

# La enseñanza de las ciencias en México. El paradójico papel central del profesor

José Antonio Chamizo\*

*No es cierto que sin la ciencia nuestro futuro sea incierto;  
simplemente sin ella no tenemos futuro*

Ruy Pérez Tamayo

Los esfuerzos educativos en México han estado, durante largo tiempo, dirigidos fundamentalmente a extender la cobertura de los servicios educativos a fin de satisfacer la demanda, producto de una tasa demográfica creciente que, con el tiempo, se ha ido abatiendo.

A medida que la cobertura se ha ampliado, ha sido posible atender otros aspectos, especialmente los referidos a la calidad de la educación dentro de la cual se encuentra el espacio de este artículo.

Previamente a la reforma de 1993, en México como en otros lugares del mundo prevalecía la convicción de que si el alumno reproducía la actividad científica, adquiriría dicho conocimiento, lo cual privilegiaba la realización de experimentos, para confrontar al alumno con los fenómenos naturales. Se le dio relevancia al “método científico” como un proceso de descubrimiento (Candela, 1990). Se ha descrito este tipo de enseñanza como aquella que pretendía formar “pequeños científicos”.

Las carencias de este modelo, evidenciadas entre otras cosas por la disminución del número de alumnos que ingresaban a las carreras científicas así como por la calidad de lo aprendido obligaron a considerar un cambio (Chamizo, 1994). Las investigaciones educativas realizadas para conocer cómo aprenden los niños han sentado las bases para replantear la enseñanza de las ciencias naturales (Driver,

1989). Ha quedado clara la necesidad de considerar la experiencia de los niños, así como sus concepciones acerca de los fenómenos, como punto de partida de las estrategias de enseñanza, en el mejor sentido de lo dicho por Ausbel (Ausbel, 1993):

Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto, y enséñese en consecuencia.

Se trata de lograr aproximaciones al pensamiento científico, de tal manera que el alumno lo utilice para ampliar una comprensión del mundo, empezando por los fenómenos presentes en su vida cotidiana (SEP, 1993). Se debe poner en conflicto lo que se piensa como ha insistido desde hace años Giordan (Giordan, 1995):

La motivación no puede explicar por sí sola la construcción de nuevos conocimientos; hay que apoyarse también en otros parámetros. Creemos que uno de los motores que favorecen la conceptualización es el conflicto, ya que puede hacer que la persona dude de sus propias concepciones, llevándole a buscar otros elementos más pertinentes.

Para lo anterior hay que diseñar y realizar actividades *ad hoc*, que resalten el papel preponderante que en el proceso tiene el maestro. En cuanto a la experimentación, se reconoce que hay que combinar dos estrategias: la que permite aclarar ciertos conceptos o leyes generales con base en experimentos “tradicionales” y la que busca que el alumno construya sus conocimientos a partir de contrastar sus ideas con los resultados de experimentos sencillos. En pocas palabras, se busca –como lo ha dicho Claxton– que las personas “aprendan bien” (Claxton, 1994).

La preocupación fundamental de una educación contemporánea útil debe centrarse en la capacidad de las personas de aprender bien. Cualquier otra prioridad, por muy apreciada que sea, que socave el compromiso de fomentar la habilidad para el manejo del cambio o nuestro éxito en hacerlo, deberá ser relegada o suspendida

**Cuadro 1.** Alumnos, escuelas y maestros de educación básica.

Educación básica 1998/99					
	Matrícula total (a)	Maestros (b)	Escuelas (c)	(a)/(b)	(a)/(c)
<b>Preescolar</b>	3,378,400	147,928	68,136	23	49
<b>Primaria</b>	14,640,000	532,087	99,627	28	147
<b>Secundaria</b>	5,084,300	294,411	26,743	17	190

\* Facultad de Química, Director General de Comunicación de la Ciencia, UNAM, México, D.F.

La reforma curricular de México no es un caso aislado. Diversos países se encuentran insatisfechos con los resultados de la enseñanza no sólo de las ciencias, sino también de las matemáticas y la tecnología que en ellos se desarrolla. En un estudio reciente sobre 23 proyectos innovadores en la enseñanza de las ciencias realizados en 13 países de la OCDE, se afirma que una razón fundamental para promover estas innovaciones es la percepción de que una mejor educación en estos tres campos traerá beneficios, no sólo personales para el alumno sino para la comunidad a la que pertenece (Black, 1996).

Si bien es cierto que los cambios propuestos —y los proyectos que los enmarcan—, son muy diversos en alcance y forma, el estudio encontró que hay grandes semejanzas entre ellos, tanto en lo referente a las temáticas seleccionadas como en los métodos de enseñanza, reconociéndose tres aspectos comunes a prácticamente todos ellos:

- La importancia de que los alumnos desarrollen trabajo práctico, con un peso mucho mayor del que se le había dado en el pasado.
- Explicitación de las conexiones tanto entre las ciencias mismas como entre las ciencias y otros campos de conocimiento como objetivo fundamental del proceso de enseñanza.
- Reconocimiento —a través de los enfoques de enseñanza— de que tanto las ciencias como las matemáticas son formas de conocer y explicar el funcionamiento del mundo que nos rodea.

Generalmente, el ciudadano común no tiene que aplicar conocimientos científicos o tecnológicos complejos, por lo que es conveniente que la educación básica propicie la comprensión de lo esencial de la actividad científica. Así, el futuro ciudadano podrá desarrollar las competencias, habilidades y actitudes que le permitan al menos tener conocimientos básicos de su cuerpo y del medio en el que vive (Bonilla, 1997). Se considera que este enfoque se aproxima a los señalamientos hechos por la UNESCO sobre la necesidad de formar ciudadanos alfabetizados científicamente (UNESCO, 1993, AAAS, 1990).

A nivel básico (preescolar, primaria y secundaria) el proyecto educativo mexicano en la enseñanza de las ciencias se centra en las siguientes acciones:

- Elaboración y distribución de nuevos libros de texto gratuitos de ciencias naturales en la primaria en los que se consideran los puntos anteriormente expuestos.
- Distribución a nivel secundaria y por primera ocasión de libros para el maestro de cada asignatura. Éstos

proporcionan sugerencias didácticas para aplicar el enfoque propuesto en los programas vigentes, resaltando el uso de diversos recursos de información, de materiales de bajo costo para la realización de experimentos y la incorporación de nuevos instrumentos de evaluación (ver figura 1).

- Reestructuración de las escuelas normales incorporado en sus planes de estudio las nuevas tendencias en la enseñanza de las ciencias.
- Talleres y cursos de actualización para maestros por asignatura.
- Distribución de videotecas y transmisión de teleconferencias, particularmente a nivel secundaria.

Los resultados de este ambicioso proyecto sin precedentes —por su amplitud y profundidad—, se conocerán el próximo siglo. Su urgente éxito dependerá, en buena medida, de los profesores que lo lleven a cabo en el aula. Esto último está claramente influenciado por el gasto real que en educación destine el gobierno, gasto que por cierto se ha ido reduciendo en términos reales a lo largo de la presente década (Latapí, 1998).

A nivel bachillerato las reformas en los planes de estudio en asignaturas de corte científico en la UNAM, el Colegio de Bachilleres o el Bachillerato Tecnológico de la SEP presentan dinámicas semejantes. Sin embargo, el camino a recorrer aquí con los profesores es también largo y complejo. Una encuesta llevada a cabo por el autor con cerca de mil docentes que imparten la asignatura de química a este nivel en todo el país revela que únicamente el 5% del total de estos profesores han estudiado la carrera de química. Abundan, en cambio, dentistas, ingenieros o veterinarios que no cuentan con la preparación idónea para la labor docente... ¡en química! Además se hizo evidente que cuando estos profesores dan su clase usan como texto el que aprendieron

**Cuadro 2.** Títulos y tiraje de libros de texto gratuito, 1996.

Año	Tiraje (en miles)	Número de títulos
1960	17 632	19
1970	57 707	37
1972-1973*	69 941	47
1979-1980	48 413	27
1990-1991	75 890	27
1993-1994	83 341	72
1996-1997	122 110	105

\* Entrega de libros correspondientes a la Reforma Educativa 1972-76.

## Lección 9 ● Electroquímica

### Relación de materiales con actividades

		A	B	C	D	EXPERIMENTOS					ACTIVIDADES POR CURSO											
Actividades	Materiales	Autoevaluación	Adquisición de información	Relación de contenidos de bloques	Mapa conceptual	Desarrollo	Bitácora	Reporte	Ficha didáctica	Síntesis	Discusión	Comentarios	Otras	Relación con bloques de otros cursos	Planeación de secuencia de clases	Diseño de evaluación	Investigación Bibliográfica	Exposición	Portafolios	Diseño Experimental	Tiempos	
<b>Libro para el maestro</b>																						
1	Propósito del curso	10'	15'																			25'
2	Presentación Específica	30'		45'												60'					60'	195'
3	Recuadro: Química en tu cuerpo El impulso nervioso, un proceso electroquímico que nos permite vivir	15'											60'									75'
4	Análisis costo- beneficio												120'									120'
5	Experimento: Corrosión		30'		30'	20'	20'										60'	30'				190'
6	Actividades complementarias del curso		15'										60'									75'
7	Errores Frecuentes		15'										60'									75'
8	Mapa Conceptual sobre contaminación		5'							35'												40'

Más allá de las apariencias:  
la conservación de la materia en las transformaciones físicas y químicas

Rosalind Driver  
Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia, Morata, Madrid, 1989.

Algunos de los fenómenos más espectaculares que los niños presencian en la vida cotidiana conllevan reacciones químicas en las que la naturaleza de esa sustancia parece sufrir un cambio irreversible. Entre estas experiencias, el proceso de combustión es probablemente el más común.

#### Errores conceptuales

- Construir equivocadamente los factores de conversión. Se debe cuidar que las unidades que se vayan eliminando para que al final sólo queden las que se buscan.
- El aire y los gases no son materia, por lo tanto no pesan, ni tienen volumen.
- Los átomos y moléculas se pueden ver por medio del microscopio óptico.
- La unidad de longitud más pequeña es el mm.
- Se puede ver fluir la electricidad por los cables.
- La temperatura es lo mismo que el calor.
- El hielo y las cosas frías no tienen temperatura.
- El frío entra por una ventana abierta.
- La luz sólo puede estar en la fuente luminosa o en el objeto iluminado.
- El relámpago y el trueno se producen por chocar las nubes.
- Omisión de las unidades de medida al escribir una magnitud.

**Figura 1.** Fragmentos de errores frecuentes, relación de materiales, *versus* guía de estudio, antología de lecturas, y actividades y lecturas del libro del maestro (Chamizo, SEP, 1994).

cuando eran alumnos y que por lo visto no les gustó o impactó lo suficiente como para dedicarse profesionalmente a cultivar esta ciencia. ¿Qué enseñan entonces? ¿Con qué gusto lo hacen? ¿Con qué conocimientos discuten con sus alumnos? ¿A qué profundidad están actualizados en los últimos avances de la química?

Pierre Bourdieu, en obra conocida (Bourdieu, 1979), denunció la actitud pedagógica común, conforme a la cual los maestros no hacen más que reproducir (en realidad repetir) lo que ellos mismos aprendieron, y aquellos de sus alumnos que lleguen a ser maestros repetirán a su vez lo que aprendieron. De tal modo puede decirse que la pedagogía es la repetición indefinida y rara vez creación.

Tremenda paradoja no sólo aquí y nuestra, sino de este tiempo contradictorio que nos tocó vivir: fomentar la habilidad para el manejo del cambio a través de una pedagogía de la repetición.

En efecto, es evidente, de acuerdo con la experiencia de Furió en España (Furió, 1994), que:

La toma de decisiones del profesor en una clase está influenciada notablemente no sólo por el desconocimiento del contenido de la disciplina sino por la falta de conocimiento sobre la naturaleza y estructura de la ciencia.

La experiencia mexicana no es diferente; basta recordar que los maestros de bachillerato y también muchos universitarios, prácticamente no han realizado, por ellos mismos, ninguna actividad de investigación. Así, reducir la cultura y la tradición científica a una única receta, el llamado “método científico”, resulta un error, pues los docentes —hay que recordarlo—, son los principales comunicadores de la ciencia, y esta creencia de su “saber profundo” afecta la visión que de la ciencia logren tener sus alumnos. Más aún, ¿cuál método científico? ¿El generalmente identificado de la física?, o ¿el de la química? (análisis y síntesis), por no hablar de astronomía o matemáticas.

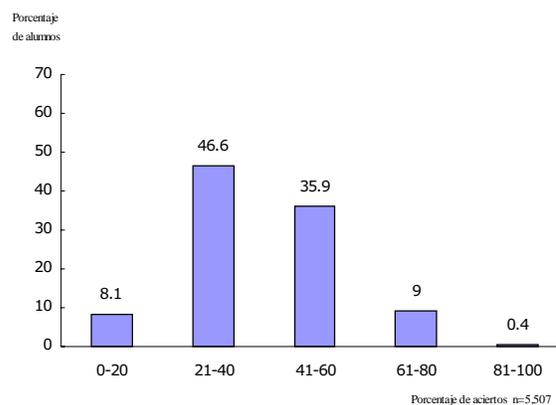
Una vez alcanzado un conocimiento adecuado de su disciplina, el profesor enfrenta un segundo obstáculo derivado de su propia experiencia personal: enseña como a él le enseñaron, enseña hacia el pasado; es decir, y a la vista de los resultados, que por parciales que sean coinciden con muchos otros mal, enseña y muchos enseñamos mal.

Tentativamente y de manera general ya que hay notables excepciones, se puede decir que en México los profesores desconocen cómo abordar los nuevos currículos que implican estrategias pedagógicas y de evaluación también nuevas.

A nivel licenciatura y posgrado la situación es también compleja. Recientemente la Academia Mexicana de Ciencias publicó un estudio titulado *Retos y Perspectivas de la Ciencia*

#### EXAMEN PARA EL DIAGNÓSTICO DE CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS 1998

Porcentaje de aciertos en el área de las Ciencias biológicas y de salud



#### EXAMEN PARA EL DIAGNÓSTICO DE CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS 1998

Porcentaje de aciertos en el área de las Ciencias físico-matemáticas y de las ingenierías

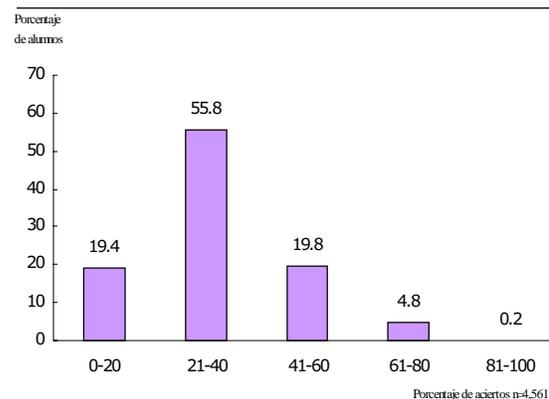


Figura 2. Diagnósticos de conocimientos de alumnos de primer ingreso a la UNAM (1998).

en México (Fortes, 1995) en el que destaca el reducido número de personas que se dedican profesionalmente a la ciencia con los estudios adecuados. Más aún, se reconoce la tremenda concentración de recursos humanos en la ciudad de México a expensas del resto del país. La enseñanza de las ciencias en las universidades está prácticamente limitada a la capital. Aquí mucho hay por hacer y poco se ha hecho dada la magnitud de la empresa. Se deben abrir más de 80,000 nuevas plazas en el nivel superior en el país en los próximos tres años (Reséndiz, 1997). (Sólo para comparar, la población estudiantil de la UNAM que cursa la licenciatura son aproximadamente 130,000 alumnos, lo que equivale a construir más de media UNAM en este periodo.) Para darles clase a

estos alumnos de licenciatura se requieren casi 6,000 nuevos profesores. ¿Dónde están?

A manera de conclusión retomaré, como se ha manifestado en el curso de este trabajo, la importancia que en la enseñanza de las ciencias tiene el profesor, el eje del cambio, aunque lo que se dirá vale prácticamente para todos los docentes.

Los profesores se encuentran ante una crisis de identidad. Ellos que eran los que tenían la exclusividad del saber, hoy la han perdido o están perdiendo ante la explosión de más y mejor información que hay en libros, videos, museos, computadoras e internet. A pesar de lo que muchos dicen, el profesor es el que puede, y debe, realizar la evaluación más completa de los aprendizajes de sus alumnos, y para ello debe estar preparado. Hoy no lo está. Así, ante unas demandas que cambian y que requieren que sus estilos también lo hagan, muchos profesores se han replegado a su posición de autoridad.

La labor del profesor hoy es objeto de crítica y controversia, lo que años atrás era inconcebible. Hoy todos en nuestras sociedades hiperespecializadas saben de educación, todos opinan y a todos les parece fácil que el profesor haga tal o cual cosa. El trabajo docente debe cambiar y esto requiere valor para afrontar situaciones nuevas. No todos están dispuestos a hacerlo.

En la mayoría de los países, particularmente en los ricos, hay una preocupación por la calidad de la educación (Schmelkes, 1992). A pesar de que el concepto de calidad es complejo, sugiere, contando con las mejores personas, mejorar lo hecho. Por ello, en esta búsqueda por la calidad el profesor debe estar comprometido con normas y metas claras idealmente definidas de manera común; cuando es infiel a su deber, agrega su oposición al crecimiento de sus alumnos, el abuso de su posición dominante.

Por lo tanto, aquellos profesores comprometidos con el crecimiento de sus alumnos y con el cambio educativo que hay que hacer para alcanzarlo, deben recibir todo el apoyo de las instituciones educativas. Si esto no se hace, todos nos estamos engañando. Para terminar, recordemos al pensador francés del siglo XVI, M. Montaigne:

El niño no es una botella que hay que llenar, sino un fuego que hay que encender.

¡Encendámoslo!



## Referencias

- AAAS (American Association for the Advancement of Science), *Science for all Americans. Project 2061*, Oxford University Press, New York, 1990.
- Ausubel, D.P., Novak J.D., Hanesian H., *Psicología educativa*, Trillas, México, 1993.
- Black, P., Atkin J.M., *Changing the subject. Innovations in science, mathematics and technology education*, Routledge-OCDE, London, 1996.
- Bonilla, E., Sánchez, A., Rojano, T., Chamizo, J.A., *Curriculum scientifique et innovation*, Revue internationale d'éducation, Sèvres, 1997, 14, 53.
- Bordieu, P., Passeron, J.C., *La reproducción. Elementos para una teoría del sistema de enseñanza*, Editorial Laia, Barcelona, 1979.
- Candela, M.A., *Cómo se aprende y se puede enseñar ciencias naturales, cero en conducta*, 1990, 20, 13.
- Chamizo, J.A., *Hacia una revolución en la educación científica*, *Ciencia*, 1994, 45, 67.
- Chamizo, J.A., *El libro para el maestro Química*. Secundaria, SEP, México, 1994.
- Claxton, G., *Educación mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*, Visor, Madrid, 1994.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A., *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, Ediciones Morata-Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, 1989.
- Fortes, M., y Gómez C., *Retos y perspectivas de la ciencia en México*, Academia de Investigación Científica, México, 1995.
- Furió, C.J., *Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias*, *Enseñanza de las ciencias*, 1994, 12, 188.
- Giordan A., de Vecchi, G., *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*, Díada Editora, Sevilla, 1995.
- Latapí, P., *Un país en picada*, *Proceso*, 1156, 27 de diciembre 1998.
- Reséndiz, D., *La Jornada*, 22 de abril de 1997.
- Secretaría de Educación Pública, *Plan y programas de estudio, Educación Básica*, México, 1993.
- Schmelkes, S., *Hacia una mejor calidad de nuestras escuelas*, Biblioteca para la actualización del maestro, SEP-OEA, México, 1995.
- UNESCO-ICASE, *Project 2000+. Science for all*, Paris, 1993.