



ISBN: 978-607-02-2345-7

Universidad Nacional Autónoma de México

Instituto de Investigaciones
sobre la Universidad y la Educación

www.iisue.unam.mx/libros

Silvia Valdez Aragón (2011)

“La educación en ciencias en México: ¿la formación
en la educación básica está preparada para responder la
prueba PISA?”

en *La prueba PISA 2006. Un análisis de su visión
sobre la ciencia,*

Ángel Díaz-Barriga (coord.),

IISUE-UNAM, México, pp. 149-174.

Esta obra se encuentra bajo una licencia Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional
(CC BY-NC-ND 4.0)

LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS EN MÉXICO: ¿LA FORMACIÓN EN LA EDUCACIÓN BÁSICA ESTÁ PREPARADA PARA RESPONDER LA PRUEBA PISA?

*Silvia Valdez Aragón**

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se pretende mostrar que la participación de México en la aplicación de la prueba PISA responde más a intereses de tipo político-económico que propiamente académicos, ya que lo que PISA 2006 evalúa en el ámbito de las ciencias está muy distante de lo que podríamos aspirar en la educación formal básica en México. Por esta razón, esta prueba provoca entre los participantes sentimientos de insatisfacción y derrotismo individual, ante su aplicación y resultados. Así lo hacen ver una revisión del Plan de Estudios 1993 de la educación secundaria, y algunos estudios y encuestas, como notaremos más adelante.

El marco de evaluación diseñado por PISA 2006 para conocer los aprendizajes de los estudiantes de 15.3 y 16.2 años de edad, en 56 países, incorpora los resultados y tendencias de la investigación en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en el mundo, así como lo deseable en términos de los aprendizajes escolares de la ciencia.

* Coordinadora de Cursos y Diplomados, sede Tacuba, Secretaría de Extensión Académica, Facultad de Química-UNAM.

Ahora bien, cabe hacer notar que lo que PISA evaluó son las áreas de competencias lectora, matemática y científica; con mayor acento en esta última. En este documento sólo nos referiremos al área científica. La prueba incorporó tanto el dominio del currículo escolar como los conocimientos y habilidades más importantes y necesarios en la vida adulta. El énfasis estuvo en el dominio de procesos, la comprensión de conceptos y la capacidad para desenvolverse en diversas situaciones dentro de cada área.¹

Particularmente, se evaluaron tres tipos de competencias científicas: a) la identificación de temas científicos, b) la explicación científica de fenómenos y c) el uso de evidencias científicas. Otro indicador evaluado fue el conocimiento acerca de la ciencia y actitudes hacia la ciencia.

De acuerdo con su marco de evaluación, “PISA se centra en todo aquello que los jóvenes de 15 años necesitarán en el futuro y se propone evaluar qué son capaces de hacer con lo que han aprendido”.² Es decir, si lo que en la escuela se aprende sirve para la vida presente y futura y no tan sólo —como lo hemos experimentado en años atrás, primero como alumnos y posteriormente como profesores— para reproducir los modelos de enseñanza aprendidos, basados predominantemente en la trasmisión de conocimientos abstractos y sin sentido del profesor hacia el alumno, ¿cómo traducir los contenidos abstractos adquiridos durante la formación escolar profesional en saberes significativos y con utilidad? ¿Cómo dar este salto? ¿Es posible que la toma de conciencia de esta deficiencia, dificultad y a la vez necesidad de transformar lo que ha sido hasta ahora la enseñanza de las ciencias en la educación básica, sea suficiente para cambiar el estado de cosas? La respuesta es que esta toma de conciencia es necesaria, pero no suficiente, por las razones que se muestran a continuación.

1 OCDE, PISA 2006.

2 *Ibid.*, p. 7.

PISA Y EL CURRÍCULO ESCOLAR

Cabe hacer notar que los fundamentos de PISA conllevan una concepción de currículo de ciencias acorde con los resultados actuales de la investigación en la enseñanza de las ciencias, así como un modelo de profesor, de procesos de enseñanza y aprendizaje cercanos al quehacer científico, que se desarrollan en ambientes de aprendizaje apropiados y con los materiales necesarios para trabajar colaborativa y experimentalmente. La educación básica en México está bastante apartada de estas proposiciones.

¿Cómo lograr los aprendizajes demandados por la prueba PISA? ¿Es posible que a mediano plazo podamos estar en concordancia? ¿Los contextos socioeconómicos de las escuelas brindan las posibilidades mínimas para ello? ¿El contexto escolar de la educación básica cuenta con las condiciones fundamentales para acceder a las tendencias derivadas de la investigación en la didáctica de las ciencias y a las pretensiones de esta prueba? ¿Los perfiles profesionales de los docentes en ejercicio son apropiados para aspirar a dichos aprendizajes en sus estudiantes?

Los resultados de PISA 2006 con énfasis en las competencias científicas, en México, son preocupantes, no obstante que en esta ocasión también participaron estudiantes de todas las modalidades de bachillerato,³ y no sólo de secundaria, como en las aplicaciones anteriores. En promedio, México obtuvo una puntuación media de 410 puntos; el país con mayor puntaje fue Finlandia con 563 puntos y la media establecida por PISA es de 500 puntos. México está por debajo de la media.

El plan de estudios de secundaria y la evaluación de PISA 2006

Los estudiantes de tercer grado de secundaria o primeros semestres del bachillerato que resolvieron la prueba PISA 2006 fueron forma-

3 Más de 50 por ciento de la muestra.

dos en los planes y programas de estudio de secundaria correspondientes a la reforma educativa de 1993-1994.⁴

Lo más sobresaliente, además del carácter obligatorio⁵ que se incorporó en ese plan de estudios, es el cambio de organización curricular; de un plan de estudios por áreas, se constituyó entonces por asignaturas. En el caso de las ciencias, la organización en ciencias naturales pasó a las asignaturas: introducción a la física y a la química, dos cursos de biología, dos de física y dos de química. Este plan de estudios estuvo vigente desde 1993 hasta julio de 2008; en agosto de este año, los terceros grados de secundaria se sumaron a una nueva reforma en educación secundaria que se puso en marcha a partir de agosto de 2006 con los primeros años (alumnos de 12-13 años de edad). Esta reforma curricular, como puede notarse, no influyó en los estudiantes evaluados en la prueba PISA, quienes se formaron con el plan y programas de estudio 1993.

En cuanto a los propósitos del plan de estudios 1993, éstos refieren a la elevación de la calidad de la formación de los estudiantes y a fortalecer los contenidos, consistentes en conocimientos, habilidades y valores, que respondan a necesidades básicas de aprendizaje que permitan continuar el aprendizaje con alto grado de independencia y que coadyuven a la solución de demandas prácticas de la vida cotidiana.

Este plan de estudios enfatiza el desarrollo de capacidades y competencias por encima de una visión predominantemente informativa del aprendizaje. Se propone que no hay que informar sino formar, aun cuando la literatura en enseñanza de las ciencias reconoce la pertinencia de mantener un equilibrio entre ambas actividades. En los hechos, sin embargo, la prioridad estuvo centrada en los contenidos

4 Dicho plan y programas de estudio estaban en proceso de desaparición frente a otra reforma educativa con nuevos propósitos, enfoques y saberes, más acordes con las intenciones de esta prueba PISA, que inició su instrumentación con los primeros grados, en el ciclo escolar 2006-2007.

5 Ley General de Educación promulgada el 12 de julio de 1993. Véase SEP, *Plan y programas de estudio 1993*, p. 9.

disciplinarios, con lo que se favoreció la enseñanza por transmisión y se relegó la enseñanza formativa.⁶

Los materiales que se consideran fundamentales para la instrumentación de dicho plan y programas, de acuerdo con lo declarado en él, son: las versiones completas de los planes y programas, los libros de texto y materiales con sugerencias didácticas para los maestros (*Libro para el maestro de educación secundaria*) y un sistema de actualización y mejoramiento profesional de los maestros.⁷

En el plan de estudios 1993 pareciera que al pasar de una estructura por áreas a otra por asignaturas, sorprendentemente, se lograrían los propósitos descritos en él; pero nada más alejado de la realidad, sobre todo si tomamos en cuenta a quienes se piensa pondrán en operatividad dicho plan: los profesores, a quienes, en su momento, el plan de estudios antecedente al propuesto, al pasar de una estructura organizada por asignaturas a otra por áreas, les generó grandes dificultades, ya que, en el mejor de los casos, tenían el manejo de la asignatura, pero no del área. Ahora, después de 13 años de trabajar por áreas de conocimiento, nuevamente los profesores se ven inmersos en el problema inverso, pasar de profesor de área a profesor de asignatura. Esto fue y siguió siendo hasta el último momento un reto, sobre todo para los profesores de reciente ingreso al ejercicio docente, egresados de la Escuela Normal Superior, con especialidad en ciencias naturales y no por asignaturas, como lo demanda este plan de estudios; además de los nuevos saberes y competencias docentes que se plantean en materiales educativos, con enfoques de aplicación diferentes.⁸ Paradójicamente, mientras se in-

6 Véase F. Flores (coord.), "Transformaciones conceptuales y pedagógicas en los profesores de ciencias naturales de secundaria: los efectos de los Cursos Nacionales de Actualización", y R. O. Bonilla (coord.), "La situación actual de la educación secundaria en México", 2004.

7 SEP, *Plan y programas de estudio 1993*, pp. 12-13.

8 Es importante hacer notar que los planes de estudio de la Escuela Normal Superior (ENS) en México históricamente han ido detrás de las reformas instrumentadas en la escuela secundaria, a la cual proveen de profesores; situación que llama la atención, puesto que debiera esperarse que la ENS fuera protagonista en la gestión de las reformas de la escuela secundaria. Así pues, no fue hasta seis años después de la puesta en operatividad de la reforma de 1993 cuando la ENS inició la implementación de nuevos planes y programas acordes a dicha reforma. Actualmente, en este ciclo escolar se cumplirán tres años de haberse iniciado

vierten recursos para introducir nuevos modelos curriculares en las escuelas, los planteles formadores de docentes en México continúan formando para los modelos educativos que se intenta abandonar.

Aunque los materiales del plan y programas 1993 introducen en sus propuestas enfoques actuales de ciencia y didáctica con orientación constructivista del aprendizaje, y aunque su instrumentación estuvo apoyada en la producción y distribución de variados materiales de apoyo para los profesores, la realidad dista mucho de tales propósitos: los logros han sido mínimos, ya que el trabajo en las aulas y escuelas no ha experimentado una transformación significativa. Las innovaciones propuestas no han modificado, en general, la cotidianeidad de las escuelas y las aulas.

Por ejemplo, he aquí las palabras de tres profesores de secundaria respecto a una de las preguntas⁹ contenidas en un cuestionario diagnóstico aplicado a mediados de 2008 (antes de iniciar un programa de formación y actualización en enseñanza de las ciencias), las cuales nos muestran algunos de los desajustes y contradicciones: 1) “La enseñanza se basa en información y en eso se basa la evaluación.” 2) “No existe planeación en la enseñanza de las ciencias. Generalmente es de tipo expositiva; hay escasos experimentos. Falta de dominio de contenidos. Los alumnos en su mayoría no participan, no tienen motivación hacia el aprendizaje.” 3) “El anquilosamiento en el método de enseñanza de los docentes.” Cabe hacer notar que, en contextos donde hay mayores carencias, la memorización pasiva en las escuelas es prácticamente la única herramienta de aprendizaje conocida por los alumnos. Por añadidura, de acuerdo con Magaly Robalino:

la reforma educativa 2006 en la escuela secundaria, y la ENS continúa formando profesores para el plan 1993. Por otra parte, y es muy alarmante, la formación normalista no es valorada, posiblemente, ni por los propios egresados de las escuelas normales, en P. Ducoing y F. Miranda, “Necesidades de formación profesional y prácticas institucionales del docente en educación secundaria”, p. 358. De acuerdo con M. Robalino, la función de las escuelas formadoras de docentes atraviesa por una crisis en Latinoamérica y el Caribe, “Actor o protagonista. Dilemas y responsabilidades sociales de la profesión docente”, p. 13.

9 “¿Cuáles considera que son los principales problemas en la enseñanza de las ciencias, en secundaria?”. Material de trabajo del Diplomado en Competencias Fundamentales para la Enseñanza de las Ciencias Naturales para la Educación Básica. No publicado, septiembre de 2008.

Los cambios en el actual escenario han llevado a un agotamiento del rol cumplido por el profesorado en la educación tradicional, asociado principalmente a la transmisión unidireccional de información, a la memorización de contenidos, a una escasa autonomía en los diseños y evaluación curriculares, a una actitud pasiva frente al cambio e innovación educativa, y a un modo de trabajar de carácter individual más que cooperativo.¹⁰

En este orden de ideas, cabe preguntarse ¿qué esperábamos como país al participar en la prueba PISA? ¿Será que es una necesidad sentida que instancias de prestigio internacional señalen a través de sus publicaciones y declaraciones lo mal que estamos en materia de educación básica? ¿Acaso se espera que la información generada provoque entre los involucrados sentimientos de culpabilidad y paralelamente se desencadenen mecanismos de respuesta tendientes a mejorar el estado de la situación? Si la respuesta es afirmativa, todavía falta mucho camino por recorrer para estar en concordancia con los nuevos enfoques y tendencias en la enseñanza de las ciencias, ya que son muchos y diversos los problemas que se tienen, tanto relacionados con los perfiles profesionales y de desempeño de los docentes de ciencias, como de tipo estructural (prácticas de contratación docente, organización de los planes y programas de estudio, apoyos didácticos, programas de actualización docente, infraestructura, entre otros), para contar con un sistema de enseñanza básica que forme ciudadanos competentes que tomen decisiones responsables e informadas.

La reforma de 1993 en la escuela secundaria. Propuestas que la acompañaron y sus efectos

La reforma implementada a partir de 1993 en secundaria estuvo sustentada en la corriente constructivista del aprendizaje, y para apoyar su proceso de asimilación e instrumentación se contó con

10 "¿Actor o protagonista? Dilemas y responsabilidades sociales de la profesión docente", p. 9.

variados apoyos, de los cuales sobresalen: el Programa Nacional de Actualización Permanente (PRONAP) para profesores en servicio, y el establecimiento de centros de maestros¹¹ en todas las entidades del país para apoyar los procesos derivados del PRONAP.¹² Además, se incrementó la Biblioteca para la Actualización del Maestro, consistente en la compra y publicación de libros de gran aceptación por la comunidad de investigadores y profesores en enseñanza de las ciencias; se crearon los libros del maestro, con orientaciones y recomendaciones de diversa índole; se ofreció un amplio menú de cursos de actualización con duración, enfoques y contenidos de lo más diverso.

La coherencia entre los materiales producidos por la Secretaría de Educación Pública para apoyar la implementación del plan y programas de estudio 1993, así como su impacto en los profesores y alumnos, a quienes iban dirigidos, fue objeto de investigación. Fernando Flores y otros investigadores realizaron un estudio con cuatro líneas de análisis. Una de ellas abordó los efectos de los Cursos Nacionales de Actualización (CNA), donde algunos de los resultados publicados por Gallegos, Flores y Valdez¹³ describen que los profesores que participaron en dichos cursos presentan deficiencias en el manejo de los contenidos científicos que enseñan; aunque los profesores que los habían aprobado mostraron menos errores y mayor claridad en los conceptos, se detectó que, en general, no habían transformado sus concepciones de ciencia, ya que sobresale una visión acumulativa y progresiva de ella; también, entre ellos sigue imperando la idea del método científico como el medio de descubrimiento y comprobación de leyes y teorías.

En la investigación realizada por Ducoing,¹⁴ aproximadamente 40 por ciento de los profesores de secundaria encuestados en el Distrito Federal,

11 A partir de 1996 se instalan los primeros 266 centros de maestros, distribuidos en el territorio nacional. Actualmente hay 574 en todo el país.

12 Ligados a este programa se diseñaron y aplicaron exámenes nacionales anuales.

13 "Transformación de la enseñanza de la ciencia en profesores de secundaria. Efectos de los cursos nacionales de actualización", p. 31.

14 P. Ducoing y F. Miranda, art. cit, p. 323.

Guadalajara, Tlaxcala y Pachuca considera que saber ciencias naturales significa comprobar leyes.

Cabe hacer notar que un consenso de los puntos de vista de los objetivos de la naturaleza de la ciencia, extraídos de ocho documentos estándares de ciencia internacional presentados por McComas, Clough y Almazroa implica:¹⁵

- El conocimiento científico, aunque duradero, tiene un carácter tentativo (no acumulativo ni progresivo).

- El conocimiento científico depende profundamente, pero no totalmente, de la observación, la evidencia experimental, los argumentos racionales y el escepticismo.

- No hay un camino para hacer ciencia (por lo tanto, no hay un método científico etapa-por-etapa).

- La ciencia es un intento por explicar los fenómenos naturales.

- Las leyes y teorías cumplen diferentes roles en la ciencia; por lo tanto, los estudiantes deben notar que las teorías no llegan a ser leyes aun con adicionales evidencias.

- La gente de todas las culturas contribuye a la ciencia.

- El nuevo conocimiento debe ser abierto y claramente reportado.

- Los científicos requieren mantener registros precisos, revisiones de sus pares y replicabilidad.

- Las observaciones están cargadas de teoría.

- Los científicos son creativos.

- La historia de la ciencia revela un carácter tanto evolutivo como revolucionario.

- La ciencia es parte de las tradiciones sociales y culturales.

- La ciencia y la tecnología se influyen una a la otra.

- Las ideas científicas son afectadas por sus ambientes social e histórico.

Estas premisas sobre la ciencia son potencialmente útiles para los profesores en los procesos de orientación y toma de decisiones en la instrumentación del currículo de ciencias.

15 "The nature of science in science education: an introduction", p. 215.

En otros estudios también se pudo detectar que los profesores que aprobaron los CNA incorporan elementos del constructivismo en sus concepciones de aprendizaje y reconocen verbalmente el papel activo que el alumno deberá jugar en este proceso; no obstante, también se corroboró que las prácticas habituales de docencia están centradas predominantemente en la memorización y realización de ejercicios rutinarios que no ayudan al razonamiento de los estudiantes, donde el rol protagónico lo sigue asumiendo el profesor,¹⁶ lo que no permite formar estudiantes en el desarrollo de capacidades, aptitudes y competencias científicas, para el mundo del presente y del mañana.

Por otra parte, la aplicación anual de exámenes nacionales puso en evidencia las carencias conceptuales del grupo de profesores que enseñan física y/o química y/o biología. En un estudio de 10 años de aplicación de dicho examen en química, Cristina Rueda y otros investigadores¹⁷ documentaron que la mayoría de los profesores respondieron adecuadamente a las preguntas de enfoque didáctico, no así a las de aplicación en el aula, como tampoco las relacionadas con el dominio y manejo de los contenidos científicos.

Por ejemplo, en la novena aplicación del examen nacional de química, 62 por ciento del total de profesores participantes no relacionó adecuadamente el estado de agregación con la temperatura. Situación que llama la atención, sobre todo porque este reactivo fue usado como ancla y la problemática no fue modificada en los nueve años de aplicación. También cabe hacer notar que 44 por ciento de los profesores considera que los organismos vivos están formados por polímeros derivados del petróleo.

Otra debilidad encontrada en dicho estudio es que muchos de los profesores consideran las situaciones macroscópicas como ampliaciones del comportamiento microscópico, lo cual deriva en

16 Véase Fernando Flores *et al.*, "Transformaciones conceptuales y pedagógicas en los profesores de ciencias naturales de secundaria: los efectos de los Cursos Nacionales de Actualización", p. 83; Dirección General de Desarrollo Curricular, *Reforma de la Educación Secundaria. Fundamentación Curricular. Ciencias*, pp. 11-12.

17 Véase Cristina Rueda *et al.*, "Reflexiones sobre los conocimientos fundamentales de los profesores de química en ejercicio de la escuela secundaria, en la última década".

construcciones deformadas de la teoría y los conceptos químicos; un ejemplo recurrente se da en la concepción de los enlaces químicos como algo material, como si se tratara de un cordón que une un átomo a otro, sin dejar en claro que ello representa interacciones energéticas entre los átomos. En un estudio realizado sobre algunos libros de texto de biología autorizados por la SEP se encontraron resultados semejantes.¹⁸

En la investigación dirigida por Ducoing con profesores en ejercicio de las tres modalidades de secundaria (técnica, general y telesecundaria) se documenta que dichos profesores perciben como “indispensables” en sus procesos de formación *las estrategias didácticas para la enseñanza de las disciplinas*; por otra parte, llama la atención que respecto a la necesidad de *profundizar más en los diversos temas teóricos y metodológicos de la disciplina de que se trate*, 51.1 por ciento de los profesores encuestados considera tal profundización “recomendable”, mientras que 44.02 por ciento la considera “indispensable”, y 4.9 por ciento sencillamente “no indispensable”. Esta apreciación, al decir de Ducoing,¹⁹ pone de manifiesto la visión técnica del quehacer docente, a partir de la cual se piensa que aun sin manejar los contenidos académicos es posible ser profesor. Esta idea es tal vez compartida por las mismas autoridades, que contratan profesores para ejercer una actividad que demanda de conocimientos y habilidades especializados con los cuales no cuentan.

Ahora bien, en el estudio citado se encontró que los profesores, a la hora de decidir por las actividades que les representan alguna dificultad, muestran una tendencia a reconocer entre ellas la “exposición de algunos temas” y la “construcción de conceptos a partir de situaciones cotidianas”.

De acuerdo con estas tendencias, podemos deducir que lo más preocupante es que el mismo profesor no es consciente de sus carencias conceptuales en la disciplina que enseña o, en el caso contrario, resolverlas no es de su interés. Es comprensible que al no contar

18 Véase Clara Alvarado, “Identificación de problemas en conceptos químicos fundamentales en los libros de texto de biología de secundaria. Implicaciones para el aprendizaje”.

19 Art. cit., p. 291.

con un conocimiento suficiente de la asignatura y la didáctica correspondiente, sea difícil construir el concepto deseado a partir de situaciones cotidianas. En consecuencia, se reconoce la dificultad que al profesor le representa esta demanda intelectual, por lo que es impostergable que se instrumenten diversos programas que satisfagan las necesidades reales y sentidas de los profesores y de sus alumnos, de acuerdo con diagnósticos pertinentes que contribuyan a una enseñanza con sentido.

Lo dicho líneas arriba concuerda con las afirmaciones oficiales hechas en los antecedentes de la Reforma en Educación Secundaria hoy vigente, respecto al bajo impacto del plan y programas de estudio 1993: a) la insuficiente comprensión de los conceptos científicos en los profesores y, en consecuencia, en los estudiantes; b) la deformación de la naturaleza de la ciencia, del proceso de producción de conocimiento y de la actividad científica; c) la existencia de creencias erróneas acerca de la ciencia y del conocimiento científico y, como consecuencia, un escaso desarrollo de las habilidades del pensamiento científico, además de la ausencia en la vinculación del aprendizaje con el contexto social.²⁰

Cabe de nuevo preguntarse por qué o para qué se generó todo lo requerido en tanto organización y gasto económico para que los estudiantes de 15 y 16 años participaran en la prueba PISA, cuando de antemano se sabía que sus aprendizajes estaban muy distantes y, a la vez, desviados de los fundamentos, propósitos y estilos de pregunta de dicha prueba: asimismo, por qué se decidió participar en ella y exponer a nuestros estudiantes a vivenciar procesos de frustración e incapacidad frente a las demandas intelectuales que impone dicha prueba. ¿Cuál es la intención de fondo? ¿Será que queremos taparnos los ojos ante la complejidad de los problemas que aquejan al sistema de educación secundaria y seguir actuando como si todo estuviera bien, tal como se afirma en una publicación sobre PISA en México?: “Desde el punto de vista curricular, podría afirmarse que los

20 Dirección General de Desarrollo Curricular, *Reforma de la Educación Secundaria. Fundamentación Curricular. Ciencias*, pp. 11-12.

estudiantes cuentan con los conocimientos y habilidades necesarios para demostrar un buen desempeño en la evaluación de PISA.”²¹
Afirmación que no se comparte en este trabajo porque:

- a) Es del conocimiento general, que las propuestas curriculares, en la práctica, se ven alteradas por múltiples factores que las trascienden. Entre otros, las condiciones de desempeño de los profesores; el contexto socioeconómico donde se insertan las escuelas; la cantidad, calidad y oportunidad de los recursos disponibles, etcétera. Por lo que no es posible afirmar categóricamente que los estudiantes lograrán los conocimientos y habilidades planteados en el currículo.
- b) Se considera que la afirmación es contradictoria con los propósitos de la prueba PISA porque

PISA [...] no se limita a medir el dominio de los alumnos con respecto a contenidos específicos dentro del área de las ciencias, sino que 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.²²

La concepción de ciencia en los profesores

En cuanto a la necesidad de contar con una concepción de ciencia actual por su relevancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje, no existe una declaración explícita en el plan de estudios de 1993, no obstante que en la literatura en enseñanza de las ciencias se reconoce la importancia de que los profesores cuenten con una visión actual

21 M. A. Díaz Gutiérrez et al., *PISA 2006 en México*, p. 55.

22 Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, *Informe Pisa 2006, Competencias científicas para el mundo del mañana*, <<http://213.253.134.43/oeecd/pdfs/browseit/9807014E.PDF>>, p. 2, consultado por última vez en abril de 2009.

de ciencia y su interrelación con las posiciones educativas actuales. Así se deja ver en la amplia, aunque aún insuficiente, investigación acerca de este tema.²³ En México también es un tema que ha sido de interés para la investigación, en profesores en servicio del nivel de educación básica secundaria y en bachillerato.²⁴

Tobin y McRobbie, en los resultados de su investigación, documentan que las representaciones que los profesores tienen de la realidad guían su pensamiento y comportamiento; y que, por tanto, es de esperarse que influyan en la interpretación de los fenómenos y el procesamiento de la información y, por ello, tales representaciones están relacionadas con sus decisiones en los procesos de enseñanza y aprendizaje.²⁵ También Gil y otros investigadores precisan que el conocimiento profundo de la disciplina por parte del profesorado supone otros saberes muy diversos, tales como: conocer la historia de las ciencias, las orientaciones metodológicas usadas en la construcción de los conocimientos, conocer las interacciones ciencia-tecnología y sociedad vinculadas con dicha construcción, tener algún conocimiento de los desarrollos científicos recientes y sus perspectivas, y saber seleccionar los contenidos adecuados que proporcionen

23 Véase N. Brickhouse, "Teachers. Beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice"; J. Gallagher, "Prospective and practicing secondary school science teacher's knowledge and beliefs about the philosophy of science"; N. Lederman, "Students and teachers. Conceptions of the nature of science: a review of the research".

24 Véase F. Flores *et al.*, "Transforming science and learning concepts of physics teachers"; A. López *et al.*, "La formación de docentes en física para el bachillerato. Reporte y reflexión sobre un caso"; E. Carvajal y M. del R. Gómez, "Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias"; L. Gallegos *et al.*, "Transformación de la enseñanza de la ciencia en profesores de secundaria. Efectos de los cursos nacionales de actualización"; D. Rodríguez y Á. López, "¿Son las concepciones epistemológicas y de aprendizaje de los profesores de ciencias, conceptual y contextualmente de carácter constructivista?"; F. Flores *et al.*, "Influencia que ejercen la formación y el medio al conformar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en profesores de ciencias de secundaria"; F. Flores *et al.*, "Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de biología del nivel secundario".

25 "Beliefs about the nature of science and the enacted science curriculum", citado en E. Carvajal y M. del R. Gómez, "Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias". Véase también F. Flores *et al.*, "Transforming science and learning concepts of physics teachers".

una visión actual de la ciencia.²⁶ Esta concepción es utilizada por el grupo de profesores estudiados por Bain, que fueron seleccionados por el autor por cubrir los requisitos para ser clasificados como los mejores profesores de universidad, y quien al referirse a lo que saben y entienden los mejores profesores afirma que “los profesores extraordinarios conocen su materia extremadamente bien. Todos ellos son consumados eruditos, artistas o científicos en activo [...] están al día de los desarrollos intelectuales [...] ponen mucho interés en los asuntos generales de sus disciplinas: las historias, controversias y discusiones epistemológicas”.²⁷

Por su parte, en un estudio con profesores mexicanos de los niveles medio básico y medio superior acerca de sus autopercepciones, Carvajal y Gómez documentan que en los docentes existe una falta de conciencia de sus propias concepciones; que quienes tienden al conductismo muestran poca credibilidad en la independencia y la capacidad de sus alumnos, y quienes comparten la visión hacia el constructivismo consideran que los alumnos son los responsables de aprender y en consecuencia asumen un papel protagónico en este proceso.²⁸

El reconocimiento de la relevancia de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza es tal que, en México, por ejemplo, en la Facultad de Química de la UNAM desde agosto de 2003 se incorporó una nueva asignatura obligatoria para todos los alumnos de primer ingreso: Ciencia y Sociedad.

Sin embargo, cuestiones sobre naturaleza e historia de la ciencia escasamente son tratadas en los cursos de actualización del profesorado de ciencias ofrecidos por la SEP y deberían abordarse para ayudarlo a reflexionar y hacerlo consciente de sus concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia y su actuación en el salón de clases, ampliar sus visiones acerca de la construcción de la misma y las relaciones que guarda con la naturaleza, la tecnología y la sociedad.

26 Véase D. Gil *et al.*, “¿Qué hemos de conocer los profesores de ciencias?”.

27 K. Bain, *Lo que hacen los mejores profesores de universidad*, pp. 26-27.

28 Art. cit., pp. 593-594.

Los perfiles profesionales de los profesores

Datos recientes indican que, en el país, dos de cada cinco profesores de asignaturas académicas en las secundarias técnicas, generales y telesecundarias son pasantes o titulados de la Normal Superior; en las dos primeras modalidades, alrededor de 37 por ciento tiene estudios de licenciatura, mientras que en las telesecundarias tal porcentaje es un poco mayor (41 por ciento).²⁹

En adición, entre los maestros en servicio se distinguen dos grupos de profesores: los egresados de la Escuela Normal Superior y los egresados de otras instituciones de educación superior; los primeros con formación predominantemente pedagógica y didáctica, y los segundos con formación eminentemente científica. Ambos perfiles, en el mejor de los casos, sólo cuentan con el dominio de uno de los campos necesarios para ejercer la docencia, lo que los limita para promover entre los estudiantes aprendizajes significativos y relevantes de la disciplina y, más aún, para relacionarlos con el contexto inmediato de la vida cotidiana.

Esto se complica todavía más debido a que entre los profesores que enseñan una misma asignatura existe una gran heterogeneidad de perfiles profesionales cuyos campos de conocimiento están muy distantes de las asignaturas que imparten; por ejemplo, hay pedagogos que dan clases de química, secretarías que dan física, odontólogos que dan inglés, entre otras muchas combinaciones.³⁰ También hay profesores normalistas con especialidad en ciencias naturales enseñando química y/o física y/o biología, y otros con especialidad en biología enseñando química o viceversa.

Asimismo, hay profesores normalistas que imparten la asignatura de su especialidad, así como biólogos enseñando biología, físicos impartiendo física y químicos de todas las especialidades enseñando química.

29 P. Ducoing y F. Miranda, art. cit.

30 Véase R. O. Bonilla, "La situación actual de la educación secundaria en México".

Otro aspecto que caracteriza el trabajo del profesor de secundaria es la excesiva carga horaria y la gran cantidad de alumnos que atiende en un mismo semestre (en promedio, alrededor de 300); más aún, los desplazamientos que realiza durante la jornada de trabajo, de una escuela a otra³¹ y de una asignatura a otra. Todo ello en condiciones de trabajo muy diversas y contrastantes y por lo general con los mínimos apoyos, donde predominan el gis y el pizarrón, además del libro para el maestro y el libro de texto, que se ha vuelto el referente obligado y, en muchos casos, el único medio de información científica disponible en la escuela.³²

Los libros de texto

Uno de los logros recientes en la escuela secundaria es el libro de texto gratuito.³³ Para su elaboración, la SEP convoca a las editoriales y las propuestas se someten a evaluación por la misma Secretaría.³⁴ En la actualidad se cuenta con varios libros para una misma asignatura, que son dados a conocer a los profesores a fin de que ellos hagan su elección bajo sus propios criterios. Cabe hacer notar que para muchos el libro de texto representa la principal y única fuente de información de la ciencia escolar y, en algunos casos, la dependencia hacia el mismo es tal que se ha convertido en la principal herramienta de trabajo de los profesores y alumnos.

31 De ellos, 50 por ciento labora en más de un plantel, *ibid.*

32 Sánchez y Valcárcel señalan que 92 por ciento de los profesores de ciencias de secundaria utilizan el libro de texto como principal referencia en la planificación de unidades didácticas, situación que disminuye después de realizar cursos de actualización didáctica de larga duración. Entre los profesores con menor conocimiento del contenido de ciencias, la dependencia hacia el libro de texto es aun mayor, *apud* C. Alvarado, "Identificación de problemas en conceptos químicos fundamentales en los libros de texto de biología de secundaria. Implicaciones para el aprendizaje", p. 25.

33 A partir de 1997 se puso en marcha el programa de Distribución de Libros de Texto Gratuitos para Secundaria, <http://www.conaliteg.gob.mx/?id_page=5> historia de 1982 a 2006>. Consultada en mayo de 2009. Si bien estos libros no son producidos por la SEP, ésta, mediante la Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos, los adquiere de editoriales privadas a más bajo costo que en el mercado y los distribuye gratuitamente.

34 De manera recurrente, a los autores se les asigna un tiempo muy restringido para su elaboración.

Son muchos los aportes que ofrecen estos libros: ha mejorado el desarrollo de los contenidos, el diseño, la presentación tipográfica, las ilustraciones, los esquemas, las fotografías, los experimentos propuestos³⁵ y los ejercicios presentados; todo ello apegado estrictamente a los contenidos y al orden en que aparecen en el programa oficial. En ellos se puede encontrar la clase organizada puntualmente. Se ha logrado un atractivo efecto visual por la variedad de colores y de imágenes; lo que lleva a muchos profesores a considerarlos como la fuente de conocimiento verdadero e incuestionable, sin percatarse de que estos libros también presentan limitaciones de diverso orden, lo cual es preocupante porque, como se dijo anteriormente, a muchos de los profesores se les asigna la responsabilidad de enseñar asignaturas diferentes de sus perfiles profesionales.

Si el libro de texto es tan determinante en los procesos de enseñanza y aprendizaje escolar, debiera esperarse que al menos contara con información confiable presentada de acuerdo con las actuales tendencias didácticas de la ciencia basadas en el constructivismo y una ciencia actual, dinámica y no acumulativa.

Sin embargo, los libros de texto, pese a que han mejorado sustancialmente en todos los aspectos, presentan algunos problemas como los que en 2007 documenta Alvarado en su investigación en ocho libros de química para alumnos de tercer grado de secundaria aprobados por la SEP sobre cómo se desarrolla el tema acidez y basicidad, donde destacan: a) la presentación de la información muestra un carácter enciclopédico al no considerar que la ciencia está en constante construcción; b) sólo en tres libros se incorporan aspectos históricos; c) la vinculación con la vida cotidiana es desarrollada en los ocho libros; d) las actividades de laboratorio planteadas son experimentos ilustrativos orientados a la verificación o comprobación del conocimiento con nulo o bajo nivel de investigación, con lo cual se pierde la oportunidad de generar en los estudiantes la duda e interés por la investigación y, consecuentemente, la construcción de conocimientos; e) las actividades de evaluación contenidas en los

35 Por lo general, para los experimentos propuestos se sugieren materiales de uso casero. Por ejemplo, como ácidos se usan el vinagre y el jugo de limón.

libros están orientadas a que los estudiantes memoricen la información, con excepción de uno de ellos; f) presentan problemas conceptuales, en algunos más, en otros menos. Esta investigadora concluye que “en general, los libros analizados no promueven el aprendizaje activo por parte de los alumnos y únicamente actúan como proveedores de información”.³⁶

Por lo anterior, se hace necesario un trabajo mayormente cuidado en todo el proceso de elaboración de los libros de texto para que efectivamente sean un soporte confiable y eficaz en los procesos de construcción del conocimiento en ciencias.

La práctica experimental: una agenda pendiente

Cabe precisar que cada vez hay menos interrelación teoría-práctica en la escuela secundaria. Las autoridades correspondientes han desatendido este renglón. Algunas escuelas cuentan con un laboratorio destinado al uso de las tres asignaturas de ciencias, el cual es insuficiente para atender a la población de alumnos de las tres ciencias en los planteles. Más aún, al no contar con los materiales, sustancias y equipos para desarrollar el trabajo experimental, estas limitaciones llevan al maestro al desánimo y a prescindir de esta importante actividad para la formación de los alumnos.

Los profesores reconocen esta problemática y ante la pregunta: *¿cuáles considera que son los principales problemas en la enseñanza de las ciencias, en secundaria?*,³⁷ así lo hacen ver, y responden: “Faltan recursos materiales suficientes y adecuados para la experimentación.” “Carencia de laboratorio.” “Recursos e instalaciones de laboratorio insuficientes y en pésimo estado.” “Laboratorio sin usar.” El abandono del laboratorio, donde existe, y el escaso material con que cuentan, son evidencia de ello, en muchos casos.

36 C. Alvarado, “Identificación de problemas en conceptos químicos fundamentales en los libros de texto de biología de secundaria. Implicaciones para el aprendizaje”, p. 93.

37 Material de trabajo del Diplomado en Competencias Fundamentales para la Enseñanza de las Ciencias Naturales para la Educación Básica, <http://www.cneq.unam.mx/cursos_diplomados/diplomados/medio_superior/SEIEM/1a/01/index.htm>.

Es indiscutible que no se puede concebir una educación científica completa sin la incorporación de los estudios de campo o las experiencias prácticas de laboratorio; no obstante, hay indicios de que al menos el trabajo en el laboratorio se encuentra ausente en el quehacer cotidiano del maestro. Una anécdota apropiada para el caso es la siguiente. Durante el desarrollo de un curso de actualización en la biología y su didáctica, el ponente o expositor con gran alegría se enteró de que la escuela secundaria donde estaba impartándose el curso contaba con tres microscopios, que intentó usar, pero todo quedó sólo en eso, en un intento, ya que fue imposible conseguir un solo portaobjetos y cubreobjetos, ni en la escuela ni en los alrededores, en los lugares que era de esperar encontrarlos a la venta.

Para apoyar a los profesores en su desempeño en la enseñanza de las ciencias, a partir de los resultados de investigación y desarrollo de equipo para la enseñanza, en la UNAM se diseñaron laboratorios portátiles para la promoción de aprendizajes de temas básicos de la física que contienen, además de los materiales, manuales de prácticas para la educación básica primaria.³⁸ Asimismo, se realizaron talleres de capacitación para su uso. Varias escuelas primarias cuentan con estos equipos; no obstante, en muchas no se hace uso de ellos y algunos profesores no los conocen, ya que están guardados y algunos hasta sellados y empolvados.

Si los profesores no cuentan con las herramientas conceptuales suficientes para interpretar los fenómenos físicos que se producen a partir de estos aparatos, difícilmente estarán motivados para hacer uso de ellos debido al costo emocional que implicaría enfrentarse a preguntas inesperadas para las cuales no se tendrían respuestas.

Una transcripción de una parte de un escrito espontáneo de una profesora de primaria para su maestro, al concluir un curso introductorio de física y su didáctica, que forma parte de un diplomado, es una evidencia del temor que varios profesores tienen hacia la ciencia:

38 Estos laboratorios fueron producidos y diseñados en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (antes Centro de Instrumentos) por el grupo de trabajo que coordina el doctor Fernando Flores. Véase E. Vega Murguía *et al.*, *Laboratorio de sonido. Manual de prácticas para la educación básica*.

Por este conducto le informo que éste ha sido uno de los módulos más interesantes del diplomado, ya que creo que, al igual que a todos mis compañeros, cuando nos informaron sobre el tema nos sentimos sin elementos para tomar este módulo y con una gran negativa a tomarlo por lo difícil que para todos siempre ha sido la materia (física). Sin embargo, quiero informarle que para mí fue muy grato darme cuenta que la física es bonita, agradable e interesante por la forma en que nos fue guiando a cada uno de los integrantes del grupo en la aplicación de ésta...³⁹

Los cursos de formación y actualización docente

En cuanto a los cursos de actualización, más allá de los que forman o formaron parte del PRONAP, son muy generales y no tienen relación con los contenidos y didácticas específicas de las asignaturas; son de corta duración y están programados para que los profesores asistan en sus “tiempos libres”.

A pesar de que se realizan grandes esfuerzos para actualizar a los profesores a nivel nacional, el hecho de ligarlos al programa de estímulos económicos ha desvirtuado su propósito académico, ya que muchos participan no con la intención e ilusión de transformar su quehacer docente, sino sólo como medio para alcanzar una mayor percepción económica. Además, muchos profesores, a sabiendas de que los cursos no les beneficiarán en su práctica docente, asisten porque es obligatoria su presencia para aspirar o mantener los estímulos económicos: el desinterés y el cansancio son notorios en su dormir durante las sesiones.

Cabe reconocer que cuando los cursos satisfacen las necesidades de formación y actualización hay un notorio cambio de actitud en los profesores que se manifiesta en una gran disposición. Por ejem-

39 Diplomado Competencias Fundamentales en la Enseñanza de las Ciencias para la Educación Básica de los SEIEM, diseñado e instrumentado por la Coordinación de Formación Docente de la Secretaría de Extensión Académica, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), *op. cit.*

plo, ello se hace notar en las evaluaciones escritas acerca del desempeño docente que realizan al concluir cada uno de los módulos que forman parte de un diplomado en el cual participan más de 200 profesores de educación básica de los Servicios Educativos Integrados al Estado de México.⁴⁰ En el apartado de “Sugerencias para nuevos cursos”, algunas respuestas de los profesores son:

- Que haya una continuación en profundidad de conceptos de este curso. Que el módulo se amplíe un poco más. [Es recurrente esta respuesta en todos los módulos.]
- Ninguna. Me hace falta mucho fundamento filosófico, pero me sentí confortada con la conducción del maestro. [Módulo I.]
- Todo bien. Cambió en grado importante mi visión sobre lo que es enseñar ciencias. [Módulo I.]
- Que todos los ponentes continúen en este mismo tenor, para que nosotros podamos adquirir conocimientos más profundos y explicativos, que mejoren nuestra práctica docente. [Módulo II. Es recurrente esta respuesta en todos los módulos.]

En relación con la pregunta “¿en qué medida el módulo le ha estimulado intelectualmente?”, algunas respuestas recurrentes son:

- En la necesidad de aprender más y profundizar respecto al tema. Seguir actualizándome.
- En gran medida, debido a que me hace estudiar y repasar con mayor profundidad los temas expuestos por los ponentes y analizarlos desde otro punto de vista.
- Cada vez que me adentro a un módulo corroboro que necesito actualizarme.
- Totalmente. El nivel de enseñanza del ponente hacia sus alumnos [profesores de enseñanza media] es muy bueno y ha impactado tanto que estamos recurriendo a investigar y a valorar mi actualización [en física]. [Módulo VI.]

40 Diplomado en Competencias Fundamentales para la Enseñanza de las Ciencias Naturales para la Educación Básica para Profesores de los SEIEM, <http://www.cneq.unam.mx/cursos_diplomados/diplomados/medio_superior/SEIEM/1a/01/index.html>.

- En mucho, porque la química la entendía sólo con fórmulas para pasar un examen y me di cuenta que es muy amena cuando se entiende.

DISCUSIÓN

En las dos últimas décadas se han puesto en marcha varios programas y apoyos orientados a renovar la educación en ciencias en las escuelas secundarias; sin embargo, los problemas existentes son tan numerosos, heterogéneos y de diversa índole que el impacto es prácticamente imperceptible. Más allá de la dotación de equipo de cómputo con acceso a internet en las escuelas, que es muy importante, pero aún insuficiente, una de las apuestas mayores es trascender la formación inicial y permanente de los profesores; cambiar los cursos de breve duración por programas de formación y actualización de duración prolongada que incluyan apoyo técnico, asesorías en las escuelas, seguimiento del impacto y resultados que impliquen el trabajo colegiado, procesos de reflexión, de autorregulación, de evaluación y retroalimentación, entre otros; trascender los cursos generalistas, que pueden ser de interés para todos, con independencia de la asignatura, mediante programas que apoyen los requerimientos puntuales de los profesores, de acuerdo con las concepciones de ciencia actual, el conocimiento de los contenidos disciplinarios y su didáctica especial o lo que en el ámbito de la enseñanza de las ciencias se ha venido trabajando como el conocimiento pedagógico del contenido.⁴¹ Y éstos, sólo entre algunos de los retos.

La formación y actualización de los profesores de ciencia en ejercicio debe ser suficientemente reforzada con el apoyo de las instituciones de educación superior, como ya se viene haciendo muy recientemente. Cabe hacer mención que la Coordinación de Formación Docente de la Secretaría de Extensión Académica de la Facultad de Química de la UNAM, con más de 15 años de experiencia en

41 Véase R. Trinidad-Velasco y A. Garritz Ruiz, "El conocimiento pedagógico del contenido", *idem*, "El conocimiento pedagógico de la estructura corpuscular de la materia".

este renglón, ha estado apoyando decididamente en esta tarea; para ello cuenta con un cuerpo de aproximadamente 100 colaboradores, todos académicos provenientes de disciplinas científicas que son exitosos como profesores y además se han interesado por su formación en las didácticas específicas de las ciencias. Sin lugar a dudas la enseñanza de la ciencia es compleja. La clarificación de conceptos implica varios componentes, ya que su proceso de adquisición requiere no sólo la adquisición de información, sino también métodos de estudio y de aprendizaje, así como aptitudes para la ciencia, además de familiarizarse con la estructura conceptual y metodológica específica de las ciencias.

De acuerdo con Dorothy Gabel, la enseñanza y el aprendizaje de la química son esfuerzos humanos muy complejos. Algunas de las razones son:

- a) la complejidad de la química en sí misma;
- b) que muchos conceptos están altamente relacionados con otros, de manera que el aprendizaje de incluso conceptos químicos relativamente simples depende de prerrequisitos conceptuales;
- c) que la comprensión conceptual de la química, requiere que el aprendiz interprete y relacione diversos modos de representación de la materia y las interacciones que ésta sufre.⁴²

Por ello, los estudiantes de secundaria encuentran en la química uno de los cursos más difíciles.

La complejidad del conocimiento científico y los modelos que se usan para su enseñanza y aprendizaje son tales que es fácil caer en errores de carácter conceptual. Como ya lo vimos, tanto los profesores como los libros de texto tienen errores de este tipo. En la misma prueba PISA se han detectado errores; por ejemplo, en la unidad de ciencia 2, ozono, en la base de la pregunta dice: "Las moléculas de ozono son extremadamente raras: existen menos de diez de ellas por cada millón de *moléculas de aire*."⁴³

42 D. Gabel, "The complexity of chemistry and implications for teaching", p. 233.

43 Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, *Muestra de reactivos empleados en la evaluación PISA 2000. Aptitudes para la lectura, matemáticas y ciencias*, p. 133. Las cursivas son mías.

La frase señalada en cursivas puede inducir a la construcción de la concepción errónea de que el aire es una sustancia y no una mezcla.

Podría decirse moléculas “del” aire, que es distinto que moléculas “de” aire. En el primer caso puede entenderse que el aire se compone de diversas moléculas, es decir, que se trata de una mezcla; en el segundo caso, podríamos pensar en que se trata de un compuesto, es decir, de un mismo tipo de moléculas, lo cual es falso.

El uso del lenguaje en ciencias es complejo y es fácil caer en expresiones que inducen a la generación o ratificación de ideas erróneas.

COMENTARIOS FINALES

Los resultados de la participación de México en la prueba PISA ponen en entredicho las prácticas habituales en todos los órdenes de la educación básica. Ofrecen información pertinente de orientación curricular y ejercicio docente acordes con políticas educativas en consonancia con los escenarios actuales derivados de la investigación en enseñanza de las ciencias. Así pues, se deja ver que los resultados alcanzados por los estudiantes en dicha prueba no son responsabilidad exclusiva de los profesores, sino que dependen de diversos factores asociados al rendimiento que se influyen entre sí: la formación inicial de los profesores, los conocimientos y concepciones sobre la ciencia, las actitudes hacia la ciencia, las condiciones de trabajo, el clima de trabajo institucional, el contexto socioeconómico en que está inserta la escuela, la distribución equitativa de oportunidades de aprendizaje, la política educativa, la gestión escolar, los recursos disponibles, el capital cultural de los involucrados, la percepción salarial del personal y los estímulos, la evaluación del desempeño, entre otros.

Se precisan cambios estructurales profundos en la vida académica de las escuelas secundarias mexicanas; de lo contrario, pareciera que no existe otra salida que la simulación y asumir que los resultados de las evaluaciones externas a las escuelas (que, por su parte, de-

mandan un pensamiento y competencias complejos, y que requieren de tiempos y espacios propicios para el procesamiento de las nuevas orientaciones) son responsabilidad única de los profesores.

En los últimos años ha habido una tendencia a la apuesta por la dotación de equipos de cómputo en las escuelas con conexión a internet, lo cual es muy plausible, ya que en los tiempos actuales es difícil concebir la vida sin este recurso; con todo, aún hay mucho por aprender para hacer de esta herramienta una fuente de aprendizajes múltiples en los estudiantes, de tal manera que trasciendan los procesos pasivos de recepción que derivan en la copia, corte y pega de información.

Tal vez los recursos económicos que se invierten en todo lo que implica la prueba PISA se debieran dirigir a la resolución de los problemas concretos más urgentes de la educación básica en México, que deriven en mejores condiciones de trabajo docente y mejores resultados de aprendizaje.

Sería pertinente utilizar las orientaciones filosóficas y metodológicas de la prueba PISA, así como sus resultados, para orientar políticas en el plan nacional de educación y en el currículo de ciencias.