñamos realmente a investigar la naturaleza? *Educación*, 42, 167-186.
- León, A. y Venegas, N. (1987). *En busca de espacios de reflexión para maestros y alumnos*. México: Módulo Científico-Tecnológico del PACAEP-SEP.
- León, A. y Venegas, N. (1989). Construcción de estrategias didácticas a partir de la investigación sobre la práctica docente en el área de ciencias naturales. *Enseñanza de las ciencias*, número extra (III Congreso), Tomo 2.
- León, A. y Venegas, N. (1991). El maestro, la reflexión sobre práctica y la construcción de estrategias didácticas. 1er encuentro de Innovaciones en Educación Básica. México: Esfinge.
- León, A., Goñi, H., Domínguez, A., Flores, F., Gallegos, L., González, J., López, A. y Rojano, R. (1995). Ciencias Naturales y Tecnología, en Waldegg, G. (Ed.). *Procesos de Enseñanza y Aprendizaje II: la investigación educativa en los ochenta, perspectivas para los noventa*. México: Consejo mexicano de Investigación Educativa, 23-120.
- León, A. (2003). El currículo como estructura: una visión retrospectiva, en López y Mota A.D. (Coords.). *Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje*. México: COMIE-CESU-SEP.
- León, S., Palafox, P. y Barrera, G. (2005). Las ideas de los niños acerca del proceso digestivo. *Revista Mexicana de Psicología*, 22 (1), 137-158.
- Lewis, J. (2002). The Effectiveness of Mini-Projects as a Preparation for Open-ended Investigations, en Psillos, D. y Niedderer (Eds.). *Teaching and learning in the science laboratory*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- López, A. (1997). Evocando habilidades científicas mediante actividades prácticas: problemas, en Waldegg, G. y D. Block (Coords.). *Estudios en Didáctica*. México: COMIE y Grupo Edit. Iberoamericana. 153-160.
- López, A., Flores, F. y Gallegos, L. (2000). La formación de docentes en física para el bachillerato. Reporte y reflexión sobre un caso. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 5 (9), 113-135.
- López, A. (2003a). Consideraciones finales, en López y Mota (Eds.). *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje*, México: COMIE.
- López, A. (Coord.) (2003b). *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje*. Educación en Ciencias Naturales del Consejo Nacional de Investigación Educativa. México: Grupo Ideograma Editorial.
- López, A. (2004). ¿Cambian los cursos de actualización las representaciones de ciencia y la práctica docente? *Revista mexicana de Investigación Educativa*, 9 (22) 699-719.
- Luna, M. (1994). Los maestros y la construcción del expediente cotidiano, *Investigación en la Escuela*, 22, 105-114.
- Lunetta, V. (1998). The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching, en B. Fraser y K. Tobin (Eds.). *International Handbook of Science Education*, vols. 1 y 2, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 249-262.
- Luque, I., López, E., Cerruela, G. y Gómez, M. (2001). Design and Development of Computer-Aided Chemical Systems: Virtual Labs for Teaching Chemical Experiments in Undergraduate and Graduate Courses. *Journal of Chemistry Information and Computer Science*, 41, 1075-1082.

- Maciel, S. y Tacamachaltzi, V. (1997). Una experiencia de trabajo constructivo con alumnos ciegos de nivel primaria: los astros, en Waldegg, G. y D. Block (Coord.) *Estudios en Didáctica*. México: COMIE y Grupo Edit. Iberoamérica, 145-152.
- Mares, G., Guevara, Y., Rueda, E., Rivas, O. y Rocha, H. (2004). Análisis de las interacciones maestra-alumnos durante la enseñanza de las ciencias naturales en primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa* 9(22), 721-745.
- Mares, G., Rivas, O., Pacheco, V., Rocha, H., Dávila, P., Peñalosa, I. y Rueda, E. (2006). Análisis de lecciones de enseñanza de Biología en primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11 (30), 883-911.
- Masakata, O. (1995). Science education in a Multiscience Perspective. *Science Education*, 79(5), 583-393.
- Matthews, M. (1994). *Science Teaching: The role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.
- Maya, C. (1999). El uso de la investigación en la toma de decisiones: caso México. Memoria Electrónica del V Congreso Nacional de Investigación Educativa, Aguascalientes, México.
- McComas, F., Clough, M. y Almazroa, H. (2000). The Role and Character of the Nature of Science in Science Education, en W. McComas (Ed.). *The Nature of Science in Science Education*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 41-52
- McComas, W. (2000), *The Nature of Science in Science Education*. Dordrecht: Rationales and Strategies, Kluwer academic Publishers.
- McFarlane, A., Harrison, C., Somekh, B., Scrimshaw, P. y Harrison, A. (2000). The impact of ICT on attainmen. Preliminary Study 1 for the impact 2 project. Desde: <http://www.becta.org.uk/research>
- McFarlane, A. (2001). *El aprendizaje y las tecnologías de la información*. Madrid: Santillana.
- Medina, R. (1984). Influencia de la investigación educativa en la toma de decisiones. *Investigación Educativa*, 2 (3), 15-19.
- Mercado, R. (1994). Formar para la docencia: Un reto de la Educación Normal. *Universidad Futura*. Vol. 6 (16). México: Universidad Autónoma Metropolitana, 27-37.
- Mercado, R. (2000). *La implantación del plan 1997 de la licenciatura en educación primaria: Un estudio sobre el primer semestre*. México: SEP.
- Mercado, R. (2002). *Los saberes docentes como construcción social. La enseñanza centrada en los niños*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Mercado, R. y Tabeada, E. (2005). Evaluación del desempeño y desarrollo del docente. Informe del Conafe.
- Millar, R., Tiberghin, A. y Le Maréchal, J. (2002). Varieties of Labwork: a Way of Profiling Labwork Tasks, en Psillos D. y Niedderer (Eds.). *Teaching and learning in the science laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Miranda, F. y Reynoso, R. (2006). La Reforma de la Educación Secundaria en México. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(31), 1427-1450.
- Montañez, J. (1989). *Los experimentos en la escuela primaria: Un inventario inicial*. Cuadernos del CIDEM 4. Morelia: Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán.
- Müeller, M. y Bentley, M. (2007). Beyond the "decorated landscapes" of educational reform: Towards landscapes of pluralism in Science Education. *Science Education*, 91(2), 321-338.
- Muñoz, C. (1991). Algunos problemas que actualmente requieren atención prioritaria en la investigación educativa de América Latina. *Propuesta Educativa*, 3 (5), 16-20.

- Nakhleh, M., Polles, J. y Malina, E. (2002). Learning chemistry in a laboratory environment, en Gilbert J. (Ed.) *Chemical education: Towards Research-based Practice*, Dordrecht: Kluwer.
- Naranjo, G. (2005). La participación de los alumnos ciegos en las clases de Ciencias Naturales de la escuela primaria regular, 27 de enero de 2005, Cinvestav-IPN.
- Naranjo, G. y Candela, A. (2006). Saberes docentes en las clases de ciencias en las que se integra un alumno ciego. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 821-845.
- Nieda, J. (1994). Algunas minucias sobre los trabajos prácticos en secundaria. *Alambique*, 2, 15-20.
- Nieda, J. y Macedo, B. (1998). *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. México: SEP(BN y BAM)/OEI.
- Novak, J. (1978). El proceso de aprendizaje y la efectividad de los métodos de enseñanza. *Perfiles Educativos*, 1, 10-31.
- Núñez, M., Solé, M., León, A. y Dávila, M. (1983). Desarrollo de un modelo de enseñanza de las ciencias experimentales y la tecnología de la escuela primaria, Informe general de la investigación, no publicado, Departamento de Investigaciones Educativas, México: Cinvestav.
- Observatorio Ciudadano de la Educación. (2002). *Trabajo docente. Una perspectiva internacional*. Comunicados OCE sobre Política y Educación.
- OECD (2000). *Knowledge management in the learning society*, Paris: Center for Educational Research and Innovation – OECD.
- OECD (2001). *Knowledge and skills for life, First results from PISA 2000*. París.
- OECD (2002). *PISA 2000 Technical Report*.
- OECD (2005). Informe PISA 2003. *Aprender para el mundo de mañana*. Madrid: Santillana.
- OECD (2007). *PISA 2006 Science Competencies for Tomorrow's World* (vol. 1). París.
- OEI (2006). Evaluación Externa del Programa Nacional para la Actualización Permanente de los Maestros de Educación Básica en Servicio 2006. Organización de Estados Iberoamericanos. Desde: http://www.oei.es/quipu/mexico/EE2006_Final.pdf. Último acceso: 21 de abril de 2008.
- Olugbemiro, J. y Akinsola, P. (1991). The Relationship between African traditionally cosmology an students' acquisition of a science process skill. *International Journal of Science Education*, 13 (1), 37-47.
- Ornelas, C. (1995). *El sistema educativo mexicano. La transición del fin del siglo*, México: CIDE/NAFINSA/FCE.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. y Duschl, R. (2003). What 'Ideas-about-science' should be taught in school science? A delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (7), 692-720.
- Otero, J. (1990). Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), 17-22. PAUTA. (www.pauta.org.mx).
- Pellicer, D. (coord.) (1980). *Primaria intensiva para jóvenes de 11 a 14 años de zonas urbanas. Modelo pedagógico y operativo, propuesto en base a la experiencia en el Distrito Federal*. México: SEP-DIE-Cinvestav.
- Poder Ejecutivo Federal (1996). Programa de desarrollo educativo. México: SEP.
- Pozo, J. y Gómez, M. (2000). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- Presidencia de la República (2007). Cap. 3. Igualdad de Oportunidades. Transformación educativa. Recuperado el 1 de abril de 2008, de Primer informe de gobierno: http://www.informe.gob.mx/pdf_excel/capitulo03/3_3/M275-290.pdf

- Psillos, D. y Niedderer, H. (2002). Issues and Questions Regarding the Effectiveness of Labwork, en Psillos D. y Niedderer (Eds.). *Teaching and learning in the science laboratory*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Quiroz, R. (2000). Las condiciones de posibilidad de aprendizaje de los adolescentes en la educación secundaria, tesis doctoral. México: DIE-Cinvestav.
- Quiroz, R. (2001). La educación secundaria en México al inicio del siglo XXI. *Educación 2001*, marzo, 21–31.
- Quiroz, R. (2003). Telesecundaria: los estudiantes y los sentidos que atribuyen a algunos de los elementos del modelo pedagógico. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 8 (17), 221-243.
- Quiroz, T., Weiss, E., Candela, A., Block, D., Pellicer, A. y Paradise, R. (2003). Evaluación de la Licenciatura en Educación Secundaria, Proyecto por convenio con la Subsecretaría de Educación Básica y Normal de la Secretaría de Educación Pública, México.
- Ramírez, R. (1995). La enseñanza por medio del libro de texto. *Cero en Conducta*, 10 (40-41), 103–108.
- Ramos, S. y García, C. (2007). La cultura formativa: una hipótesis alterna en la relación teoría práctica de los futuros docentes de Ciencias Naturales, en García, C. La formación en ciencias. Cuadernos de Investigación. Guanajuato: Figuras.
- Rayas, P. (2002). *Ideas previas sobre energía en niños y niñas de 5º grado de educación primaria y sus opiniones acerca de las actividades de aprendizaje*. Tesis maestría. UPN.
- Reid, D. y Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid: Narcea.
- Reimers, F. y McGinn, N. (2000). *Diálogo Informado. El uso de la investigación para conformar la política educativa*. México: Centro de Estudios Educativos.
- Reynoso, E., Fierro, E., Torres, G., Vicentini-Missoni, M. y Pérez de Celis, J. (1993). The alternative frameworks presented by mexican students and teachers concerning the free fall of bodies. *International Journal of Science Education*, 15(2), 127-138.
- Rockwell, E. (Coord.), (1976). *Manual del Instructor Comunitario*. México: Conafe-DIE-Cinvestav.
- Rockwell, E. (Coord.) (1988). Dialogar y Descubrir. Serie de material didáctico para instructores y alumnos de Cursos Comunitarios del Consejo Nacional de Fomento Educativo/DIE.
- Rockwell, E. (1991). Palabra escrita, interpretación oral: Los libros de texto en la clase. *Infancia y Aprendizaje*, 55, 29-44.
- Rockwell, E. (1994). Los libros de texto en perspectiva, Básica. *Revista de la escuela y el maestro*, 1 (1), 63–64.
- Rockwell, E. (Coord.) (1996). *La escuela cotidiana*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Rockwell, E. (2007). Huellas del pasado en las culturas escolares. (Signs of the past in school cultures) *Revista de Antropología Social* 16, 175-212.
- Rockwell, E. y Gálvez, G. (1982). Formas de transmisión del conocimiento científico, un análisis cualitativo. *Educación*, Núm. 42, 97-140.
- Rockwell, E. y Mercado, R. (1986). La escuela: Lugar del trabajo docente. Documento DIE.
- Rogoff, B. y Lave, J. (1984). *Everyday Cognition: Its Development in Social Context*, Harvard University Press.
- Rojano, T. (2003). Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: proyecto de innovación educativa en matemáticas y ciencias en escuelas secundarias públicas de México. *Revista Iberoamericana de Educación*, 33, 135-165.
- Rojano, T. (2006). *Enseñanza de la Física y las Matemáticas con Tecnología: Modelos de transformación de las prácticas y de la interacción social en el aula*. México: SEP.

- Rojas, F. (1992). *Información y toma de decisiones en educación. Un estudio de casos*. Santiago de Chile: UNESCO-REDUC
- Rowell, J. y Cawthron, E. (1982). Images of science: an empirical study. *Journal of Science Education*, 4 (1), 79-94.
- Rueda, M. (1997). Investigación educativa y procesos de decisión. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, núm. 4, Vol. II, 42-69.
- Ruiz, E. (1993). Propuesta y desarrollo de un modelo de evaluación para el nivel superior. Tesis de maestría no publicada, Facultad de Psicología, UNAM, México.
- Rutherford, J. [coord.] (1997). *Ciencia: conocimiento para todos*, Proyecto 2061. American Association for the Advancement of Science. México: SEP (BAM y BN)/Oxford University Press/Harla.
- Sacristán, J. (1998). *Aproximación al concepto de currículum. El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata, 13-64.
- Sáiz, M. (2003). Algunos objetos mentales relacionados con el concepto de volumen de maestros de primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 8(18), 447-478.
- Sánchez, A. (2004). ¿Por qué y para qué enseñar ciencia y tecnología en la educación básica? *Fuera del Rincón*, Revista de Divulgación para docentes de la Secretaría de Educación del Estado de Puebla. Núm. primavera-verano, 4-13.
- Sánchez, A., Hernández, M. y Valdez, R. (2001). La educación en ciencias en la escuela secundaria. Situación actual y perspectivas. *Educación 2001*, año VI, núm. 69, México, 45-55.
- Sandoval, E. (2000). *La trama de la escuela secundaria: Institución, relaciones y saberes*. México: Universidad Pedagógica Nacional y Plaza y Valdés.
- Sandoval, E. (2001). Ser maestro de secundaria en México. Condiciones de trabajo y reformas educativas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 25, 1-14.
- Sandoval, E. (2006). Para pensar la reforma a la educación secundaria (Presentación). *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(31), 1423- 1426.
- Santibañez, L., Vernez, G. y Razquin, P. (2005). *Education in Mexico: Challenges and opportunities*. Santa Monica: RAND Corporation.
- Santos, A. (2001). Oportunidades educativas en Telesecundaria y factores que la condicionan. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 31 (3), 11-52.
- Schiefelbein, E. (1985). *El papel de la investigación educacional en la concepción de implantación de políticas en educación. La experiencia latinoamericana*. París: Instituto de Estudios Políticos. (Traducción Microficha REDUC), 339-370.
- Schiefelbein, E., Wolff, L., y Schiefelbein, P. (1998). La relación costo-beneficio de las políticas públicas en materia de educación: encuesta de opinión con expertos. Desde: <http://www.educationfasttrack.org/media/library/lacschiefwolffcepal.pdf>
- Scott P., Asoko H., y Leach J. (2007). Student Conceptions and Conceptual Learning in Science, en S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- SEP (1992a). Programa de Educación Preescolar. México.
- SEP (1992b). Acuerdo para la modernización de la educación básica. México.
- SEP (1993). Plan y Programas de Estudio 1993. Educación Primaria. México.
- SEP (1995). Programa de Desarrollo Educativo 1995-2000. México.

- SEP (1996). El video en el aula: acervo y usos didácticos de la videoteca escolar. Educación Secundaria. México.
- SEP (1999). El video en el aula: usos didácticos de la videoteca escolar. Segundo acervo. Educación secundaria. México.
- SEP (2000). Memoria del quehacer educativo. 1995-2000. México.
- SEP (2001a). Plan Nacional de Educación 2001-2006. México.
- SEP (2001b). Programa Sectorial de Educación 2001-2006. México.
- SEP (2002a). Estadística Básica del Sistema Educativo Nacional. México.
- SEP (2002b). Documento Base. Reforma Integral de la Educación Secundaria. Subsecretaría de Educación Básica y Normal. Desde: <http://www.reformasecundaria.sep.gob.mx/doc/docbase.pdf>
- SEP (2003). Situación actual de la Telesecundaria Mexicana. Primera Etapa. México: SEByN. DGMME.
- SEP (2004a). Documento curricular RIES. Desde: <http://ries.dgme.sep.gob.mx>
- SEP (2004b). Reseñas de Investigación Educativa. Educación Básica. Convocatoria 2002. Subsecretaría de Educación Básica y Normal. México, 343-362.
- SEP (2004b). Reseñas de Investigación Educativa. Educación Básica. Convocatoria 2002. Subsecretaría de Educación Básica y Normal. México, 165-187.
- SEP (2006a). Escuelas Multigrado. Retos y necesidades de cambio en las escuelas multigrado. Estudio exploratorio. Dirección General de Desarrollo de la Gestión e Innovación Educativa. México.
- SEP (2006b). Educación Básica. Secundaria. Plan de estudios. México.
- SEP (2006c). Educación Básica. Secundaria. Ciencias. Programas de Estudio (1ª. Edición). México.
- SEP (2007). Análisis Estadístico, XII Etapa. Carrera Magisterial. Nacional. México.
- SEP (2008a). Sistema de Información de Estadística de la Educación Básica. Subsecretaría de Educación Básica. Desde: <http://sieeb.basica.sep.gob.mx/>. Último acceso: 21 abril 2008.
- SEP (2008b). Creación de los Consejos Consultivos Interinstitucionales. Subsecretaría de Educación Básica. Desde: <http://basica.sep.gob.mx/dgdc/sitio/start.php?act=notapp>. Último acceso: 26 agosto 2008.
- SEP (2009). Programas de estudio 2009. Sexto grado. Educación Básica. Primaria. México (2ª Ed.).
- SEP (2010). Programas de estudio 2009. Quinto grado. Educación Básica. Primaria. México (2ª Ed.).
- SEP-ILCE (1997). La Telesecundaria mexicana. Programa de Educación a Distancia. México.
- SEP-ILCE (2003). Una política de informática educativa para la educación básica. Documento interno de trabajo.
- Séré, M. (1998). *Improving science education issues and research on innovative empirical and computer-based approaches to labwork in Europe*. Informe final del proyecto "Labwork in Science Education" Comisión Europea. Desde: <http://formation.etud.u-psud.fr/didasco/index.htm>
- Séré, M. (1999). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de la Ciencias*, 17, 45-59.
- Serrano, J. (2005). Tendencias en la formación de docentes, en P. Ducoing (Coord.). Sujetos, actores y procesos de formación, Colección Estados de Conocimiento. La investigación educativa en México 1992-2002, México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa, 171-270.
- Shiao, Y. (2000). Organization of biological concepts in elementary science textbooks. *Proc. Natl. Sci. Counc.* 10 (2), 61-70.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Research* 15(2), 4-14.

- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-21
- Shunta, L., (2006). Las ideas previas de los niños en la construcción de cadenas alimenticias. Tesis de licenciatura, Facultad de Psicología UNAM.
- Singh M., Szafran, Z. y Pike R. (1999). Microscale chemistry and green chemistry: Complementary pedagogies. *Journal of Chemical Education*, 76, 1684-1686.
- Siniscalco, M. (2002). *A statistical profile of the teaching profession*. Ed. International Labour Organization and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Desde: http://www.ilo.org/public/english/dialogue/sector/papers/education/stat_profile02.pdf. Último acceso: 21 de abril de 2008
- Slisko, J. (2000). Radiografía de los libros de texto de física I. La terminología como obstáculo epistemológico para el aprendizaje. *Educación 2001*, 56, 39-40.
- Slisko, J., Montes, R. y Cuellar, R. (2006). Análisis multidimensional de un texto escolar. *Estudios de Lingüística Aplicada*, 23, 203-213.
- Smith, L. y Southerland, S. (2007). Reforming practice or modifying reforms: Elementary teachers' response to the tools of reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(3), 396-423.
- Songer, N. y Linn, M. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 761-784.
- Staver, R. y Bay, M. (1989). Analysis of the conceptual structure and reasoning demands of elementary science texts at the primary (K-3) level. *Journal of Research in Science Education*, 26(4), 329-349.
- Summers, M. (1983). Teaching heat and analysis of misconceptions. *The School Science Review*, 64, 970-675.
- Tamir, P. (1989). Training Teachers to Teach Effectively in the Laboratory. *Science Education*, 73, 59-69.
- Tatto, Ma. T. (1999). Para una mejor formación de maestros en el México rural: retos y tensiones de la reforma. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 4(7), 101-136.
- Tatto, T. y Veléz, E. (1997). Teacher education reform initiatives: the case of Mexico, en Torres, A. (Ed.) *Latin American Education. Comparative perspectives*. Colorado/Oxford: Westview, 165-235.
- Tenti, E. (2001). En casa de herrero cuchillo de palo: La producción y uso de conocimientos en el servicio educativo. VI Congreso Nacional de Investigación Educativa, Manzanillo, Colima.
- Tenti, E., Cervini, I. y Corestein, M. (1984). *Expectativas del maestro y práctica escolar*. México: Universidad Pedagógica Nacional, Serie de Investigación Educativa núm. 1.
- Tobin, K. y Fraser, B. (2003). Qualitative and quantitative landscapes of classroom learning environments, en B. Fraser y K. Tobin (Eds.). *International Handbook of Science Education* (vol. I) Kluwer Academic Publishers, 623-640.
- Tobin, K., Tippins, D. y Gallard, A. (1994). Research on Instructional strategies for Teaching Science, en D. L. Gabel (Ed.). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. Nueva York: Macmillan, 45-93.
- Tonda, J. (2006) Enseñanza de la Física con Tecnología, en T. Rojano (Ed.) *Enseñanza de la Física y las Matemáticas con Tecnología: Modelos de transformación de las prácticas y de la interacción social en el aula*. México: SEP, 43-70.
- Torres, R. y Tenti, E. (2000). Políticas públicas y equidad en México: la experiencia de la educación comunitaria, la telesecundaria y los programas compensatorio, en Conafe, *Equidad y calidad en la educación básica*. México: Conafe, 175-265.

- Trigueros, M. y Carmona, G. (2006). Nuevas perspectivas de evaluación, en T. Rojano (Ed.). *Enseñanza de la Física y las Matemáticas con Tecnología: Modelos de transformación de las prácticas y de la interacción social en el aula*. México: SEP, 231-241.
- Trinidad-Velasco, R. y Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*, 14(2), 92-105.
- Valdés, S., Flores, F., Gallegos, L. y Herrera, T. (1999). Ideas previas en estudiantes de bachillerato sobre conceptos básicos de química vinculados al tema de disoluciones. *Educación Química*, 9 (3), 155-162.
- Valenzuela, A. (2003). Accountability and the Privatization Agenda, en Valenzuela, A. y Leaving (Eds.) *Children Behind: Why Texas-Style Accountability Fails Latino Youth*. Albany-New York: State University of New York Press.
- Valenzuela, A. (2002). High Stakes Testing and U.S.-Mexican Youth in Texas: the case for multiple compensatory criteria in assessment. *Harvard Journal of Hispanic Policy*, 14, 97-116
- Vargas, M. (2001). Actividades de producción oral y escrita en libros de texto de español. Aproximaciones a un análisis de dos libros destinados a primer grado de primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 6 (12), 249-261.
- Vásquez, H., Hernández, J., Zendejas, L., Pérez, M., Escobar, M., Corral, S., Mexicano, C., Orta, L., Medrano, V., Núñez, G y Bustamante, A. (2007). *Panorama Educativo de México 2007*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, México.
- Vázquez, R. (2004). La escuela a examen. Las reformas educativas: más de cuatro décadas de fracasos. *Correo del Maestro*, 95, 1-13.
- Villa, L. y Martínez, R. (1997). Comunicación e impacto de la investigación educativa, en E. Weiss y R. Maggi (Coord.). *Síntesis y Perspectivas de las investigaciones sobre educación en México (1982-1992)*. México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa, 83-92.
- Waldegg, G., Barahona, A., Macedo, B. y Sánchez, A. (Coord.) (2003). *Retos y perspectivas de las Ciencias Naturales en la escuela secundaria, SEP/OREALC-UNESCO (BAM)*, México.
- Wallace, J. y Loudon, W. (1998). Curriculum changes in science: riding the waves of reform, en B. Fraser y K. Tobin (Eds.). *International Handbook of Science Education*. Londres: Kluwer Academic Publishers, 471-485.
- Weiss, E. (1994). Situación y perspectiva de la investigación educativa. *Avance y Perspectiva*, 13, 33-41.
- Weiss, E. (2003). Diagnósticos, panoramas y estados de conocimiento, en E. Weiss (Coord.). *El campo de la Investigación Educativa 1993-2001. La investigación educativa en México*. México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa, 35-57.
- Weiss, E. (Coord.) (2008). *Reporte Final de la Evaluación externa de la construcción de la Propuesta Educativa Multigrado 2005*. México: DIE-Cinvestav.
- Wertsch, J. (1991). *Voices of the Mind: A Sociocultural Approach to Mediated Action*. Harvester Wheatsheaf.
- White, R. (2001). *The revolution in research on science teaching*, en V. Richardson (Ed.). *Handbook of research on teaching*. Washington, DC: American Educational Research Association, 457-472.
- Woodrow, J. (1996). *Technology Enhanced Secondary Science Instruction. Science teaching and learning through effective use of technology. Semi-annual project report. Department of Curriculum Studies*. Vancouver: The University of British Columbia.
- Woolnough, B. y Allsop, T. (1985). *Practical work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- World Bank. (2005). *MEXICO. Determinants of Learning Policy Note*. Report No. 31482-MX.

- Yager, R. y Penick, J. (1983). Analysis of the current problems with school science in the USA. *European Journal of Science Education*, 5 (4), 459-463.
- Yañez, M. (2003). Usos e impactos de la Investigación educativa, en E. Weiss (Coord.). *El campo de la Investigación Educativa 1993-2001*. La investigación educativa en México. Consejo Mexicano de Investigación Educativa, 35-57.
- Zavaleta, C. (2007). *La Telesecundaria en México. La vinculación entre estudiante, sus necesidades y la comunidad*. Recuperado el 1 de abril de 2008, de Textos sobre Televisión Educativa. Desde: DGTVE:http://dgtve.sep.gob.mx/tve/maestro/textos/docs/telesecu_mex.html

Glosario de siglas

AAAS- American Association for the Advance of Science	CPC- Conocimiento Pedagógico del Contenido D y D- Dialogar y Descubrir
AGN- Archivo General de la Nación	DGTVE- Dirección General de Televisión Educativa
AMC- Academia Mexicana de Ciencias	DIE- Departamento de Investigaciones Educativas
AMMCCYT- Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología	ECAMM- Enseñanza de la Ciencia a través de Modelos Matemáticos
ANMEB- Acuerdo Nacional para la Modernización de la Educación Básica	ECIM- Enseñanza de la Ciencia con Tecnología
BAM- Biblioteca para la Actualización del Maestro	Edusat- Red Satelital de Televisión Educativa
BID- Banco Interamericano de Desarrollo	EFIT- Enseñanza de la Física con Tecnología
BN- Biblioteca del Normalista	EMAT- Enseñanza de las Matemáticas con Tecnología
Ceneval- Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior	ENA- Examen Nacional de Acreditación
Cepal- Comisión Económica para América Latina y el Caribe	EXANI-I- Examen Nacional de Ingreso a la Educación Media Superior
CCADET- Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico	EXANI-II- Examen Nacional de Ingreso a la Educación Superior
CCIC- Consejo Consultivo Interinstitucional de Ciencias	Excale- Exámenes para la Calidad y el Logro Educativos
Cimat- Centro de Investigación en Matemáticas	FCE- Fondo de Cultura Económica
Cinvestav- Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	Flacso- Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales
CNA- Cursos Nacionales de Actualización	GA- Guía de Aprendizaje
Coeebba- Computación Electrónica en la Educación Básica	GD- Guía Didáctica
COMIE- Consejo Mexicano de Investigación Educativa	HDT- Habilidades Digitales para Todos
Conacyt- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	ILCE- Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa
Conaculta- Consejo Nacional para la Cultura y las Artes	INEA- Instituto Nacional para la Educación de los Adultos
Conafe- Consejo Nacional para el Fomento Educativo	INEE- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación
Conoalep- Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica	Innovec- Innovación en la Enseñanza de la Ciencia
Conaliteg- Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos	IP- Interactive Physics
	IPN- Instituto Politécnico Nacional
	LCB- Libro de Conceptos Básicos
	LTG - Libros de Texto Gratuitos
	MAC- Maestros de Actividades Culturales

MAP- Modelo de Análisis Proposicional
MILSET- Mouvement International pour
le Loisir Scientifique et Technique
OCDE- Organización para la Cooperación
y el Desarrollo Económicos
OEI- Organización de Estados
Iberoamericanos, para la educación,
la ciencia y la cultura
Orelac- Oficina Regional de Educación
de la UNESCO para América Latina
y el Caribe
PACAEP- Plan de Actividades Culturales
de Apoyo a la Educación Primaria
PIB- Producto Interno Bruto
PISA- Programme for International
Student Assesment
Pronap- Programa Nacional
de Actualización de Profesores
SEA- Secundaria a Distancia para Adultos

SEB- Secretaría de Educación Básica
SECTEC- Centro de Innovación
Tecnológica Educativa
SEP- Secretaría de Educación Pública
SNTE- Sindicato Nacional de
Trabajadores de la Educación
STS- Science, Technology and Society
TD- Tecnologías Digitales
TESSI- Technology Enhanced
Science Secondary Instruction
TIC- Tecnologías de la Información
y la Comunicación
UAM- Universidad Autónoma Metropolitana
UNAM- Universidad Nacional
Autónoma de México
UNESCO-United Nations Educational,
Scientific and Cultural Organization
UPN- Universidad Pedagógica Nacional

Instituciones y programas extracurriculares que promueven la enseñanza de las ciencias naturales

Antonia **Candela** y Roberto **Sayaveedra**

Esta sección presenta el esfuerzo de organizaciones civiles e instituciones públicas que trabajan en el nivel nacional en favor del avance en la educación en ciencias. En contraste, respecto del Plan Sectorial de la Educación 2006, este grupo presenta criterios, fundamentación y comentarios con perspectivas, justamente, colegiadas. Por ejemplo, enfatizan la importancia de que las reformas no ocurran de modo vertical ni que se originen en prioridades políticas. Lo deseable es que surjan de estudios pedagógicos y con base en los diálogos de quienes tienen intereses genuinos en los temas. Por otro lado, disminuir demandas que se realizan a los maestros, por ejemplo, la que comporta 800 instrucciones que deben ser atendidas en los 200 días en el aula. Avizoran la necesidad de concertar acciones de largo plazo con la atención puesta en la escuela y en los maestros. Requieren, por ello, que todo cambio ocurra de manera gradual, en contexto y con base en el respeto a los docentes, quienes llevan el día a día escolar. Los procedimientos —tal como han ocurrido hasta hoy— tienden a arrasar y a devastar la dinámica escolar, dada una intervención abrupta que no considera los detalles finos ni los casos específicos.

1. Investigación, desarrollo y formación de expertos

Departamento de Investigación Educativa-Cinvestav

El DIE participa en la Maestría y Doctorado en Ciencias con especialidad en Investigación Educativa, que tienen como un posible espacio de aplicación la enseñanza de las ciencias naturales. Ha aportado 61 expertos o cuadros técnicos y de investigación para la SEP federal y las estatales, desde subsecretario, asesores y técnicos; 17 expertos en otras instituciones del sector público

(Conafe, Normal, Normal Superior, INEA, Conalep y Centro de Cooperación Regional para la Educación de Adultos en América Latina y el Caribe); 111 expertos en docencia e investigación en universidades nacionales, 10 en universidades internacionales y 43 en centros de investigación educativa.

Maestría en Investigación Educativa con Especialidad en la Enseñanza de Ciencias, en colaboración con la Unidad Monterrey del Cinvestav, desde 2008.

Como aportación al sistema nacional de investigación educativa y de apoyo a los docentes es parte importante del material para la formación docente en la UPN y en las normales; creación de la Fundación para la Cultura del Maestro del SNTE y fundación en 1989 del Consejo Nacional de Investigación Educativa (COMIE) y de la *Revista Mexicana de Investigación Educativa*.

En cuanto a productos de desarrollo educativo en Ciencias Naturales de impacto nacional en educación básica: Programas y Libros de Texto de CN de la Reforma Educativa de los setenta; Primaria Intensiva 11-14; Módulo Científico-Tecnológico del PACAEP; series de Material didáctico para Cursos Comunitarios del Conafe en 1975 y en 1988 (Dialogar y Descubrir); Programa de Física para las Preparatorias Bilingües Interculturales 2007.

Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET)-UNAM

El Laboratorio de Pedagogía Cognitiva y Aprendizaje de la Ciencia tiene su origen en el Departamento de Enseñanza Experimental de la Ciencia, que estuvo vigente en el Centro por 13 años. Tiene como objetivos: contribuir al conocimiento de problemas de aprendizaje de la ciencia que presentan estudiantes y docentes, innovar en el desarrollo de productos y materiales educativos y mejorar los procesos de formación de profesores en el área de la ciencia.

En 2005 este Centro puso en marcha el proyecto denominado "Enseñanza de la Ciencia con Tecnología". Este proyecto es convocado por el ILCE y la SEP. Puede considerarse que la propuesta y objetivos se centran en el alumno de secundaria. Utiliza medios tecnológicos para la construcción de representaciones externas (imágenes, simulaciones, gráficas) que apoyan la reconstrucción de representaciones de los estudiantes de conceptos científicos en las materias de Biología, Física y Química. Busca promover distintos medios de experimentación, el desarrollo de competencias y habilidades del pensamiento en los estudiantes y cambiar la actitud del estudiante hacia la construcción del conocimiento científico utilizando medios tecnológicos. Adicionalmente ha participado en el desarrollo de los programas oficiales de secundaria (Física) y en el desarrollo de materiales educativos para diversos niveles escolares, incluido el preescolar. Coordinó lo correspondiente a ciencias naturales de Enciclopedia y ha hecho una profusa investigación educativa sobre formación de conceptos y los procesos y concepciones de los profesores de secundaria.

Academia Mexicana de Profesores de Ciencias Naturales

Es una asociación civil, con fines no lucrativos, que agrupa a profesores, investigadores y divulgadores de todos los niveles educativos, y demás personas interesadas en mejorar la educación en ciencias naturales que se imparte en nuestro país.

Desde su fundación en 1993, se han organizado ocho convenciones nacionales en distintos estados de la república y cumple con otro de sus propósitos al publicar materiales de análisis, reproducción de trabajos y documentos informativos relacionados con la educación e investigación en las ciencias naturales.

Coordinación de Formación Docente (antes Centro Nacional de Educación Química)

Uno de los objetivos fundamentales del Centro es influir en la elevación de la calidad de la educación en ciencias naturales en México, especialmente en Química. Para ello, cuenta con un cuerpo de destacados colaboradores, académicos procedentes de diversas instituciones de educación media superior, superior y posgrado de varias universidades, y así poder atender, entre otras, a la Secretaría de Educación Pública del estado de Yucatán y la del estado de Colima, así como a la Subsecretaría de Educación Normal y Básica.

2. Posgrados en enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Universidad Autónoma de Nuevo León son las dos únicas instituciones académicas en México que ofrecen la maestría en Enseñanza de las Ciencias, que si bien está orientada básicamente al nivel medio y superior, han tenido como alumnos a maestros de secundaria.

La Universidad Pedagógica Nacional oferta la maestría en Desarrollo Educativo y el Doctorado en Educación, dentro de los cuales se forman recursos humanos en enseñanza de las ciencias naturales. También tiene una especialización denominada "Fortalecimiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales" dirigida a profesores de secundaria. Tiene como característica estar orientada al docente. Sus objetivos son que los docentes: 1) reflexionen sobre su práctica y confronten sus propias concepciones de ciencia, de aprendizaje, de enseñanza y sobre la disciplina; 2) se apropien de elementos teórico-metodológicos que coadyuven a su cambio conceptual y actitudinal, con énfasis en los procesos cognitivos, y 3) desarrollen capacidades para elaborar propuestas didácticas a partir del planteamiento de problemas.

Por su parte, la Universidad de la Ciudad de México y el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal están organizando de manera conjunta una maestría en Enseñanza de las Ciencias

Algunas entidades federativas (por ejemplo, Veracruz y San Luís Potosí), dentro de sus maestrías de educación básica, se avocan a la formación de recursos humanos con la especialidad de enseñanza de las ciencias naturales, como una de sus opciones terminales.

Como se puede apreciar, los esfuerzos en este rubro son escasos. Existe una urgente necesidad de aprovechar los recursos ya formados, así como fortalecer y enriquecer la formación de nuevos expertos en la enseñanza de las ciencias naturales que permita mejorar su formación, además de llevar a cabo investigaciones, diagnósticos nacionales, evaluaciones, diseños curriculares, elaboración de materiales educativos y todas las tareas que la situación actual demanda.

3. Organizaciones No Gubernamentales que impulsan la enseñanza de las ciencias naturales

Parte de la divulgación de la ciencia en nuestro país responde a necesidades que tienen los actores de la educación básica, por lo que se busca tener incidencia en ésta. No ocurre como en los países europeos, donde la divulgación de la ciencia es un medio para formar una opinión pública de las actividades que deben realizarse en investigación científica, es decir, a qué tipo de investigación deben orientarse los recursos que tiene el país.

En nuestro país se pueden distinguir tres regiones donde se realizan esfuerzos de divulgación de la ciencia:

Zona del pacífico norte

En universidades y centros de investigación de los estados de Sonora, Chihuahua o Baja California se realizan esfuerzos de divulgación de la ciencia con niños y jóvenes.

Zona centro

La Academia Mexicana de Ciencias tiene el Programa de la Ciencia en tu Escuela. Otro actor es la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, donde sobresalen sus materiales a través de libros y revistas, y últimamente el trabajo sobre investigación de la divulgación de la ciencia a poblaciones específicas como la del estado de Jalisco. Finalmente, se destacan las actividades que realiza en la Ciudad de México el Instituto de Ciencia y Tecnología del D. F., recién comenzadas en 2006, así como el programa denominado PAUTA, organizado desde tres instituciones de la UNAM, en la búsqueda de talentos para la ciencia, con niños de diferentes estados, entre ellos Chiapas.

La Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología (AMMCCYT) se creó el 15 de julio de 1996 como la red de esta materia de la República Mexicana. Tiene como tarea común divulgar la ciencia y la tecnología,

a la vez que busca que sus afiliados compartan sus experiencias respecto a su organización y funcionamiento; encuentren soluciones a problemas comunes; intercambien ideas, información, materiales y recursos humanos; favorezcan el desarrollo profesional de sus integrantes e impulsen la formación de nuevos recintos, con el propósito de "Contribuir a la efectividad de los museos y centros de ciencia y tecnología del país para promover la cultura científica y tecnológica de la población".

Puebla, como miembro activo de la organización internacional Mouvement International pour le Loisir Scientifique et Technique (MILSET) organiza exposiciones de ciencia en ese estado y lleva a jóvenes mexicanos a las exposiciones del extranjero. El Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), ubicado en Guanajuato, lleva varios años realizando talleres de ciencia con jóvenes.

Por otro lado, se hacen esfuerzos para la capacitación y actualización de docentes en lugares como el Centro de Enseñanza para la Química, que no sólo trabaja con docentes del D. F., sino también con algunos estados, como el de Colima. Y en la ciudad de León, Guanajuato, se tiene también la experiencia del trabajo con talleres de ciencia para docentes.

Zona del sureste

En el estado de Chiapas, tanto el gobierno del estado como el Consejo de Ciencia y Tecnología local, organizan actividades de divulgación de la ciencia.

Presencia en los medios

Se observa que en los últimos diez años han sobresalido medios que tienen que ver con la divulgación por escrito, a través de diversos medios como periódicos, revistas y panfletos. En menor cantidad se han utilizado la radio y la televisión. Últimamente se registran esfuerzos con las tecnologías de la información y la comunicación. ■

LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA
EN LA EDUCACIÓN BÁSICA EN MÉXICO
Se terminó de imprimir en agosto de 2012
en los talleres de IEP SA. En su formación se utilizaron
las familias tipográficas: Avenir LT Std, The Serif.
Tiraje: 1 000 ejemplares.



Obtenga una copia digital,
sin costo, de esta publicación.



Visite nuestro portal:
<http://www.inee.edu.mx>



Comuníquese con nosotros:
informes@inee.edu.mx

2012
INEE
2002
**UNA DÉCADA
DE EVALUACIÓN**