

# Las disciplinas científicas: ¿referencia única para seleccionar contenidos para la educación científica básica en México?

Ana Isabel León Trueba

## ABSTRACT (Scientific disciplines: only source of scientific content for basic education in Mexico?)

For over 40 years criteria to select science contents for basic education in Mexico focus on structure, fundamental ideas and methodology of scientific disciplines. The science curriculum declares that science education should be useful to students to prepare them as citizens who could use scientific knowledge and process to solve problems of their everyday living. These ideas were justified with the argument that citizens who knew science would be able to understand their social and natural environments and therefore they could act on it.

The objective of this article is to promote the debate about the disadvantages of designing the science curriculum from this perspective. Author's work in rural and indigenous communities shows that educational needs of the students are not in agreement with the science contents in the curriculum:

a) The knowledge that students need for understanding a specific problem of their everyday living and make decisions to solve it bears no relation to the science content in the curriculum.

b) The levels of generality and abstraction of the science content do not correspond with those that students require to understand their reality.

c) The organization and distribution of the science contents in the different educational levels do not correspond with student's needs or wishes to know them at specific moments of their lives.

d) Science curriculum is not useful for satisfying the educational necessities of the rural and indigenous communities. They need scientific and technological knowledge but schools are unable to offer it to them properly.

**KEYWORDS:** Science education, curriculum, cultural diversity, primary and secondary education

## Introducción

En muchos países se ha promovido la educación científica en los niveles básicos de educación. Investigadores educativos, científicos, especialistas en desarrollo curricular, psicólogos, profesores y pedagogos han participado en los procesos de reforma curricular, en su diseño, puesta en marcha y evaluación. Se han otorgado muchos recursos para las reformas curriculares y la capacitación de los profesores; sin embargo, los resultados en la formación de una cultura científica básica en la población han sido mínimos. Ya en 1979, después de revisar 20 años de propuestas curriculares, Welch concluye que "a pesar del gasto de millones de dólares y de la participación de brillantes científicos, las clases de ciencias hoy son muy poco diferentes a las de hace 20 años" (citado en Wallace y Loun- den, 1998). Esta situación no se ha modificado de manera

significativa de entonces a la fecha; las razones profundas que expliquen el por qué de ella son hasta ahora poco conocidas. El problema es complejo y por ende sus soluciones.

En México, en los últimos 40 años se han realizado cuatro reformas educativas en la educación básica. Todas ellas han centrado sus esfuerzos en la elaboración de planes y programas de estudio y libros de texto, y en la capacitación de los profesores para el manejo de estos programas y materiales. Los procesos de reforma han estado estrechamente ligados a los tiempos y procesos, esto ha impedido llevar a cabo proyectos de investigación y desarrollo curricular para la educación básica, que permitan a largo plazo contar con propuestas educativas coherentes y de calidad, para mejorar la educación que se imparte a los niños y jóvenes de nuestro país. Hasta ahora no existe una evaluación seria de los resultados de estas reformas.

Detrás de cada reforma educativa existe una serie de concepciones sobre: cómo los alumnos aprenden, qué es la Ciencia y cómo se construye, para qué enseñar ciencias naturales en la educación primaria y secundaria, y qué debe enseñarse. A lo largo de estos 40 años se han ido modificando las con-

---

Centro Nacional para la Educación en Ciencias y Matemáticas, A.C.  
Tel.: (735) 348 7169; Cel.: (777) 162 9321

Correo electrónico: [anabel\\_leon@hotmail.com](mailto:anabel_leon@hotmail.com)

cepciones sobre la ciencia y sobre el aprendizaje, retomando con algunos años de retraso las tendencias internacionales sobre la materia. Sin embargo, a lo largo de estas cuatro décadas y cuatro reformas curriculares, ha dominado la idea de que los contenidos deben ser seleccionados únicamente del conjunto de conceptos, teorías y metodologías propios de las disciplinas científicas.

En este artículo pretendo dar algunos elementos que promuevan el debate y la reflexión sobre la conveniencia o no de continuar seleccionando y organizando los contenidos de enseñanza solamente a partir de los marcos teóricos y metodológicos de las disciplinas científicas. Es importante señalar que este debate no es de ninguna manera novedoso, ha estado presente entre los interesados en la educación científica, en diferentes momentos, desde el siglo XIX (Bybee y DeBoer, 1994; DeBoer, 2007).

En la primera parte del artículo presento una breve revisión de los propósitos que han estado presentes en los currículos de ciencias y cuya importancia relativa y organización determinan las características y estructura del currículo y, por ende, la selección de los contenidos. En la segunda parte analizo algunos datos sobre los resultados del aprendizaje de contenidos y métodos de las ciencias en la educación básica. Finalmente, en la tercer y última parte describo brevemente una perspectiva distinta para la selección de los contenidos curriculares que toma en cuenta la diversidad cultural y las necesidades educativas de los estudiantes a los que va dirigido.

## **I. Los propósitos en los currículos de ciencias naturales y su relación con la selección de contenidos**

En esta sección presentaré algunos aspectos tratados en un trabajo anterior (León, 2003) sobre los movimientos de reforma curricular en la educación científica, que me servirán como antecedente para analizar los criterios que se han utilizado para la selección de contenidos para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica.

Los propósitos educativos que se expresan en una propuesta curricular muestran las respuestas que los autores de dicha propuesta han dado a dos preguntas centrales: qué enseñar y para qué enseñar ciencias naturales en la educación básica. La importancia relativa que los propósitos tengan en cada propuesta curricular y la organización interna de éstos, permiten establecer las diferencias que existen entre las propuestas.

Bybee y DeBoer (1994) analizan los propósitos de currículos de ciencias en los últimos dos siglos. Encuentran tres propósitos fundamentales que han estado presentes desde el siglo XIX en la mayoría de las propuestas curriculares.

1. **Desarrollo personal y social.** Son propósitos que se refieren al crecimiento intelectual, a la satisfacción personal y a la construcción del carácter moral de las personas. En el ámbito de lo social se relacionan con la salud pública, con una economía productiva, una sociedad estable y una na-

ción segura. (Aquí habría que agregar a la propuesta de estos autores, una relación armónica con el ambiente y un uso sustentable de los recursos naturales.)

2. **Conocimiento de hechos y principios científicos.** Estos propósitos se relacionan con los hechos, conceptos, principios y teorías científicas acerca del mundo natural que deben ser motivo de enseñanza.
3. **Métodos y habilidades científicas y su aplicación.** Son propósitos que se relacionan con la comprensión de las metodologías científicas y las habilidades que permiten aplicarlas.

Estos autores señalan que en los Estados Unidos convivieron dos tendencias durante las últimas décadas del siglo XIX y las primeras del XX. Una de ellas representada por el movimiento "estudio de la naturaleza" enfatizaba el análisis de los hechos cercanos al estudiante más que las generalizaciones científicas, priorizaba la apreciación de los fenómenos sobre la clasificación, la experimentación y la organización sistemáticas de los conocimientos. La segunda tendencia, representada por el movimiento "Ciencia elemental" destacaba la enseñanza del conocimiento y del método científico, priorizando la generalización científica más que la presentación de hechos e informaciones. El debate generado entre ambas tendencias aún está presente en nuestros días: enseñar ciencias para entender los conocimientos y métodos de las ciencias o para el desarrollo individual y social de los estudiantes.<sup>1</sup>

A finales de los años 50, durante la llamada primera revolución en la enseñanza de las Ciencias, ante la necesidad de formar recursos humanos para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, que tenían países como Estados Unidos, adquiere gran relevancia la enseñanza de los conocimientos y métodos de la ciencia mientras que las metas relacionadas con el desarrollo individual y social de los estudiantes son relegadas a un segundo plano.

En los años setenta y ochenta, la evaluación de los proyectos curriculares llevados a cabo durante la primera revolución mostró que a pesar de los esfuerzos realizados, los cambios en los salones de clase y en las actitudes de los estudiantes hacia las carreras científicas eran mínimos, además se hicieron serios cuestionamientos psicopedagógicos y epistemológicos al marco teórico en el que se sustentaban las propuestas curriculares. Por otra parte, los ciudadanos estaban adquiriendo conciencia sobre los problemas ambientales que las sociedades modernas estaban generando. Estos tres factores se sumaron para que las metas de desarrollo individual y social volvieran nuevamente a escena. Se plantea que la sociedad necesita más una cultura científica que una élite científica y se propone como meta de la educación en ciencias la formación de ciuda-

---

<sup>1</sup> En un texto anterior (León, A.I., 2003, pp. 372-383) describo con un poco más de detalle los movimientos de reforma curricular en el área de Ciencias Naturales.

Tabla 1.

<i>Proyecto 2061: Ciencia para Todos</i>	<i>Estándares Nacionales</i>
<b>Criterios para la selección de los contenidos</b>	<b>Criterios para la selección de los contenidos</b>
<b>Utilidad:</b> ¿Es útil al ciudadano para tomar decisiones? ¿Amplía las posibilidades de empleo?	Se utilizaron tres criterios
<b>Responsabilidad social:</b> ¿Ayuda al ciudadano a participar de manera inteligente en la toma de decisiones políticas y sociales relacionadas con la Ciencia y la Tecnología?	<b>El compromiso con el campo de las ciencias.</b> Los contenidos de las ciencias físicas, de la vida, de la Tierra y del espacio son centrales para la educación científica y deben ser tratados con precisión y de manera apropiada en los diferentes grados escolares.
<b>Valor intrínseco del conocimiento.</b> ¿Sin ellos una educación general quedaría incompleta?	<b>El compromiso de realizar estándares adecuados al desarrollo y las habilidades de aprendizaje de los estudiantes.</b>
<b>Valor filosófico.</b> ¿Contribuye a la capacidad de las personas de ponderar los asuntos permanentes de significado humano, como vida y muerte, percepción y realidad, bien individual vs. bienestar colectivo, certidumbre y duda?	<b>El compromiso de presentar estándares de manera que puedan ser utilizables por quienes van a desarrollar los currículos de ciencia.</b>
<b>Enriquecimiento de la niñez.</b> ¿Mejora a la niñez?	

Tomada de León, A.I., 2003. p. 380.

danos capaces de utilizar sus conocimientos y habilidades científicas para construir un ambiente favorable al ser humano y a los demás seres vivos. El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) se encuentra dentro de esta perspectiva (Gallagher, 1971).

En el marco de esta tendencia surgieron numerosas propuestas. Algunas de ellas desarrolladas en los Estados Unidos, han tenido gran influencia, como es el caso del proyecto “Ciencia para todos” (AAAS, 1989) y los “Estándares Nacionales” (National Research Council, 1995). Parecía haber consenso en que los aspectos sociales debían ser incluidos, pero el debate se centraba en cómo debían seleccionarse y organizarse los contenidos a enseñar. Por un lado estaban los que sostenían que debían ser los aspectos sociales y no la lógica de las disciplinas científicas lo que determinara los criterios para la selección de los contenidos; por otro lado, los que señalaban que los problemas sociales relevantes no proporcionaban un marco teórico lógicamente ordenado, lo que dificultaría a los estudiantes comprender la estructura de la ciencia. En la tabla 1 pueden compararse los criterios de selección de contenidos de los dos proyectos más importantes de los Estados Unidos ya mencionados.

Para DeBoer (2007, p. 561) ambos proyectos “reconocen la importancia de la educación en ciencias para representar la investigación científica con precisión, contribuir al desarrollo intelectual de las personas y ofrecer una forma de pensar que puede ser utilizada en la solución de los problemas de la vida diaria”. Señala que finalmente, en los últimos años, se reconoce dentro del campo de la educación científica, la validez de las diversas aproximaciones a la enseñanza de las ciencias, el valor de las disciplinas científicas en sí mismas, y la aplicación del conocimiento científico a los asuntos que importan a la sociedad. Parecería que de esta manera el debate estaría en vías de resolverse. Sin embargo, considero que el hecho de tomar en cuenta los aspectos sociales e individuales relevantes, como criterios para la selección de los contenidos científicos que deberán enseñarse en las escuelas de educa-

ción básica, no resuelve el problema de fondo, pues los contenidos que se enseñan para comprender el mundo natural y social en el que vivimos, provienen únicamente de las disciplinas científicas y se organizan en los programas de estudios con base en la lógica de estas disciplinas. Esto, desde mi punto de vista, genera algunos problemas, como analizaremos en la siguiente sección.

En México, las cuatro reformas educativas a la educación básica siguen de alguna manera las tendencias que prevalecían a nivel internacional y principalmente en Estados Unidos, aunque con varios años de retraso. Por ejemplo, los programas de estudio para la educación primaria que entraron en vigor en 1961 tenían como metas principales: “que el niño conozca mejor que ahora su medio físico, económico y social en el que va a vivir; que cobre mayor confianza en el trabajo hecho por sí mismo; y que adquiera un sentido más constructivo de su responsabilidad en la acción común”<sup>2</sup> El programa se dividió en seis áreas y los contenidos relacionados con las Ciencias Naturales se distribuyeron en dos de éstas: “La protección de la Salud y el mejoramiento del vigor físico” y “La investigación del medio y el aprovechamiento de los recursos naturales”. Se buscaba que los aprendizajes se vincularan con las necesidades de los niños, con sus experiencias y con la vida social (Núñez, 1995). Es posible ubicar los propósitos de la reforma de los años 60 cercanos a la tendencia que prioriza el desarrollo individual y social de los estudiantes, representada en EU por el movimiento *Estudios de la Naturaleza*.

A partir de la reforma educativa de los años setenta, la SEP ya no encarga al magisterio la elaboración de los nuevos programas y libros de texto, sino que se integran equipos de cien-

<sup>2</sup> Palabras dichas por el Secretario de Educación Jaime Torres Bodet al inaugurar los trabajos del Consejo Nacional Técnico de la Educación para la elaboración de los nuevos programas. Citado en: Núñez, 1995, p. 24.

tíficos y especialistas dentro de los cuales se incorporan también algunos maestros. Las disciplinas científicas se vuelven el referente indispensable para la selección de los contenidos sin que ello signifique que se descuiden los aspectos relacionados con el desarrollo individual y social de los alumnos.

Con base en lo expresado anteriormente, podríamos decir que a partir de los años 60 en Estados Unidos y de los años 70 en México, el referente más importante para la selección y organización de los contenidos de los programas de Ciencias son las disciplinas científicas. Esto no significa que los criterios de relevancia para el desarrollo individual y social no estén presentes, sólo que el universo a partir del cual se seleccionan la mayoría de los contenidos son necesariamente los contenidos y métodos de la Ciencia. ¿Podría ser de otra manera?

## II. Datos y reflexiones sobre los resultados del aprendizaje de contenidos y métodos de las ciencias en la educación básica

Quisiera iniciar esta segunda sección del artículo con una cita de Gimeno Sacristán (1991, p. 240): “El valor de cualquier currículum, de toda propuesta de cambio para la práctica educativa, se contrasta en la realidad en la que se realiza, en el como se concrete en situaciones reales. El currículum en la acción es la última expresión de su valor, pues, en definitiva, es en la práctica donde todo proyecto, toda idea, toda intención se hace realidad de una forma u otra...”.

En México nunca se han realizado evaluaciones serias de los resultados de la implementación de las reformas educativas en la educación básica. El Instituto para la Evaluación de la Educación (INEE) ha realizado un esfuerzo importante para evaluar los aprendizajes de los estudiantes sobre los diferentes campos del conocimiento. Para el caso de la educación científica contamos con la prueba Excale que ya ha sido aplicada en 2006 a niños de tercer grado de primaria. Otra fuente de información importante son los estudios internacionales en los que ha participado México como PISA 2003 y 2006 coordinada por la OCDE. El análisis de los datos que tenía a mi disposición a partir de éstas y otras fuentes, me permite mostrar las dos situaciones siguientes:

**1. Muy pocos jóvenes mexicanos estudian una carrera científica.** Para el año 2006 sólo el 0.36% de la población entre 18 y 23 años estaba estudiando una licenciatura en el área de Ciencias Naturales y Exactas; 1.77% estudiaba alguna carrera en el área de las Ciencias de la salud y el 6.56% en el área de ingeniería. El 80.8% no estaba estudiando<sup>3</sup> (figura 1).

Uno de los objetivos de la educación científica en los niveles preuniversitarios, es el de promover que los niños y jóvenes se interesen en estudiar una carrera relacionada con las Ciencias

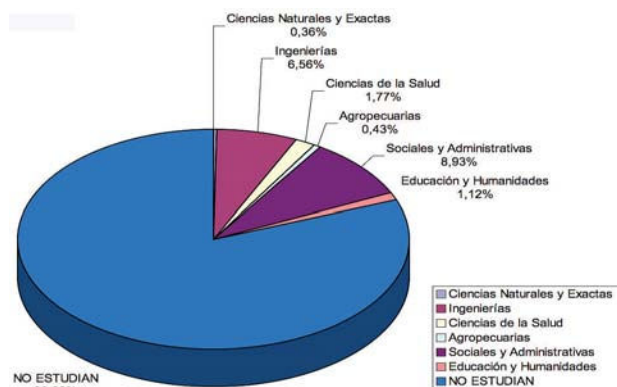


Figura 1. Porcentaje de estudiantes inscritos en licenciatura ciclo 2006-07 con respecto a la población que tenía entre 18 y 23 años de edad en 2006.

o las Tecnologías. Este objetivo, por muy diversas y complejas razones, no se está cumpliendo. La realidad es que un alto porcentaje de jóvenes mexicanos no estudia o si estudia no elige una carrera del área de ciencias naturales y Exactas.

**2. Los niños, niñas y jóvenes no están adquiriendo una cultura científica que les beneficie en lo personal y familiar y les sea útil para participar en la vida económica, social, cultural y política de su país.** Los datos de la prueba PISA realizada en 2006 por la OCDE en coordinación con los gobiernos de 57 países, muestran una situación difícil para México. La prueba PISA 2006, además de medir el dominio de los alumnos con respecto a contenidos específicos dentro del área de las ciencias, mide “la capacidad de los alumnos para identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos de manera científica y utilizar pruebas científicas al encontrarse, interpretar y resolver problemas y tomar decisiones en situaciones de la vida real que tienen que ver con la ciencia y la tecnología”. Se presentan los resultados en seis niveles de aptitud que muestran una amplia gama de rendimiento que PISA define como competencia científica.

México está entre los 10 países con puntuaciones más bajas. Aproximadamente el 50% de los jóvenes mexicanos de 15 años que estaban inscritos en una institución educativa cuando resolvieron la prueba PISA, es decir, jóvenes que estudian, están por abajo del nivel 2, que los especialistas de la OCDE consideran como el nivel de aptitud básica, en el cual “los alumnos empiezan a demostrar las competencias en ciencias que les permitirán participar de manera eficaz y productiva en situaciones de la vida real relacionadas con la ciencia y la tecnología. (...) Los alumnos de Nivel 1 a menudo confunden los rasgos clave de una investigación, aplican información científica incorrecta y mezclan las creencias personales con la información objetiva al apoyar una decisión; aproximadamente el 15% de los estudiantes ni siquiera alcanzó este nivel.” El 32% de los estudiantes fue capaz de realizar las tareas

<sup>3</sup> Para elaborar esta gráfica utilicé datos de ANUIES (Matrícula de lic. por áreas) y datos de CONAPO sobre la población de 18 a 23 años en 2006 (<http://www.conapo.gob.mx/00cifras/5.htm>).

del nivel 2 y tan sólo el 18% lo superó: 12% logró el nivel 3 y 6% el nivel 4. Ningún joven mexicano alcanzó los dos niveles más altos (ver tablas 2 y 3).

Si revisamos lo que ocurrió con los jóvenes de todos los países que participaron en la prueba, encontramos que sólo el 1.3% de ellos alcanzó el nivel más alto mientras que casi el 20% no logró el nivel 2. Aproximadamente la mitad de los jóvenes se encuentra por debajo del nivel 4.

Estos datos reflejan la dificultad para promover aprendizajes que propicien la formación de una cultura científica básica en los estudiantes que cursan la educación básica. Podría pensarse que es un problema sólo de los países que no cuentan con los recursos suficientes para dedicarlos a la educación, sin embargo, los datos que proporciona PISA 2006 muestran que países como Estados Unidos, que han dedicado enormes recursos a promover la educación científica por lo menos en los últimos 60 años, no logran resultados satisfactorios.

Las pruebas Excale (Exámenes de la Calidad y el Logro Educativos) están diseñadas para evaluar los niveles de aprendizaje de los estudiantes sobre contenidos específicos. En 2006 se aplicó la prueba para el área de Ciencias Naturales con alumnos de tercer grado de primaria. Se evaluaron contenidos organizados en grupos de habilidades y conocimientos, correspondientes a los cinco ejes temáticos que estructuran el programa de estudios de Ciencias Naturales de primaria. De los resultados obtenidos de la aplicación de esta prueba quisiera mostrar en la figura 2 los que resultan más relevantes para los aspectos que estamos analizando.

Los datos de la gráfica muestran que una cuarta parte de los niños y niñas que cursan el tercer grado de primaria apenas alcanza el nivel básico, y otra cuarta parte está por debajo de este nivel. Los estudiantes que están por debajo del nivel básico, por ejemplo, no son capaces de diferenciar los seres vivos de los no vivos, ni de reconocer la importancia del agua y el aire para la vida. Cuando se revisan los datos tomando en cuenta el estrato escolar, el INEE señala que por cada estu-

**Tabla 2.**

Porcentaje de alumnos capaces de realizar las tareas del nivel como mínimo	1	2	3	4	5	6
OCDE	94.8	80.8	56.7	29.3	9.0	1.3
México*	85	50	18	6	0	0

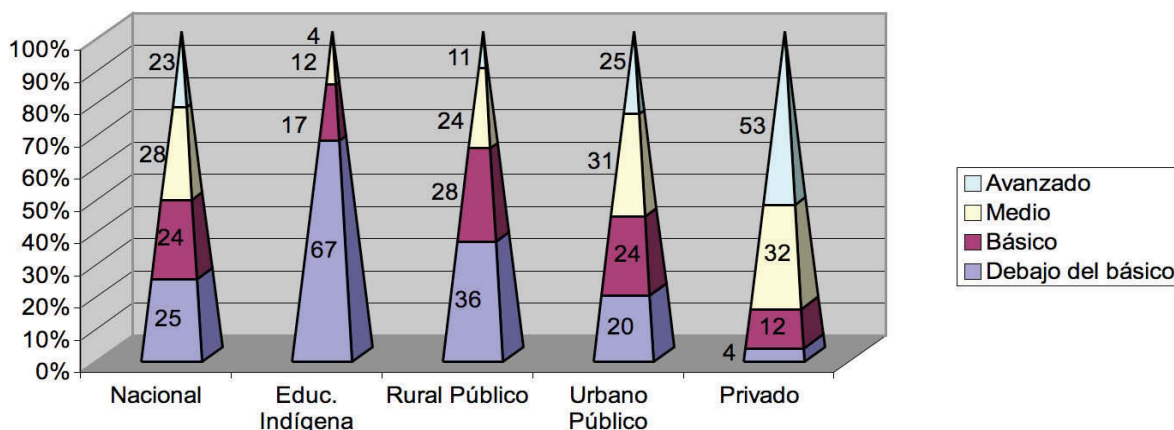
\* Los porcentajes para México que se muestran en esta tabla se obtuvieron del gráfico que se reporta en el informe PISA 2006, por lo que las cantidades sólo son aproximadas.

**Tabla 3.**

Porcentaje de alumnos capaces de realizar las tareas del nivel como máximo	No realiza las tareas del nivel 1	1	2	3	4	5	6
OCDE		14.0	24.1	27.4	20.3	7.7	1.3
México	15	35	32	12	6	0	0

dante de escuelas privadas que no alcanzó el nivel básico "hay cerca de 17 alumnos de la modalidad Indígena (relación de 67 entre 4). En términos de los puntajes promedio, los estudiantes de las escuelas privadas están 69 puntos por encima de las urbanas públicas; la distancia entre estas últimas y las rurales públicas es de 47 puntos; la diferencia entre las rurales públicas y la modalidad indígena es de 68 puntos. Téngase en cuenta la enorme brecha que existe entre el nivel de logro educativo de los estudiantes de las escuelas privadas con respecto a los de las escuelas indígenas: 184 puntos, equivalentes a casi dos desviaciones estándar de la distribución nacional."<sup>4</sup> Por otra parte sólo cuatro de cada 100 estudiantes indígenas alcanzan el nivel avanzado, mientras que 53 alumnos de 100 de las escuelas privadas lo logran.

<sup>4</sup> Excale, 2006, p. 49.



**Figura 2.** Porcentaje de estudiantes por nivel de logro educativo y estrato escolar: Ciencias Naturales.

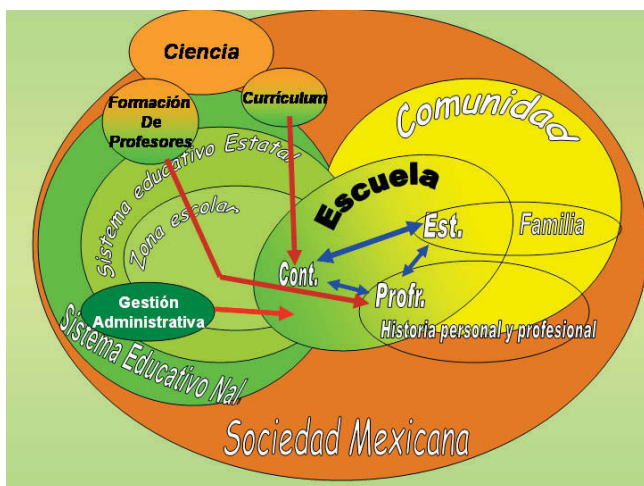


Figura 3.

De nuevo las causas y razones que podrían explicar las dificultades para que los niños, niñas y jóvenes se apropien de una cultura científica básica son diversas y complejas y muchas de ellas aún nos son desconocidas. Sin embargo, de los datos que aquí se han presentado quisiera resaltar que son los niños y niñas de las comunidades indígenas y rurales los que presentan los niveles más bajos en el aprendizaje de los conocimientos y métodos de las ciencias; evidentemente en esto intervienen múltiples factores sociales, culturales y económicos, pero considero que el hecho de priorizar a las disciplinas científicas como las fuentes primordiales y casi únicas de los contenidos educativos impone una visión científica por encima de la cosmovisión que existe en estas comunidades, marginando los conocimientos y formas de relación con su ambiente natural y social que estos grupos poseen.

### III. Selección de contenidos, diversidad cultural y necesidades educativas

A nivel internacional existe suficiente información como para mostrarnos que los esfuerzos realizados, tanto humanos como financieros, para promover la educación científica han sido significativamente mayores que los resultados obtenidos. La situación en México, no ha sido tan estudiada, pero los datos mostrados en la sección anterior son indicios de una situación por lo menos semejante. ¿No será que es momento de cuestionar nuestra propia mirada sobre la realidad educativa que queremos transformar? ¿No será que los que estamos equivocados somos nosotros? La palabra nosotros en este caso refiere a los investigadores, especialistas y docentes que han intentado mejorar la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica. ¿Qué concepciones nuestras obstaculizan nuestra comprensión de la realidad educativa?

En esta sección centraré el análisis en los problemas que conlleva la idea de seleccionar y organizar los contenidos para los programas de estudio de Ciencias Naturales, teniendo como fuente y referencia casi única a las disciplinas científicas.

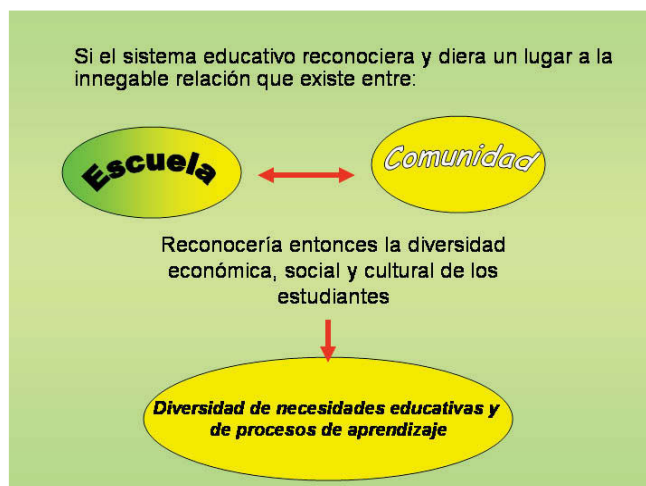


Figura 4.

cas. Para presentar los principales cuestionamientos a esta idea, voy a utilizar más imágenes que palabras.

También trataré de manera colateral algunas ideas relacionadas con el aprendizaje de los contenidos y métodos de la ciencia y otras vinculadas con el papel de los docentes en la conducción de los procesos educativos con sus alumnos.

**Cuestionamiento 1.1:** Toda escuela está ubicada en una comunidad rural, indígena o urbana y atiende una población estudiantil cultural, económica y socialmente vinculada a la o las comunidades de las cuales proviene. A la vez, dicha escuela forma parte del Sistema Educativo Nacional (SEN). La escuela está sometida permanentemente a una tensión entre las demandas y necesidades educativas de los alumnos concretos con los que trabaja y las demandas administrativas y de supervisión y control académico que ejerce el SEN a través de la gestión administrativa en sus diferentes niveles (figura 3).

**Cuestionamiento 1.2.** El currículum para la educación básica se elabora en las esferas más altas del SEN, no existen canales de comunicación que permitan la participación de los profesores que trabajan directamente con las comunidades, ni de la propia población para que sus necesidades educativas sean tomadas en cuenta para la definición de los contenidos educativos. Tampoco se han hecho investigaciones al respecto. Los equipos que elaboran los programas de estudio, principalmente los científicos y especialistas que participan en ellos tienen poco o ningún contacto con las escuelas primarias y secundarias, y en la mayoría de los casos desconocen las necesidades educativas de la mayoría de las comunidades (figura 4).

**Cuestionamiento 1.3.** No existe ningún canal de comunicación entre las comunidades y las personas encargadas de la selección de los contenidos educativos y la elaboración de los currículos de manera que la cosmovisión, los conocimientos y saberes que estas comunidades tienen sobre la Naturaleza y las formas de aprovechar sus recursos naturales sea tomada en cuenta para ser transmitida a las nuevas generaciones de su propia comunidad y si es posible compartirla con las de otras

comunidades del resto del país. Por ejemplo, se han realizado varios estudios desde la etnobiología, la etnomedicina y las ciencias agropecuarias, sobre los saberes y conocimientos que las comunidades indígenas y rurales poseen, pero éstos no han sido tomados en cuenta por los equipos que han participado en la elaboración de los planes y programas de estudio.

**Cuestionamiento 2.** Las propuestas curriculares que priorizan los propósitos relacionados con la enseñanza de los contenidos y métodos de las ciencias tienen como fuente casi única para seleccionar los contenidos educativos a las disciplinas científicas. Una situación similar sucede con las propuestas curriculares que priorizan los contenidos para el desarrollo individual y social, solamente que esto no resulta tan evidente. Veamos un ejemplo concreto en relación con los programas de estudio de educación básica en México (figura 5).

En un trabajo de investigación que estamos realizando en comunidades indígenas y campesinas, encontramos que se utilizan en la agricultura fertilizantes, plaguicidas y otros agroquímicos, muchos de ellos muy tóxicos. Los campesinos que aplican estos productos a los cultivos generalmente no utilizan ningún tipo de protección. Además, ellos no tienen los conocimientos técnicos que les permitan decidir las cantidades, periodicidad y tipo de productos que requieren sus siembras. Los campesinos, sus hijos e incluso sus nietos han asistido a la escuela y un porcentaje de ellos ha concluido la primaria, la secundaria y alguno que otro el bachillerato. ¿Cómo se responde a esta necesidad educativa en los programas de ciencias naturales?

En el programa de estudios de primaria se trata el tema de los fertilizantes de manera indirecta; por ejemplo, en el programa de quinto primaria (p. 71) se propone como una de las Actividades de exploración del entorno y experimentales que el estudiante reconozca y controle las variables, como la pendiente de los planos inclinados, la temperatura, luz y cantidad de fertilizante en las plantas. En el programa de sexto primaria (p. 90) se solicita a los alumnos que lleven a cabo un proyecto de investigación sobre un problema de contaminación en su localidad que les interese, por ejemplo el uso de fertilizantes u otros contaminantes en los cultivos de plantas, y reflexionen sobre el beneficio en la productividad frente a la contaminación del suelo y el agua. Resulta evidente que los contenidos de los programas de estudio tienen un objetivo diferente: en el primer caso se prioriza que el alumno aprenda acerca de la metodología científica, mientras que en el segundo, el problema es la contaminación; un maestro sensible a los problemas de la comunidad podría orientarlo también hacia los efectos de los agroquímicos en la salud del que lo utiliza y del consumidor del producto. Sin embargo, el uso de fertilizantes y sus efectos sobre la salud y el medio ambiente no son un tema de estudio, se deja a iniciativa del profesor y no como una respuesta institucional a un problema grave de salud en la población campesina.

En un estudio sobre violencia de género en escuelas primarias, encontramos que en una escuela los niños agredían sexualmente a las niñas de manera cotidiana. Las edades de

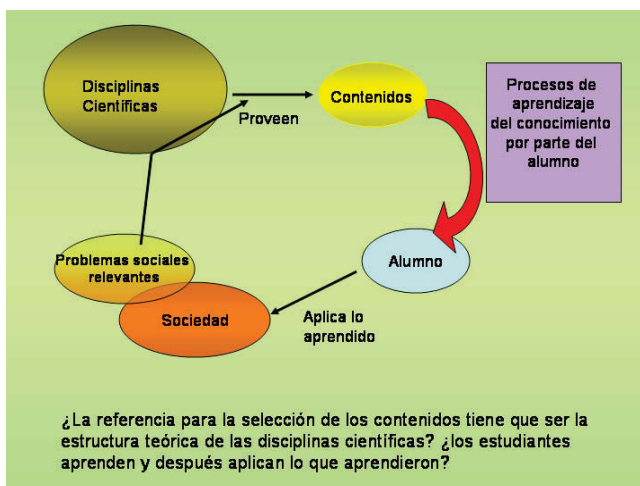


Figura 5.

niños y niñas eran entre los 8 y los 10 años de edad. Estas agresiones parecían ocurrir también fuera de la escuela entre algunas niñas de tercero y cuarto grados con muchachos más grandes. ¿Qué hace la escuela ante una situación como la descrita? Cuando la directora y las maestras se enteraron que esto ocurría no sabían qué tenían que hacer. La escuela y el SEN con la estructura y el funcionamiento actual difícilmente puede enfrentar problemas como el descrito. Si analizamos la parte que correspondería a los contenidos de enseñanza encontramos que el tema sobre sexualidad se ve hasta quinto grado de primaria, por lo que las niñas y niños de esta escuela tendrán que esperar uno o dos años para tener la información que necesitan. Además, los contenidos sobre sexualidad que se tratan se refieren sólo a los aspectos anatómicos relacionados con la sexualidad:

- Explica de manera general la relación del sistema glandular con la maduración sexual.
- Reconoce las diferencias biológicas entre el hombre y la mujer, y su igualdad social.
- Reconoce las acciones preventivas básicas para mantener sanos los aparatos sexuales a partir del conocimiento de sus funciones y componentes elementales.
- Preparar una situación de aprendizaje en la cual los alumnos distingan los caracteres sexuales primarios de los secundarios, registren los principales cambios que se presentan durante la adolescencia debidos a la actividad glandular y propongan medidas para mantener sanos los aparatos sexuales.
- Solicitar la elaboración de modelos del interior del cuerpo humano en los que se destaquen los principales aparatos y sistemas del organismo (en particular el sexual y el glandular) y expliquen la relación que existe entre ambos.

Los contenidos se seleccionan y organizan de acuerdo a la lógica de la disciplina que no es la lógica de la vida de los niños y jóvenes que asisten a las escuelas. Resulta evidente



Figura 6.

que las necesidades educativas vitales relacionadas con la sexualidad de los niños de esta escuela en concreto no son reconocidas y mucho menos serán satisfechas.

Parece ser que la estructura y funcionamiento del SEN coloca a la escuela en la disyuntiva de seguir las exigencias que demanda el propio SEN o responder a las necesidades educativas de los niños y niñas. Bajo esta lógica resulta difícil hacer coincidir:

- Las necesidades educativas de un alumno o grupo de alumnos con la secuencia de contenidos que marca el programa de estudios nacional.
- Los contenidos e informaciones que los alumnos concretos requieren para comprender y actuar sobre un problema específico que les atañe y los contenidos que se proponen en el programa de estudios.
- Los niveles de generalidad y/o abstracción con los que se propone tratar los contenidos en el programa con aquellos que el alumno requiere para comprender y actuar sobre la situación que le atañe.
- La linealidad con la que se presentan los contenidos en libros y programas y la complejidad que la situación real representa

En resumen:

- No coinciden los tiempos en los que los alumnos concretos necesitan o desean saber con los tiempos curriculares.
- No coinciden los contenidos propuestos con las necesidades educativas de los estudiantes y sus comunidades.

**Cuestionamiento 3.** Es posible que la idea de que los conceptos, teorías y métodos de la ciencia permiten por sí mismos una mejor comprensión del mundo natural y social en el que vivimos, no sea del todo fructífera para orientar la educación en ciencias en los niveles básicos. Tal vez hemos confundido el objetivo de la educación en ciencias, pues lo hemos centrado en el aprendizaje de conceptos y métodos y he-

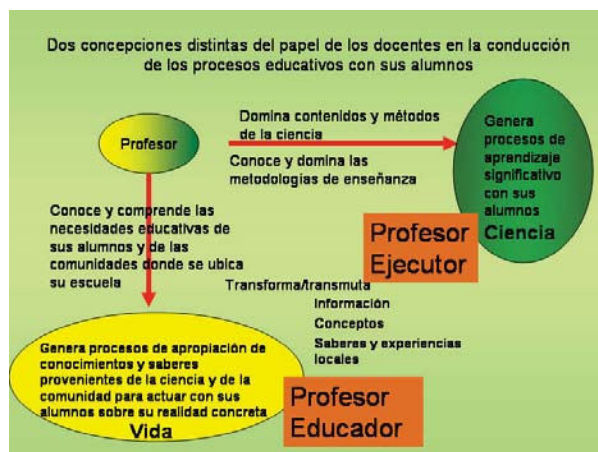


Figura 7.

mos dejado de lado las necesidades educativas concretas de la mayoría de la población, a cuya satisfacción la ciencia puede aportar en gran medida.

No tengo la solución al problema, sólo he querido iniciar un debate, pero desde hace algunos años hemos estado trabajando en el desarrollo de una propuesta que vincule a las escuelas con las comunidades; la descripción detallada de ésta será motivo de otro escrito; por el momento en la figura 6 se presenta un esquema de los puntos centrales de esta propuesta, que podrían sintetizarse como sigue:

Los alumnos junto con los maestros definen qué problema o situación sería importante trabajar de manera que se beneficien los alumnos y la comunidad a la que éstos pertenecen. A partir de esta primera definición los alumnos y maestros expresan lo que saben sobre el problema o situación seleccionada y lo que desean hacer para incidir en ésta. De aquí derivan lo que no saben y necesitan saber y saber hacer y cómo es que van acceder a estos conocimientos. Las fuentes de información son por una parte las disciplinas científicas pero por otra la propia comunidad con sus pobladores e instituciones. La información obtenida tanto teórica como práctica (p.e. alguien en la comunidad puede enseñarles a hacer lo que ellos necesitan saber hacer) siempre es vista y organizada en términos de la incidencia que se quiere tener sobre la realidad. El proceso es continuo hasta que se realiza la acción que se pretendía y se evalúa qué tanto se logró el objetivo propuesto inicialmente.

En esta propuesta se requiere una concepción de aprendizaje de los conceptos y métodos de la ciencia distinta al concepto constructivista, aunque se retomen algunos aspectos centrales de éste. Por el momento estoy trabajando sobre el concepto de apropiación como una alternativa al concepto de aprendizaje. De manera muy burda y esquemática las diferencias básicas entre ambos conceptos serían:

— **Aprendizaje:** Mediante procesos de aprendizaje el alumno construye nociones, conceptos y teorías, desarrolla habili-



dades y competencias. Cada vez se aproxima más a las conceptualizaciones y metodologías científicas

— **Apropiación:** Mediante procesos de apropiación el alumno transforma y trasmuta información, conceptos, métodos, saberes y experiencias locales, en su afán de comprender y actuar sobre una realidad concreta que le atañe. Esta apropiación es personal, puede ser compartida con otros y puede o no estar cercana a las conceptualizaciones y metodologías científicas.

Esta propuesta también requiere de un concepto de profesor distinto. En la figura 7 se dan algunas de las características deseables para el profesor de ciencias dentro del marco de esta perspectiva de trabajo.

### A modo de conclusión

Este artículo es resultado de la conferencia titulada: Nuestros paradigmas: ¿obstáculos para el avance en la educación en Ciencias? que impartí en la VIII Convención Nacional y I Internacional de la Academia Mexicana de Profesores de Ciencias Naturales realizada en noviembre de 2008 en la ciudad de Zacatecas. Como en aquella tarde —que compartí con maestros de diferentes niveles educativos y de diversas entidades del país—, el objetivo de este escrito es generar en los maestros de ciencias el cuestionamiento de su propia manera de percibir su trabajo y los problemas relacionados con la educación científica en nuestro país. Espero haberlo logrado.

### Bibliografía

American Association for the Advancement of Science, *Science for All American*, Washington, USA: AAAS, 1989.  
Bybee, R. y DeBoer, G., Research on goals for the science curriculum. En: Gabel, D. (ed.), *Handbook of Research in Sci-*

*ence Teaching and Learning*, pp. 357-387, New York, Macmillan, Publishing Company, 1994.

DeBoer, G.E., Science Education. En: Mathison, S.&E., W. Ross (eds.), *Battleground: Schools*, pp. 556-562, Westport, CT, Greenwood Press, 2007.

Gallager, J., A Broader Base for Science Teaching, *Science Education*, **55**, 329-338, 1971.

Gutiérrez-Vázquez, J.M., La Reforma de 1972-1976, *Básica, Revista de la Escuela y del Maestro*, **1**(4), 30-38, 1995.

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, *El Aprendizaje en Tercero de Primaria en México: Español, Matemáticas, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, Ciudad de México*, México, 2007.

López y Mota, A., Los nuevos programa de estudio de Ciencias Naturales, *Básica, Revista de la Escuela y del Maestro*, **1**(4), 39-45, 1995.

Léon, A.I., Y, ¿si pensáramos ... al Revés?, *Básica, Revista de la Escuela y del Maestro*, **1**(4), 47-56, 1995.

León, A.I., El currículum como estructura: una visión retrospectiva. En: López y Mota, A. (ed.) *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje. La investigación Educativa en México 1992-2002*, pp. 371-455, México, COMIE, 2003.

National Research Council, *National Science Educational Standards*, Washington, USA: National Academy Press, 1995.

Núñez, M., Las Ciencias Naturales en los 60, *Básica, Revista de la Escuela y del Maestro*, **1**(4), 22-29, 1995.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, *Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana*, España, Santillana, 2008.

Wallace, J. y Lounden, W., Curriculum Changes in Science: Riding the Waves of Reforms. In: B. Fraser y K. Tobin (eds.), *International Handbook of Science Education*, **1**, pp. 471-485, Londres, Kluwer Academic Publishers, 1998.