

Debate sobre cómo cambiar los textos de química para el siglo XXI

Andoni Garritz Ruiz

Declaración del debate

Un interesante debate éste en el que me ha metido el profesor Mansoor Niaz, sobre la necesidad de cambiar los textos de química y de qué manera se pueden lograr estos cambios. Nos apunta Niaz en su artículo en este mismo número que “tanto los docentes como los autores de los textos, enseñan la química tal como ellos la estudiaron. Esta enseñanza es muy ceñida a la tradición empirista y tiene muy poco que ver con la naturaleza de la ciencia, que se basa en la búsqueda de los diferentes factores que inciden en la construcción de las teorías científicas.”

Se abre el debate, el cual ocupará la sección DOBLE VÍA y la EDITORIAL, con las aportaciones de nuestros lectores a la pregunta ¿EN QUÉ SENTIDO DEBEN CAMBIAR LOS TEXTOS DE QUÍMICA EN EL FUTURO CERCANO? Quien quiera decir algo al respecto, como el recuadro del Dr. Javier Garfias en esta editorial, bienvenido sea.

Artículos recientes en revistas de didáctica de las ciencias hablan sobre los objetivos de los libros de texto científicos y apuntan la trascendencia que tienen como elemento didáctico en el que se apoya una buena cantidad de profesores. Tomemos un par de citas textuales:

“Uno de los pilares básicos sobre los que se sustenta la acción docente, en cualquier nivel educativo, es el libro de texto. Resulta hoy por hoy incuestionable su poderosa influencia en el trabajo en el aula, tanto para los profesores como para los alumnos, constituyéndose en bastantes ocasiones como el referente exclusivo del saber científico” (Perales y Jiménez, 2002)

“Las funciones que puede cumplir un texto ayuda a situarlos en el contexto curricular:

- *Los textos constituyen una recopilación de información textual e icónica;*

- *Los textos contienen una propuesta didáctica concreta para ser puesta en práctica;*
- *Los textos, al igual que otros materiales curriculares, constituyen un recurso didáctico, es decir, proporcionan ayuda al profesorado en la toma de decisiones”* (Del Carmen y Jiménez-Aleixandre, 1997)

Sin embargo, siguen existiendo quejas acerca del carácter mercantil de muchas editoriales que, lejos de cumplir con objetivos didácticos, promueven libros con problemas de oscuridad, de ambigüedad, de integración, de legibilidad, de reforzamiento de solución algorítmica, entre otros (Córdova *et al.*, 2003).

En tal sentido, Izquierdo y Rivera (1997) han apuntado las características deseadas para los autores de los libros de texto y los objetivos que deben satisfacer al realizar su obra:

“Precisamos, quizá, nuevos textos escritos por didactas. Para ello deberemos distinguir con cuidado las ideas científicas que están al alcance de las alumnas y los alumnos, determinar el objetivo que queremos alcanzar con el libro, presentar el «mundo» en el que estas ideas y objetivos tienen validez de manera consistente y estructurar el texto del modo más adecuado para facilitar su lectura.”

Según León (1999), para que se produzca una comprensión adecuada del contenido de un texto, el lector requiere alcanzar los siguientes logros:

- Desentrañar las ideas que encierran las palabras (y las oraciones) del texto, o sea, construir ideas con las palabras del texto;
- Conectar las ideas entre sí, esto es, componer un hilo conductor entre ellas;
- Diferenciar y jerarquizar el valor de las ideas en el texto, hasta adquirir lo que se denomina una macroestructura;
- Reconocer la trama de relaciones que articulan las ideas globales, la superestructura.

Este complejo entramado de ideas, conocido como “comprensión del discurso” debe producirse en el lector con la lectura del texto.

Bell y Lederman (2003) nos recuerdan que los propósitos de un libro no pueden ser únicamente los de transmitir una serie de conocimientos científicos fríos, sino, a la par, encargarse de que los alumnos se lleven la idea de que el conocimiento y las ideas científicas tienen mérito y que debemos confiar en ellos.

Pero no podemos tocar todos los aspectos a considerar en los libros de texto del nuevo siglo en unas pocas páginas. Por ello, vamos a hablar un poco en esta editorial acerca de la «Naturaleza de la ciencia» y de cómo la inserción de temas de historia y de filosofía de la ciencia puede dar una idea central a los alumnos acerca de cómo se construye la química. Se abre con ello el debate, el cual irá ocupando la sección DOBLE VÍA a partir del siguiente número, al igual que las próximas editoriales. Quien quiera decir algo alrededor de la idea de “cómo cambiar los textos de química para el siglo XXI”, bienvenido sea su punto de vista en esta revista.

Para empezar

Para empezar con ideas ajenas este debate, yo pregunté a uno de mis grandes maestros, el doctor Francisco Javier Garfias y Ayala, qué opinaba de este asunto y me envió el texto que está en el recuadro 1 y que recomiendo leer al apreciable lector o lectora en este momento.

La opinión de don Francisco Javier es que deben escribirse libros “que resuman el conocimiento”, que den “un buen marco de referencia” y la pregunta clave es “¿cuáles son las leyes principales de la química, de las cuales se derivan los conocimientos más importantes?” Por ejemplo, nos menciona que para un curso básico de química bastaría con estequiometría y equilibrio químico, con su aplicación a las reacciones ácido-base y óxido-reducción. Y, desde luego, llevar a cabo la disertación en el menor número posible de páginas. Todo un conjunto de buenas ideas, ¿no cree el lector o la lectora?

Naturaleza de la ciencia

Los libros de texto tradicionales sólo desarrollan conocimientos científicos y se rigen por la lógica interna de la ciencia, sin preguntarse acerca de qué es la ciencia, cómo funciona internamente, como se desarrolla, sobre el origen de los conocimientos, de su fiabilidad, de cómo se obtuvieron, si ello ocurre con cooperación y colaboración, qué implicaciones tiene el juicio de los pares, para qué se utilizan

comúnmente los conocimientos, qué beneficios reportan para la sociedad, y otras cuestiones en relación con el concepto llamado actualmente «Naturaleza de la Ciencia» (NdC, en adelante). Debido a lo que se le escapa a la enseñanza tradicional, la imagen de la ciencia transmitida está trasnochada y deformada, es una ciencia “*del pasado, pero no de la ciencia –y sobre todo de la tecnociencia– contemporánea, la que se hace hoy en día en los laboratorios de diversas instituciones (universidades, hospitales, fundaciones, ejército, etcétera) y empresas privadas (industrias, corporaciones farmacéuticas, etcétera)*” (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004).

Estos mismos autores incluyen en diversos pasajes varias notas sobre lo que debe considerarse como «Naturaleza de la Ciencia»:

“La NdC incluye la reflexión sobre los métodos para validar el conocimiento científico, los valores implicados en las actividades de la ciencia, las relaciones con la tecnología, la naturaleza de la comunidad científica, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad [...] También se deberían entender como propios de la NdC todos aquellos asuntos que van más allá de los productos o resultados de la ciencia –los contenidos fácticos y conceptuales–, tales como los procesos y diseños de la ciencia, los valores que impregnan a éstos, las relaciones mutuas entre ciencia, tecnología y sociedad, las relaciones sociales internas a la comunidad científica, las relaciones entre la ciencia escolar y la ciencia en elaboración, etcétera.”

Rutherford y Ahlgren (1989) incorporan como primer capítulo “La naturaleza de la ciencia” en su libro *Science for all Americans* que sirvió a la *American Association for the Advancement of Science* para plantearlo también como tema del primer capítulo de los *Benchmarks for Science Literacy* (AAAS, 1993) y como estudio iniciador del “Proyecto 2061” sobre reformas en la educación de ciencias, matemáticas y tecnología para lograr la culturización científica (AAAS, 2005).

El entendimiento público de la naturaleza de la ciencia ha sido señalado indirectamente como una componente crítica de la democracia, en la cual las personas deben tomar sus propias decisiones sobre aspectos basados en ciencia y tecnología (Bell y Lederman, 2003; Acevedo *et al.*, 2005). Es conveniente recordar también el trabajo de Osborne *et al.* (2003), quienes acaban de hacer un estudio con las opiniones de expertos sobre las ideas acerca de la

Recuadro 1.**¿Qué temas debe tratar un libro de texto básico de química?**

Parodiando al ilustre poeta chileno Pablo Neruda, debo decir que confieso que he vivido, porque he estado cerca de ilustres educadores, quienes me han nutrido de anécdotas que me permiten perfilar lo que considero una filosofía educativa.

Así, Agustín Anfossi, celebrado educador y autor de diversos libros de texto de los colegios maristas, cuando ingresé a la preparatoria del Colegio Francés Morelos, que se transformó posteriormente en el Centro Universitario México, tan pronto me vio, me llamó y me pidió que le resolviera un problema de geometría que tenía apuntado en un papel que se sacó de la bolsa de su chaqueta. Me indicó que tenía una semana para resolverlo. Antes de que transcurriera una semana le llevé la respuesta y después de leerla me felicitó y sacó otro papel de su saco con otro problema de geometría, demandando mi atención. Transcurrieron dos años de estudios de bachillerato y dos años de un aprendizaje obligado de geometría, semana a semana, al estilo clásico de los griegos. Una de las virtudes de estudiar geometría es el dominio del espacio en tres dimensiones, tan necesario para el estudio de la ingeniería.

Pero no fue solamente su preocupación de que aprendiera geometría. Cuando presenté el examen de oposición de la cátedra de Cálculo en la Escuela Nacional de Ciencias Químicas, hoy Facultad de Química, mi sorpresa fue mayúscula al notar que uno de los cinco jurados era externo y era precisamente Agustín Anfossi, quien se las había ingeniado para seguir mis pasos y estar presente en una circunstancia tan trascendente en mi vida profesional. Agustín Anfossi no sólo se preocupaba por enseñar, sino también de la vida de sus discípulos y de alentarlos.

Entrado en gastos, le pregunté un buen día que me recomendara una enciclopedia de historia, pues mi deseo era aprenderla. Me dijo que si quería aprender historia, primero leyera un libro pequeño de no más de 100 hojas que comprendiera todas las épocas del desarrollo de la civilización humana y después de que tuviera un buen marco de referencia, podría abocarme a profundizar en

algún periodo. Esta opinión de Anfossi podría aplicarse al estudio de cualquier ciencia, pues abundan los textos enciclopédicos para estudiantes de secundaria y preparatoria, que lo único que hacen es confundir y descorazonar al estudiante. En relación con la química, mi pregunta sería: ¿cuáles son las leyes principales de la química, de las cuales se derivan los conocimientos más importantes? En otras ciencias se habla de las Leyes de la Termodinámica, igual manera convendría

En relación con la enseñanza o más bien con el aprendizaje de la Ingeniería Química, el gran ingeniero Alberto Urbina del Raso no se cansaba en repetir que un buen ingeniero químico debía ser un experto en el uso de los balances de energía y masa y de la Ley de Dalton, conceptos que manejaba con maestría en sus clases de evaporación y destilación.

Mi opinión personal es que la Estequiometría es el pilar principal de la Química y que todo profesional químico debería ser un experto en la aplicación de la estequiometría, además de los conceptos de ácido-base y óxido-reducción, así como del equilibrio químico.

Siempre me he preocupado por consultar libros que resumen el conocimiento. Así, recuerdo con especial alegría los libros titulados *La Segunda Ley*, de Bent, *Understanding Physical Chemistry*, de Adamson, o *Principles of Physical Chemistry*, de Kruyt y Overbeek. Quizá *La Segunda Ley*, de Bent, no sea un libro pequeño, pero está suficientemente dividido en capítulos que separan y dejan suficientemente claros los temas que aborda. Otro libro que dejó una honda huella en mí es el de *Principles of Physical Chemistry* del inglés Hinshelwood.

México, 6 de abril de 2005.
Francisco Javier Garfías y Ayala¹

¹ Quizá haya cometido algún error al citar los títulos de los libros, pero ello se debe a que parte de mis libros se encuentra en mi casa de Tepepan y no en Coyoacán que es donde resido. Mil disculpas por hablar de memoria.

ciencia que deben incorporarse en la educación, entre las siguientes:

- Ciencia y certidumbre.
- Métodos experimentales y pruebas críticas.
- Análisis e interpretación de datos.
- Métodos específicos de la ciencia.
- Diversidad del método científico.
- Desarrollo histórico del conocimiento científico.
- Dimensiones moral y ética en el desarrollo del conocimiento científico.
- Ciencia y cuestionamiento.
- Naturaleza acumulativa y corregida del conocimiento científico.
- Creatividad.
- Hipótesis y predicción.
- Cooperación y colaboración en el desarrollo del conocimiento científico.
- Observación y medición.
- Ciencia y tecnología.
- Características del conocimiento científico.
- Causa y correlación.
- Bases empíricas del conocimiento científico.

En el segundo artículo de la serie, Bartholomew, Osborne y Ratcliffe (2004) nos indican que la enseñanza sobre la ciencia debe ser hecha explícitamente y especifican los extremos entre los que se mueven los profesores alrededor de esta enseñanza.

Con relación al impacto de la NdC en la formación de nuevos profesores, Aguirre (1990) concluye que un *“tratamiento más balanceado de la historia/filosofía de la ciencia y específicamente la enseñanza con objetivo de comportamientos/capacidades es necesario en la educación del maestro de ciencia en funciones, si triunfáramos en promover concepciones más adecuadas de la naturaleza de la ciencia entre nuestros estudiantes”*. Vicente Mellado (2003), un muy reconocido estudioso español del proceso de formación de profesores de ciencias, se basa en modelos análogos con el cambio científico, según distintas teorías de la filosofía de la ciencia, para concluir con varias implicaciones para la formación inicial y permanente del profesorado. Otro investigador de la NdC muy comprometido con la formación de profesores es Fouad Abd-El-Khalick (2005), quien nos revela los problemas, pero también los aciertos, de impartir un curso de ‘Filosofía de la Ciencia’ sobre la visión de la NdC a 56 profesores de secundaria en formación.

Uno de los trabajos más representativos, que

aborda los trabajos que se realizaron en un periodo de treinta años acerca de las concepciones de la ciencia es el de Lederman (1992). Este autor concluye que el conocimiento que tienen los profesores y los alumnos sobre NdC es tan tentativo, o más, que el conocimiento científico mismo. Además, encuentra diferencias fundamentales en las concepciones para los representantes de cada disciplina científica. Cierra su trabajo con la mención de que el desarrollo de las nociones acerca de la NdC forma parte del que hace falta para reunir el Conocimiento Pedagógico del Contenido de los profesores, de acuerdo con Shulman (1986).

La imagen que tienen los estudiantes y los investigadores sobre la «Naturaleza de la ciencia» fue estudiada por Solomon (1992). Este investigador detectó que si los estudiantes aprenden algo de historia de la ciencia, esto los puede llevar al entendimiento de la ciencia escolar. Asimismo, descubrió que ayudar a los estudiantes a enfocarse en las razones para aceptar una teoría en lugar de otra era más efectivo que sólo enseñar una teoría aceptada.

Otro trabajo importante sobre la NdC y la imagen que sobre la ciencia tienen los jóvenes es el de Driver, Leach, Millar y Scott (1996). En él nos hablan de los diversos argumentos para promover el entendimiento público de la ciencia:

- El argumento económico: requerimos de los científicos calificados para mantener y desarrollar los procesos industriales de los cuales depende la prosperidad nacional.
- El argumento utilitario: todos necesitamos comprender algo de ciencia para manejar los objetos y procesos tecnológicos que encontramos en nuestra vida diaria.
- El argumento democrático: en una democracia, es deseable que la mayor cantidad posible de personas puedan participar en la discusión, debate y toma de decisiones; muchos asuntos importantes involucran ciencia y tecnología.
- El argumento cultural: La ciencia es un logro mayor de orden cultural y todos deberíamos estar capacitados para apreciarlo.
- El argumento moral: la práctica científica incorpora normas y compromisos que son de amplio valor.
- El argumento de aprendizaje de la ciencia: El entendimiento de la naturaleza de la ciencia apoya el aprendizaje exitoso del contenido científico.

El National Research Council (1996) de los Estados Unidos ha reunido los estándares nacionales de la educación científica en ese país. Hemos creído conveniente transcribir un estándar en particular (el G) que tiene que ver con la NdC, para alumnos de preescolar y primaria (Grados K-4, p. 141) y otro para los estudiantes de bachillerato (Grados 9-12, pp. 200-1). Resulta muy grato constatar la preocupación estadounidense por establecer estándares de alto nivel desde el “kindergarten”.

“Historia y naturaleza de la ciencia.

Como resultado de las actividades en los grados K-4, todos los estudiantes deberían desarrollar la comprensión de

“LA CIENCIA COMO UN ESFUERZO HUMANO

- “La ciencia y la tecnología han sido practicadas por muchas personas durante mucho tiempo.
- “Los hombres y las mujeres han hecho una variedad de contribuciones a través de la historia de la ciencia y la tecnología.
- “Aun cuando los hombres y las mujeres que utilizan la indagación científica han aprendido mucho acerca de los objetos, acontecimientos y fenómenos de la naturaleza, mucho más permanece por ser comprendido. La ciencia nunca será concluida.
- “Muchas personas eligen a la ciencia como una carrera y dedican sus vidas completas a estudiarla. Mucha gente obtiene gran placer de hacer ciencia.”

“Historia y naturaleza de la ciencia.

“Como resultado de las actividades en los grados 9-12, todos los estudiantes deberían desarrollar la comprensión de

- “La ciencia como un esfuerzo humano.
- “La naturaleza del conocimiento científico.
- “Las perspectivas históricas.

Hemos traducido solamente la guía al estándar de contenido relativa al tema de la Naturaleza del conocimiento científico para alumnos del bachillerato, a continuación:

- **“NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO**
- “La ciencia se distingue a sí misma de otras formas de conocer y de otros cuerpos de conocimiento a través del uso de estándares empíricos, argumentos

lógicos y escepticismo, con que los científicos se esfuerzan por alcanzar las mejores explicaciones posibles acerca del mundo natural.

- “Las explicaciones científicas deben cumplir ciertos criterios. Primero y sobre todo, deben ser consistentes con la evidencia experimental y observacional acerca de la naturaleza y deben hacer predicciones precisas, cuando son pertinentes acerca de los sistemas en estudio. Ellas también deben ser lógicas, con relación a las reglas de evidencia, ser abiertas a la crítica, informar los métodos y procedimientos y hacer público el conocimiento. Las explicaciones sobre cómo cambia el mundo natural basado en mitos, creencias personales, valores religiosos, inspiración mística, superstición o autoridad pueden ser útiles personalmente y socialmente relevantes, pero no son científicas.
- “Ya que todas las ideas científicas dependen de la confirmación experimental y observacional, todo el conocimiento científico es, en principio, sujeto a cambio conforme se encuentra disponible nueva evidencia. Las ideas centrales de la ciencia tales como las leyes de la conservación de la energía o las leyes del movimiento han sido sometidas a una amplia variedad de confirmaciones y es, por tanto, improbable que cambien en las áreas en las cuales han sido probadas. En áreas donde la información o la comprensión son incompletas, tales como los detalles de la evolución humana o las cuestiones concernientes al calentamiento global, la nueva información bien puede conducir a cambios en las ideas vigentes o a resolver conflictos en curso. En situaciones donde la información todavía es fragmentaria, es normal que las ideas científicas sean incompletas, pero también es donde puede existir la más grande oportunidad de hacer nuevos avances.”

Lederman, Wade y Bell (1998) analizan los instrumentos que se han usado en cuatro décadas para evaluar las concepciones de los estudiantes y de los maestros. Llegan a la conclusión de que los esfuerzos por mejorar las concepciones de los maestros sobre la naturaleza de la ciencia han alcanzado algún éxito cuando se han incluido aspectos históricos del conocimiento científico o atención directa a la «Naturaleza de la ciencia».

Niaz (2005) nos proporciona todo un decálogo a partir de un pentálogo de Smith and Scharmann (1999), en el que resume la posición actual en relación con los consensos alrededor de la «Natura-

Recuadro 2.

Un decálogo de Niaz (2005) sobre cuestiones actualmente consensuadas sobre cómo concepcuar la naturaleza de la ciencia. Originalmente parte de cinco cuestiones (Smith and Scharmann, 1999), que luego el mismo Niaz (1991) amplía a ocho y ahora a diez.

1. Las teorías científicas son tentativas.
2. Las teorías no se convierten en leyes aun con evidencia empírica adicional.
3. Toda observación esta impregnada de una teoría.
4. La ciencia es objetiva, sólo en cierto contexto del desarrollo científico.
5. La objetividad en las ciencias proviene de un

proceso social de validación competitivo, por la evaluación crítica de los pares.

6. La ciencia no se caracteriza por su objetividad, sino por su carácter progresivo –cambios progresivos de problemática.
7. El progreso científico está caracterizado por conflictos, competencias, inconsistencias y controversias entre teorías rivales.
8. Los científicos pueden interpretar los mismos datos experimentales en más de una forma.
9. Muchas de las leyes científicas son irrelevantes y en el mejor de los casos son idealizaciones.
10. No hay un método científico universal que indique los pasos a seguir.

leza de la ciencia» (ver el segundo recuadro). Sin duda, una posición que contrasta mucho con la positivista que hasta hace unas pocas décadas tenía buena parte de los científicos de entonces.

Éste es un punto de debate todavía actualmente. Nos dicen Acevedo *et al.* (2005, p. 123) que “*otra importante dificultad señalada para la inclusión de la NdC en el currículo de ciencias es que los propios filósofos y sociólogos de la ciencia tienen grandes desacuerdos sobre los principios básicos de ésta, debido al carácter dialéctico y controvertido de los asuntos puestos en juego y en parte a la mayor tendencia a la polémica de esos profesionales.*”

Analistas muy renombrados, como Mario Bunge (1995, pp. 152-3) coloca un último capítulo en su libro *La ciencia. Su método y su filosofía* con el nombre “Una caricatura de la ciencia: la novísima sociología de la ciencia”, en el que critica el movimiento encabezado por Thomas S. Kuhn, Paul K. Feyerabend y Bruno Latour, nacido “*a mediados de la década de 1960 como parte de la rebelión generalizada contra la ciencia y la técnica, y al calor de filosofías anticientíficas [...], tales como la filosofía lingüística de la escuela de Wittgenstein, la fenomenología, el existencialismo, la hermenéutica, el marxismo fósil, el postestructuralismo, o la escuela francesa de semiótica.*” Bunge se refiere sin duda a la “revuelta” contra el empirismo lógico, el modo de pensar que inició oficialmente la disciplina “Filosofía de la ciencia” a comienzos del siglo XX.

No cabe duda de que se ha llegado a extremos de crítica, tanto ideológica como objetiva, a los cien-

tíficos relativistas y los social-constructivistas post-modernos más radicales, como Jacques Lacan, Julia Kristeva, Bruno Latour y varios otros (Sokal y Bricmont, 1998). Estos últimos autores nos dicen (p. 1) que “*amplios sectores de las humanidades y las ciencias sociales parece que han adoptado una filosofía que llamaremos, en lo que buscamos un mejor término, “postmodernismo”: una corriente intelectual actual caracterizada por el rechazo más o menos explícito de la tradición racionalista de La Ilustración, por discursos teóricos desconectados de toda prueba empírica y por un relativismo cognitivo y cultural que considera a la ciencia como nada más que una ‘narración’, un ‘mito’ o una construcción social, entre muchas otras cuestiones.*”

Pero no debemos dejarnos llevar por esa ‘guerra de las ciencias’. La mayoría de estas discrepancias es sana que se siga debatiendo. Además, se refieren a cuestiones muy particulares como para tener repercusión en la vida cotidiana de los estudiantes. De lo que se trata es de ayudarles a comprender cómo funcionan la ciencia y la tecnología contemporáneas, hasta donde existe consenso acerca de ello. Como señala Shulman (1986), en educación no tienen por qué existir paradigmas dominantes y excluyentes, en el sentido kuhniano, y la coexistencia de escuelas divergentes de pensamiento, lejos de ser una debilidad de desarrollo, puede ser más bien un estado natural y una muestra de madurez, que nos permite comprender mejor los múltiples matices de la complejidad de la enseñanza.

Driver, Leach, Millar y Scott (1996; pp. 41-44) nos insisten en que tres temas acerca de la NdC pueden guiar nuestros cursos sobre este tópico, sin entrar en “*las diversas y complejas perspectivas de la naturaleza de la ciencia*”:

- Un entendimiento de los propósitos del trabajo científico.
- Un entendimiento de la naturaleza y el estatus del conocimiento científico.
- Un entendimiento de la ciencia como empresa humana.

Hasta aquí esta primera editorial sobre cómo elaborar los libros de texto para el siglo XXI. En las siguientes hablaremos de la importancia que tiene un enfoque histórico en los mismos y cómo llevar a cabo en la práctica la inserción de estos aspectos de filosofía e historia de las ciencias. ▣

Referencias

- AAAS, American Association for the Advancement of Science, *Benchmarks for Science Literacy*, New York: Oxford University Press, 1993. Una versión en español puede obtenerse electrónicamente en la siguiente URL: <http://www.project2001.org/esp/tools/benchol/bolintro.htm> consultada por última vez el 23 de mayo de 2005.
- AAAS, American Association for the Advancement of Science, *Project 206 . A long-term AAAS initiative to advance literacy in Science, Mathematics and Technology*. Consultar la URL http://www.project2061.org/default_flash.htm, actualizada el 21 de mayo de 2005.
- Abd-El-Khalick, F., Developing deeper understandings of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning, *International Journal of Science Education*, **27**(1), 15-42, 2005.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, M. F. y Manassero, M. A., Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica, *Eureka* **2**(2), 121-140, 2005. Una versión electrónica del artículo puede obtenerse de la siguiente URL: <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>, consultada por última vez el 18 de mayo de 2005.
- Aguirre, J. M., Haggerty, S. & Linder, C. J., Students teachers conception of science teaching and learning: a case study in preservice science education. *International Journal of Science Education*, **12**(4), 381-390, 1990.
- Bartholomew, H., Osborne, J. y Ratcliffe, M., Teaching Students “Ideas-About-Science”: Five Dimensions of Effective Practice, *Science Education*, **88**, 655-682, 2004.
- Bell, R. L. y Lederman, N. G., Understandings of the Nature of Science and Decision Making on Science and Technology Based Issues, *Science Education*, **87**, 352-377, 2003.
- Bunge, M., *La ciencia. Su método y su filosofía*, Buenos Aires: Editorial Sudamericana, 1995.
- Córdova, J. L., Dosal, A., Feregrino, V., Ortiz, L. y Reza, C., Hermenéutica de un tema de Química General en un “best seller”, *Educación Química*, **14**(2), 86-94, 2003.
- Del Carmen, L. y Jiménez-Aleixandre, M. P., Los libros de texto: un recurso flexible, *Alambique*, **11**, 7-14, 1997.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. y Scott, P., *Young people's images of science*, Buckingham, UK: Open University Press, 1996.
- Izquierdo, M. y Rivera, L., La estructura y la comprensión de los textos de ciencias, *Alambique*, **11**, 24-33, 1997.
- Lederman, N., Students' and teachers' conceptions of the science: a review of the research, *Journal of Research in Science Teaching*, **29**(4), 331-359, 1992.
- Lederman, N., Wade, P. & Bell, R.L., Assessing the nature of science: what is the nature of our assessments? *Science & Education*, **7**(6), 595-615, 1998.
- León, J. A., Mejorando la comprensión y el aprendizaje del discurso escrito: estrategias del lector y estilo de escritura. En J. I. Pozo y C. Monereo (coords.), *El aprendizaje estratégico*, Madrid: Aula XXI-Santillana, 1999. pp. 153-169.
- MelladoJiménez, V., Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia, *Enseñanza de las Ciencias*, **31**(3), 343-358, 2003.
- National Research Council, *National Science Education Standards*, Washington, DC: National Academy Press, 1996.
- Niaz, M., Understanding nature of science as progressive transitions in heuristic principles, *Science Education*, **85**, 684-690, 2001.
- Niaz, M., ¿Por qué los textos de Química General no cambian y siguen una ‘retórica de conclusiones’?, *Educación Química*, **16**(3), 2005 (en este número).
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. y Duschl, R., What “Ideas-about-science” Should be Taught in School Science, *Journal of Research in Science Teaching*, **40**(7), 692-720, 2003.
- Perales, F. J., y Jiménez, J. D., Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto, *Enseñanza de las Ciencias*, **20**(3), 369-386, 2002.
- Rutherford, F. J. y Ahlgren, A., *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press, 1989.
- Smith, M. U. y Scharmann, L. C., Defining versus describing the nature of science: A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators, *Science Education*, **83**, 493-509, 1999.
- Sokal, A. y Bricmont, J., *Fashionable nonsense. Postmodern intellectuals' abuse of science*, New York: Picador, 1998.
- Solomon, J., Duveen, J., Scot, L. y McCarrthy, S., Teaching about the nature of science through history: action research in the classroom, *Journal of Research in Science Teaching*, **29**(4), 409-421, 1992.
- Shulman, L. S., Those who understand: knowledge growth in teaching, *Educational Researcher*, **15**, 4-14, 1986.
- Vázquez-Alonso, A., Acevedo-Díaz, J. A. y Manassero-Mas, M. A., Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza, *Revista Iberoamericana de Educación, De los lectores*, 2004. Una versión electrónica del artículo puede obtenerse de la siguiente URL: <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/702Vazquez.PDF>, consultada por última vez el 18 de mayo de 2005.