

El contenido del libro de química para el bachillerato

*Kira Padilla**

Esta editorial está orientada a nuestros profesores lectores que vienen pensando desde hace tiempo en escribir un libro del curso que imparten desde hace unos años, o el que desearían impartir a partir de este momento. Lo primero que resulta indispensable es que echen a volar su imaginación y escriban un proyecto del libro, lo más detallado posible, que les sirva de guía conforme avanzan. Cuando se dice “un proyecto del libro” se está pensando en un objetivo general bien establecido y unos objetivos específicos claramente determinados, su índice detallado, las diferentes secciones que contendría cada capítulo y sus características precisas. Esperamos sinceramente que las ideas que contempla esta editorial sean útiles para elaborar ese proyecto. Después de hacer un buen proyecto, todo lo que queda es cargarse de paciencia porque la labor es ardua y larga, y llevar un humor preparado a tomar decisiones, porque se van a tomar muchas en el camino.

Las diez ideas más importantes en química

A uno le encantaría decidir sobre el contenido de los cursos de química con base en una encuesta en la que pidiéramos a algunos químicos y educadores renombrados que nos dijeran cuáles son las diez ideas más importantes en química.

Afortunadamente hay quienes las han expresado por diversos medios (Spencer, 1992; Gillespie, 1997; Garritz, 1998; Caamaño, 2003), y por lo general son menos de diez y son coincidentes en muchos sentidos. Se relatan a continuación:

Gillespie (1997), por ejemplo da el siguiente listado con las seis ideas más importantes en química

1. Átomos, Moléculas e Iones.
2. El Enlace Químico: ¿Qué mantiene a los átomos juntos en moléculas y cristales?
3. Forma Molecular y Geometría: Química Tridimensional.
4. Teoría Cinética.
5. La Reacción Química
6. Energía y Entropía.

Caamaño (2003) propone encontrar las ideas centrales de la química a base de preguntas:

1. ¿Cómo podemos clasificar la diversidad de sistemas y cambios químicos que se presentan en la naturaleza?
2. ¿Cómo está constituida la materia en su interior?
3. ¿Qué relación existe en las propiedades de los materiales y su estructura, es decir, entre sus propiedades macroscópicas y las propiedades de las partículas que los constituyen?
4. ¿Cómo transcurren las reacciones químicas?
5. ¿Por qué ciertas sustancias muestran afinidad por otras? ¿Por qué ciertas reacciones tienen lugar de forma completa y otras se detienen antes de llegar a completarse? ¿Qué criterios rigen la espontaneidad de los cambios químicos?

Y luego nos da un listado de seis “conceptos y teorías clave más importantes de la química en la enseñanza secundaria”:

1. La materia desde el punto de vista macroscópico.
2. La materia desde el punto de vista microscópico.
3. Relación entre los niveles macroscópico y microscópico de la materia.
4. Lenguaje químico.
5. Reacción química.
6. Sustancias y tipos de reacción química.

Garritz (1998) da sus siete ideas centrales de la química

1. El concepto de materia y su conservación.
2. Reacciones químicas: análisis y síntesis.
3. Modelo atómico-molecular.
4. Periodicidad.
5. Conceptos, dicotomías y modelos de estructura y reactividad.
6. Química del carbono.
7. Energía.

Spencer (1992) proporciona las siguientes cuatro componentes del currículo central del primer curso de Química General Universitaria:

- I. Los átomos se conservan (El modelo atómico, el modelo periódico).
- II. Enlace (Modelos de los compuestos iónicos; modelos para los compuestos covalentes).

*Facultad de Química, UNAM, 04510 México, D.F.
Correo electrónico: kira@servidor.unam.mx

- III. La energía se conserva (Teoría cinético-molecular, teoría cinética de los líquidos, la primera ley)
 IV. La entropía del Universo está creciendo (La segunda ley, tipos de reacciones).

¿Podría el lector hacer un índice del texto a elaborar basado solamente en las ideas centrales expresadas por estos cuatro autores referidos?

La opinión de Juan Quílez

Juan Quílez Pardo es un profesor valenciano del bachillerato que lleva cerca de veinte años realizando investigación educativa: desde sus primeros trabajos sobre el enlace químico (Quílez, 1987), hasta los más recientes sobre el equilibrio químico (Quílez y Solaz, 1995; Quílez y San José, 1996; Solaz y Quílez

1998; 2001; Quílez, 2002) y la evaluación en química (Quílez, Muñoz y Bleda, 2003). Además, es el primer autor de un libro de texto de química del bachillerato (Quílez *et al.*, 2003a), que cuenta con la extraña joya adjunta de una Guía Didáctica (Quílez *et al.*, 2003b) escrita especialmente para los profesores y que contiene unos primorosos “Criterios generales de metodología didáctica” en los que los autores disfrutan transmitiendo los últimos hallazgos de la investigación educativa y los hacen asimilables a los profesores.

Pues bien, le hemos pedido a Juan que nos escriba unas cuartillas sobre el tema de esta editorial y nos ha entregado el texto que aparece en el recuadro 1. El cual pedimos a los amables lectores leer en este momento.

Recuadro 1. Contenidos específicos de los libros de texto de química.

Andoni me pide que me una al debate abierto acerca de la necesidad de cambiar los libros de texto de química. En los dos números anteriores se ha argumentado acerca de la ‘Naturaleza de la Ciencia’ y de la ‘Historia de la Química’ como elementos básicos que deben estar suficientemente atendidos en estos libros. En esta ocasión voy a referirme a aspectos específicos que suelen formar parte de los contenidos tratados en los libros de texto de bachillerato de esta disciplina. Para ello, aprovecharé mi experiencia personal como coautor de un libro de Química para el último curso del bachillerato español (Quílez, Lorente, Sendra, Chorro y Enciso, 2003a).

Sobre qué contenidos deben tratarse en un curso de química general, tanto de bachillerato como de primer curso de universidad, existe un amplio bagaje previo en algunos países (Gabel, 1982; Gillespie, 1991, 1997a,b; Bodner, 1992; Mahaffy, 1992; Spencer, 1992; Gillespie y Humphreys, 1993; Lloyd y Spencer, 1994; Yager y Chiang-Soong, 1996). En estos foros de discusión se han planteado preguntas como las siguientes:

- ¿Se incluye demasiada química-física y muy poca química descriptiva?;
- ¿Debe estudiarse el segundo principio de la termodinámica (entropía y energía libre de Gibbs)?;
- ¿Qué aspectos de química orgánica son fundamentales o pueden ayudar a entender aspectos básicos de nuestra vida cotidiana?;
- ¿Hasta dónde se debe profundizar en el estudio de los

modelos atómicos?;

- ¿Qué modelos de enlace químico se deben desarrollar?;
- ¿Qué tipo de reacciones deben tratarse en el estudio del equilibrio químico?;
- ¿Qué elementos integran el currículum oculto?;
- ¿Qué ideas son las fundamentales y qué conceptos se deberían eliminar del currículum?;
- ¿Se debe dar prioridad a la utilización de fórmulas matemáticas o a la interpretación cualitativa de los distintos conceptos?;
- ¿Qué contenidos pueden interesar a los estudiantes hacia el estudio de la química?;
- ¿En qué situaciones se realizan simplificaciones excesivas o tratamientos incorrectos que pueden inducir a errores?; etcétera.

En España, a pesar de que algunos autores han realizado reflexiones generales acerca de algunas de estas cuestiones, no se ha producido este tipo de debates; además, el currículum oficial de la química del bachillerato es cerrado, con escasa tradición que propicie el planteamiento de preguntas análogas a las que acabamos de mencionar. Por otro lado, el tipo de evaluación externa que se realiza restringe y determina, en gran medida, las respuestas a las cuestiones anteriores. Tampoco existe la alternativa de realizar proyectos preuniversitarios que impliquen un alto grado de libertad curricular, como ocurre, por ejemplo, en el Reino Unido. Con todo, a pesar de estos condicionantes, no deja de existir un cierto margen para los



autores de libros de texto de química a la hora de organizar y de tratar los contenidos prescritos por las autoridades educativas. Supongo que es en este contexto en el que Andoni solicita esta aportación.

Una de las primeras reflexiones que hicimos el equipo de autores del proyecto ECIR de Química (Quílez *et al.*, 2003a) fue la de dar una estructura general al libro (es decir, establecer la secuencia de los temas del currículum oficial y su agrupación). Así, el texto se organizó en torno a tres grandes bloques de contenidos:

- I) Propiedades y estructura de la materia (estructura atómica, sistema periódico y enlace químico);
- II) Transformaciones de la materia (termoquímica, entropía y energía libre, cinética química, equilibrio químico, ácidos y bases, reacciones de precipitación, reacciones redox);
- III) Sustancias y transformaciones para la sociedad (elementos de los bloques *s* y *p* del sistema periódico, química industrial, química orgánica: hidrocarburos, compuestos oxigenados y nitrogenados, sustancias y polímeros orgánicos naturales y de síntesis).

También se incluyó un tema adicional inicial titulado ¿Qué es la química? Como puede apreciarse, se trata de una organización disciplinar, que viene en gran medida

determinada por lo establecido en el currículum oficial. Con todo, pensamos que una forma propia de desarrollar esos contenidos consistía en atender a las cuatro dimensiones de la química que se esquematizan en la figura 1, lo que posibilitaba tener presente en cada uno de los temas la naturaleza de la química, su historia y las relaciones CTS (Quílez, 2005).

Los contenidos que corresponden al aludido bloque “III. Sustancias y transformaciones para la sociedad” poseen un peso específico importante dentro del currículum. En nuestro caso, aprovechamos esta parte de la química como un lugar propicio para el tratamiento de las relaciones CTS. Pero, la importancia que, en teoría, posee esta parte del currículum no se suele plasmar efectivamente en las clases. Ello es debido a varios factores:

- a) La imposibilidad de desarrollar adecuadamente todo el currículum oficial en el tiempo disponible;
- b) La escasa atención que los evaluadores externos otorgan a estos temas en los exámenes que se realizan al finalizar el curso académico;
- c) Muchos profesores únicamente abordan esta parte de la química considerando una serie de propiedades y de reacciones que el estudiante debe aprenderse de memoria, por lo que le otorgan poca importancia (es

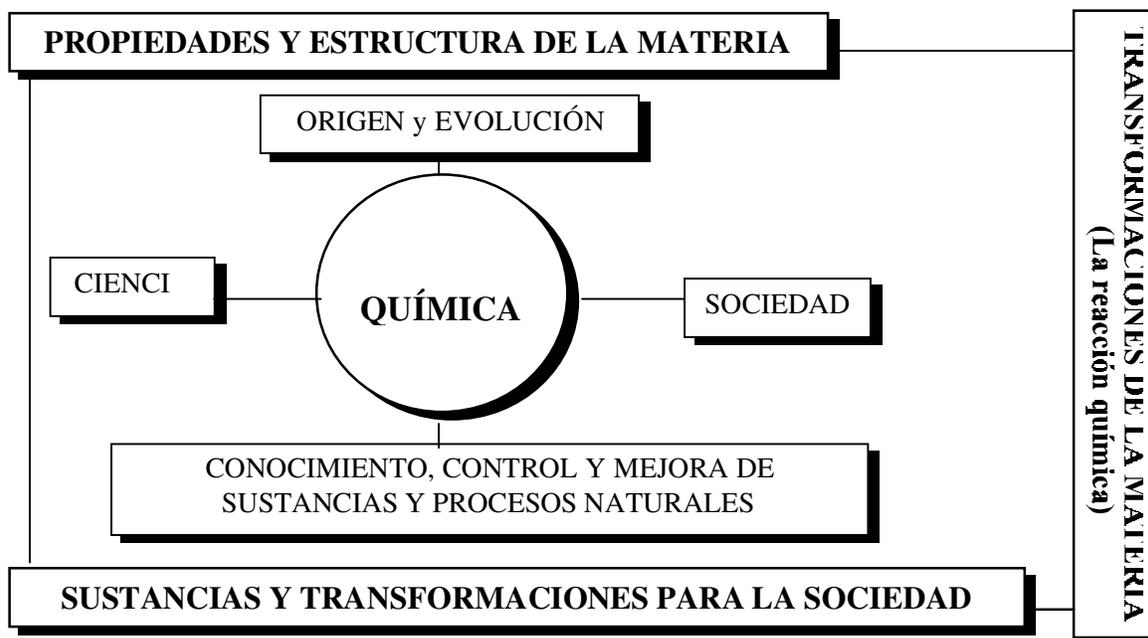


Figura 1

muy común que el profesor examine de los temas de química inorgánica descriptiva e industrial sin apenas haberlos trabajado en clase o que simplemente no se impartan; además, la química orgánica se suele estudiar con mucha premura en los últimos días del curso).

Por tanto, sólo el profesorado que posee una perspectiva alternativa acerca de la importancia de esta parte de la química y de cómo debe enseñarse y aprenderse, realiza el esfuerzo de incluirla efectivamente en sus clases (aunque el factor tiempo condiciona de forma importante este intento). Esta situación ejemplifica el hecho bien conocido de que muchos cambios curriculares terminan sin tener apenas efecto en la práctica diaria de las clases. De poco sirve añadir nuevos contenidos al currículum oficial y/o tratar de realizar innovaciones en los libros de texto, si ello no está asociado a cambios en la evaluación, en la metodología didáctica y en el tiempo disponible para abordar adecuadamente los distintos temas.

En un principio, puede pensarse que un determinado currículum cerrado propicia que los libros de texto que lo desarrollan sean muy semejantes entre sí. Sin embargo, los profesores sabemos que, en la práctica, pueden encontrarse apreciables diferencias entre los mismos. Un aspecto diferenciador está relacionado con la forma en la que los autores piensan que deben impartirse los distintos contenidos tratados. Es decir, *qué* debe enseñarse está íntimamente relacionado con *cómo* enseñar esos contenidos. De esta forma, la metodología didáctica cobra una relevancia importante, ya que ayuda a plantear y resolver preguntas como las siguientes:

- ¿Cómo introducir un determinado concepto?;
- ¿Qué ideas alternativas existen en torno al mismo, qué dificultades se pueden presentar y qué se puede hacer para facilitar su superación?;
- ¿Qué prerrequisitos son necesarios y cuál es su demanda conceptual?;
- ¿Cuál es su relación con otros conceptos?;
- ¿Qué necesidad existe para su introducción y cuál es su utilidad?;
- ¿En qué contexto debe utilizarse?; etcétera.

Si los autores consideran este tipo de cuestiones, ello se verá necesariamente reflejado en su libro de texto. En este sentido, consideramos que los textos de química de bachillerato deben tener cuestiones que ayuden al alumnado en la construcción de los distintos conocimientos científicos, de forma que le faciliten la verbalización de

sus propios conocimientos y propicien un avance en la progresiva comprensión y utilización de los mismos. Esta intención del texto de dar un papel activo al alumnado contrastaría con una visión en la que el estudiante se contempla como mero receptor de información, que finalmente es examinado de los contenidos que le han sido transmitidos.

Otro aspecto que puede diferenciar unos textos de otros es la consideración de para quién se han escrito. En ocasiones, los autores plantean su libro con una clara vocación propedéutica, pensando en estudios universitarios relacionados con la química, como si los estudiantes debieran ya aprender lo que van a estudiar en cursos superiores. La inclusión de diagramas de orbitales moleculares, la teoría de Lewis de ácidos y bases o de mecanismos de reacción en química orgánica ejemplificarían esta visión. Un planteamiento alternativo implica desarrollar una química para todos (no sólo para los futuros químicos). Además, para muchos alumnos sus últimos estudios de química son los del bachillerato, por lo que cobra más relevancia el plantear el estudio de la química como un elemento cultural de nuestra sociedad. Con ello podría evitarse la percepción que tienen muchos ciudadanos que en su día estudiaron química: una asignatura difícil, muy ligada a la memoria y a procedimientos mecánicos (formulación química con las correspondientes 'valencias'; ajustes de ecuaciones químicas; fórmulas matemáticas que había que aplicar en distintos algoritmos, etcétera), sin utilidad en su profesión ni en su vida diaria. En esta dimensión cobraría de nuevo importancia la forma en la que se introducen los conceptos (*eg.*, haciendo énfasis en su comprensión cualitativa, antes que una definición matemática, atendiendo más a la parte conceptual; su necesidad y utilización, evitando la simple sustitución de datos en fórmulas para obtener un resultado que normalmente no se comenta), así como la consideración de las relaciones CTS.

Una nueva cualidad que diferencia unos libros de texto de otros hace referencia a la forma en la que están escritos. A veces, su estructura organizativa, problemas de cohesión y de adecuación, la existencia de proposiciones no justificadas y la práctica inexistencia de proposiciones indagativas, entre otros aspectos, dificulta su comprensión lectora. Por ejemplo, es un hecho bien conocido que los libros de bachillerato de ciencias emplean frases estructuralmente complejas, con un vocabulario que no facilita su entendimiento por los alumnos de este nivel (*eg.* Wellington, 1994). En ocasiones, ello se debe a que los



autores han adaptado para su libro otros manuales de nivel superior (Níaz, 2005) y a que no se suele atender a la polisemia de los términos empleados, entre otros problemas. Como consecuencia, sobre los aspectos relacionados con el lenguaje en los textos de química se ha generado una amplia bibliografía. Así, en el apartado de los términos estrictamente químicos (*eg.* calor, reversible, neutralización, elemento, orbital, electronegatividad, cantidad de sustancia, espontáneo, etcétera) se ha encontrado que, en algunos casos, no se definen explícitamente o que su definición no es correcta.

Otra característica, que está relacionada con el apartado anterior, es que en ocasiones los textos no hacen distinción clara entre el comportamiento macroscópico de la materia, las explicaciones que se realizan a nivel submicroscópico y la forma de representar simbólicamente estos dos niveles. La mezcla, sin separación explícita, de estos tres niveles de representación ocasiona que los estudiantes se confundan a la hora de utilizarlos (Herron, 1996). Además, la presentación de 'modelos híbridos' puede agravar esta situación.

En la discusión acerca del cambio en los libros de texto, otro punto importante que merece considerarse es el que hace referencia a los contenidos que no deberían incluirse. A este respecto existen varios análisis y recomendaciones (Hawkes, 1999). Por ejemplo, en todos los textos se hace un gran énfasis en el ajuste de ecuaciones químicas, lo cual no deja de ser una cierta pérdida de tiempo (Gillespie, 1997c), cuyo ejercicio algebraico dice poco de la química que hay detrás, siendo una actividad poco habitual en el trabajo químico; en otras ocasiones, la utilización de ciertos artificios 'químicos' (*eg.* empleo de electrones en todos los ajustes redox) presentan una imagen errónea de los conceptos estudiados (Sisler y VanderWerf, 1980). En este sentido, sería conveniente que los libros de texto no tuviesen errores (ni conceptuales ni metodológicos), para lo cual sus autores deberían documentarse adecuadamente en revistas de enseñanza de la química.

La discusión precedente pone de manifiesto que una forma de cambiar los libros de texto supone la consideración de la investigación educativa, de forma que ésta inspire de forma efectiva la realidad cotidiana de las aulas (Gilbert *et al.*, 2002). Pero, a las dificultades señaladas que impiden este cambio habría que añadir otras relacionadas. En lugar destacado existe una tradición, una cultura de enseñanza, todavía muy extendida, difícil de cambiar a pesar de los múltiples avances didácticos en las ciencias, en la que el profesor enseña de forma análoga a como le enseñaron a él o a ella. Si un libro de texto se aleja demasiado de esta tradición, el profesorado puede encontrarse incómodo o inseguro, lo que condiciona su elección como material de trabajo. Por tanto, los cambios e innovaciones en los libros de texto, para que sean efectivos, deberán estar asociados a programas de formación (inicial y permanente) del profesorado, dentro de una nueva cultura de trabajo en equipo, de explicación de los cambios y de ponerlos a prueba. En este nuevo marco, sería deseable que los autores de este tipo de libros, además de tener una amplia experiencia docente y de estar familiarizados con la lectura de revistas y de manuales de didáctica de la química, estuviesen también implicados en la realización de investigaciones propias. De esta forma, en la elaboración de los temas, se podrían realizar innovaciones y enfoques alternativos novedosos, fundamentados en la investigación educativa. Estos elementos ayudarían a diversificar y a mejorar de forma importante la oferta editorial.

Dentro de este espacio acotado no hemos podido recoger otros puntos que también merecen un tratamiento destacado a la hora de mejorar los libros de texto, como son: el papel de los trabajos prácticos, la distinción entre problemas y ejercicios, el uso de analogías, la utilización de figuras y de representaciones, la importancia de la autoevaluación, etcétera, que corresponderían, si se considera conveniente, a otras contribuciones a este debate.

Juan Quílez Pardo

Valencia, septiembre de 2005

Las once cuestiones que plantea Juan al inicio del recuadro 1 resultan de importancia para decidir qué temas incluir en un libro de texto. Esas y muchas otras decisiones a tomar van apareciendo conforme se diseña el proyecto del libro y se escriben las páginas del mismo. Y hay que tomar muchas de esas decisiones en el camino. Por eso vale la pena revisar los contenidos de algunos libros ya escritos.

Tiene mucha razón Quílez cuando dice que el contenido de los textos no lo es todo, que hay aspectos particulares que hacen que puedan encontrarse notables diferencias entre los mismos, tales como la metodología didáctica, para quién están escritos, la inclusión de aspectos históricos y de indagación, su estructura organizativa, la presencia o ausencia de trabajos prácticos, de ensayos con el

enfoque CTS, la calidad de los ejercicios desarrollados con todo detalle y los propuestos para los alumnos, el uso de analogías, etcétera.

También estamos de acuerdo con él cuando dice que sirve de poco tratar de realizar innovaciones en los libros de texto, si ello no trae aparejados cambios en la evaluación, en la metodología didáctica y en el tiempo disponible.

A continuación pondremos algunos ejemplos de contenidos de algunos textos iberoamericanos y estadounidenses. En ellos se han respondido explícitamente las once preguntas planteadas por Quílez al inicio de su exposición, pues se han tomado decisiones respecto a qué incluir explícitamente y qué eliminar acerca de los contenidos.

Contenidos de algunos textos recientes iberoamericanos y de Estados Unidos

Se empezará por los libros de los españoles Quílez *et al.*, (2003a) y Caamaño y Obach (2000), los cuales se enmarcan dentro del contexto de contenidos obligatorios que prescribe el Ministerio de Educación Español. Se debe aclarar que los aspectos relacionados con la teoría atómica de Dalton y Avogadro, así como los cálculos estequiométricos no se incluyen en estos textos ya que estos temas corresponden a un curso previo de química.

Se colocan los contenidos del libro de Quílez *et al.*, (2003a) en la tabla 2, con quince grandes temas, desarrollados en 487 páginas. Se han incluido los nombres de los capítulos y los de los subcapítulos, para dar una idea más completa de lo que tratan los temas desarrollados en los libros.

Como se puede apreciar, el libro de Quílez *et al.* (2003a) abarca una gran cantidad de temas de forma bastante completa, además de ser muy didáctico para los estudiantes. Tiene ilustraciones a color y resalta lo que considera conceptos importantes. Muestra ejemplos de problemas resueltos aplicando diferentes estrategias de resolución y dando una explicación clara y sencilla de por qué se están obteniendo tales o cuales resultados. Incluye ejercicios que implican una comprensión conceptual profunda y no sólo ejercicios meramente operativos. También propone la realización de distintos trabajos prácticos integrados en el desarrollo de cada unidad didáctica (en ocasiones, los temas se inician con algunas actividades de laboratorio). Contiene algunos pocos diagramas para que los alumnos relacionen los conceptos estudiados (si bien los mismos no

Tabla 2. Contenido del libro de Quílez *et al.* (2003a).

El objeto de la Química

- 1) **¿Qué es la Química?** (Un origen para la química moderna; ¿Cuál es el objetivo de la química?; ¿Qué estudia la química?; ¿Cómo se trabaja en la química?; Aspectos sociales de la química).

Propiedades y estructura de la materia

- 2) **Estructura atómica y sistema periódico de los elementos químicos** (La búsqueda de modelos atómicos; Los espectros nos proporcionan información sobre la estructura de los átomos; El modelo atómico de Bohr; Crisis de la física clásica; El modelo actual: la mecánica cuántica; Los números cuánticos; Interpretación de la función $|\psi|^2$. Diagramas de contorno; La distribución electrónica en átomos polielectrónicos; El nacimiento y evolución del sistema periódico de los elementos químicos; La justificación mecanocuántica del sistema periódico de los elementos químicos; Estudio de algunas propiedades periódicas).
- 3) **Enlace químico** (Clasificando las sustancias cristalinas atendiendo a sus propiedades; ¿Por qué se combinan los átomos?; Enlace iónico. Sustancias iónicas; Enlace covalente; Enlaces intermoleculares. Sólidos moleculares; Sólidos atómicos; Enlace metálico. Sustancias metálicas).

Transformaciones de la materia

- 4) **Termoquímica** (¿Qué es la energía?; Calor y trabajo; La energía interna. Primer principio de la termodinámica; Trabajo de expansión y calor de reacción. Entalpía; Ecuaciones termoquímicas. Reacciones exoenergéticas y reacciones endoenergéticas; Ley de Hess; Entalpías de enlace y $\Delta H_{\text{reacción}}$)
- 5) **¿Por qué suceden las reacciones químicas? Entropía y energía libre** (¿Por qué suceden las reacciones químicas? Entropía; Energía libre de Gibbs).
- 6) **Cinética química** (Velocidad de reacción; Factores que afectan a la velocidad de reacción; Un modelo de reacción química: teoría de las colisiones; Orden de reacción. Mecanismo de reacción y molecularidad.)
- 7) **Equilibrio químico** (¿Se producen siempre las reacciones químicas de forma completa?; La constante de equilibrio. Ley de equilibrio químico; Otros aspectos relacionados con la constante de equilibrio; Interpretación molecular del equilibrio químico; Características de los sistemas en equilibrio químico; Perturbación de los sistemas en equilibrio. Criterio general de evolución a nuevas posiciones de equilibrio; Sistemas en equilibrio químico que han sido perturbados. Evolución a nuevas posiciones de equilibrio.)
- 8) **Reacciones de transferencia de protones** (Caracterización de los ácidos y de las bases por sus propiedades; Conceptos de ácido y de base: Arrhenius y Brønsted-Lowry; Fuerza relativa de ácidos y bases; Autoionización del agua. Concepto de pH; Indicadores; ¿Qué sucede con el pH al disolver una sal en el agua?; El proceso de neutralización. Valoraciones ácido-base.)
- 9) **Reacciones de precipitación** (Importancia práctica de los procesos de disolución y de precipitación en agua; Equilibrio disolución-precipitación. Compuestos iónicos solubles e insolubles; Factores entálpicos que influyen en la solubilidad de sustancias iónicas en agua; Producto de solubilidad y reacciones de precipitación; Factores que afectan a la solubilidad de los compuestos iónicos.)
- 10) **Reacciones de oxidación-reducción** (Definición de oxidación y de reducción. Evolución histórica; Ajuste de ecuaciones redox. Cálculos estequiométricos; Realización de trabajo eléctrico: pilas electroquímicas; Potenciales estándar. Medida de potenciales de reducción; Espontaneidad de una reacción redox; Electrólisis.)
- 11) **Elementos de los bloques s y p del sistema periódico** (Alcalinos; Alcalinotérreos; Térreos; Carbonoideos; Nitrogenoideos; Anfígenos; Halógenos.)

sigue tabla 2 

Tabla 2. Contenido del libro de Quílez *et al.* (2003a) (continuación)

- 12) **Química industrial** (Síntesis industrial del amoníaco; Síntesis industrial del ácido nítrico; Propiedades químicas del amoníaco y del ácido nítrico. Derivados; Obtención industrial del ácido sulfúrico.)
- 13) **Química orgánica (I): Introducción a la química del carbono. Hidrocarburos** (Aproximación histórica a la química del carbono; ¿Por qué el carbono? Grupos funcionales; Isomería; Comportamiento químico general de las sustancias orgánicas; Hidrocarburos; Haloalcanos.)
- 14) **Química orgánica (II): Compuestos oxigenados y nitrogenados** (Alcoholes; Éteres; Aldehídos y cetonas; Ácidos carboxílicos y ésteres; Compuestos de carbono con nitrógeno: aminas, amidas y nitrilos.)
- 15) **Sustancias y polímeros orgánicos naturales** (Hidratos de carbono: estructura y clasificación; Proteínas; Lípidos.)

son estrictamente mapas conceptuales) y hay algunos ejercicios en los que se les pide la elaboración de un mapa conceptual, sin previamente darle una explicación de qué es o cómo se elabora.

Algo que es muy interesante es que cada capítulo incluye entre tres y cinco lecturas CTS, en promedio. En total, tiene 72 ensayos de tipo histórico o de análisis de sustancias y procesos relacionados con la vida cotidiana. Es decir, ensayos sobre ciencia-tecnología-sociedad relacionados con los diversos temas que se tratan en el texto.

En la tabla 3 se presentan los ensayos CTS presentes en los subtemas de termoquímica y cinética química. Por los títulos es posible notar que los ensayos abarcan temas de salud, medio ambiente, vida cotidiana y tecnología. Así pues, en *comer mal o de forma balanceada* hablan desde cómo estar bien alimentados en términos de la energía que nos da cada alimento; en *qué combustible elegir* explican los criterios para optar por uno u otro combustible en términos de la energía que transfiere cada uno, de esta forma dan opciones entre hidrógeno, gasolina, biodiesel o metano; en el ensayo *El efecto invernadero*, dan una explicación clara y sencilla sobre el calentamiento de la Tierra debida a la absorción de rayos infrarrojos; en *velocidad de reacción y vida diaria* hacen una mención de la importancia de tener alimentos

Tabla 3. Algunas lecturas de Quílez *et al.* (2003) dentro de la dimensión CTS en los subtemas de termoquímica y cinética química.

1. Comer mal o de forma equilibrada. Ésa es la cuestión.
2. Qué combustible elegir.
3. El efecto invernadero.
4. Velocidad de reacción y vida diaria.
5. El ozono. El ozono en la troposfera y en la estratosfera.

frescos en nuestra casa o de por qué algunos productos se descomponen antes que otros, por qué el hierro se oxida y cómo es que en todas estas reacciones está involucrado un proceso que se le conoce como velocidad de reacción, el cual algunas veces suele ser rápida, pero otras veces es desesperantemente lenta y eso determina cada proceso; finalmente en *El ozono*, hacen una descripción de las reacciones químicas que se llevan a cabo en la estratosfera, por qué el ozono troposférico es contaminante y el estratosférico no lo es, quiénes descubrieron que los CFC reaccionaban con el ozono, etcétera.

Asimismo, podemos decir que a pesar de su extensión, comparativamente corta (487 páginas), el libro de Quílez *et al.* (2003) es uno bastante completo que ya quisiéramos muchos profesores de primer semestre de la licenciatura de química que cubrieran nuestros estudiantes. Además incluye las respuestas a los problemas en la parte final del libro y una autoevaluación en cada capítulo.

Como un segundo ejemplo, la tabla 4 presenta los contenidos del libro de los catalanes Caamaño y Obach (2000).

Como se observa éste es un libro muy completo, que se desarrolla en solamente 390 páginas de texto. Se presenta al final de cada capítulo lo que los autores llaman *Trabajo Práctico*, por lo menos uno en cada capítulo, con excepción del primero, el sexto y el último en los cuales no se puede desarrollar una experiencia de laboratorio. Este *Trabajo Práctico* está diseñado para llevarse a cabo exclusivamente en el laboratorio escolar, por lo que los autores se aseguran de que el estudiante desarrolle al menos una práctica relacionada con cada tema.

Un inconveniente del texto es que presenta pocos ejemplos de resolución de problemas, y de los que se muestran la mayoría dan la solución sin presentar una estrategia de resolución que lleve al estudiante a pensar en el cómo y el por qué de la situación; es decir, presenta prácticamente sólo problemas del tipo numérico. Otra cuestión especial es el orden en el que se presentan los temas. Estos autores presentan los temas de estructura de la materia y enlace químico al final del libro, mientras que Quílez *et al.*, (2003), lo presentan prácticamente al inicio ya que son unos de los temas fundamentales para entender el comportamiento de las sustancias y las reacciones químicas, por ejemplo. Vale la pena mencionar que tanto Garritz y Chamizo (2001), como Herron *et al.* (1997) lo presentan aproximada-

Tabla 4. Contenido del Caamaño y Obach (2000).

1. **¿Qué es la química?** (La ciencia y la metodología científica; La química: ciencia de la materia; ¿Cómo se ha desarrollado la química?; La química del siglo XX; La química y el futuro).
2. **Termoquímica.** (El Primer principio: energía, trabajo y calor; Determinación experimental del calor de reacción; Entalpías estándar de formación; Entalpía estándar de una reacción a partir de las entalpías estándar de formación; Interpretación molecular de la entalpía de una reacción; Entalpía reticular).
3. **Equilibrio químico.** (El equilibrio en procesos físicos; El equilibrio en las reacciones químicas; La constante de equilibrio; Utilidad de la constante de equilibrio; Factores que afectan al equilibrio).
4. **Ácidos y bases.** (Electrólitos iónicos y moleculares; Ácidos y bases; La teoría de Arrhenius; La teoría de Bronsted y Lowry; Valoraciones ácido-base; Ácidos y bases de Lewis).
5. **Equilibrios iónicos en disolución acuosa.** (La autoionización del agua; La fuerza relativa de los ácidos y las bases; Cálculo del pH de disoluciones de ácidos y bases; Cálculo del pH de disoluciones de sales; Disoluciones amortiguadoras; Indicadores de pH; Curvas de valoración ácido-base; Reacciones de precipitación; Equilibrios de solubilidad de compuestos iónicos poco solubles).
6. **Entropía y reacciones espontáneas.** (Cambios espontáneos; Entropía de las sustancias; Cambios de entropía en una reacción química; Tipos de reacciones; Entalpía libre; Entalpía libre estándar de reacción; Entalpía libre de un sistema reaccionante; Entalpía libre estándar y constante de equilibrio; El efecto de la temperatura).
7. **Velocidad de reacción,** (Concepto; Medición experimental; Factores de los que depende; La ecuación cinética; El efecto de la temperatura sobre la velocidad; Interpretación molecular; El mecanismo de una reacción química; Reacciones en cadena; Reacciones catalizadas).
8. **Reacciones redox.** (Introducción; Los números de oxidación; Agentes oxidantes y reductores más comunes; Igualación; Valoraciones).
9. **Celdas electroquímicas.** (Pilas galvánicas; Tipos de semipilas; Potencial estándar de electrodo; El uso de los potenciales estándar; La fuerza electromotriz de una pila y la energía de Gibbs; Pilas prácticas; Celdas electrolíticas y electrólisis; Cálculos en procesos electrolíticos; Aplicaciones prácticas de la electrólisis).
10. **Estructura del átomo.** (Los modelos atómicos; La naturaleza ondulatoria del electrón; La configuración electrónica de los átomos polieletrónicos; Configuración electrónica y tabla periódica; Propiedades atómicas periódicas).
11. **Enlace químico.** (El enlace en las moléculas; La geometría de las moléculas; Sólidos moleculares; Sólidos covalentes; El enlace en los sólidos iónicos; El enlace en los sólidos metálicos).
12. **La síntesis orgánica.** (¿Cómo se halla la fórmula de los compuestos orgánicos; Isomería; Reacciones en química orgánica; De adición; De eliminación; La síntesis orgánica; Polímeros; Reacciones de polimerización; Macromoléculas naturales).
13. **La industria química.** (La importancia de la industria química; Del laboratorio a la planta industrial; El diseño de una planta química; La industria cloroalcalina; La industria química y el medio ambiente).

mente a la mitad de su texto (en los capítulos del quinto al noveno en Garritz y Chamizo y en los capítulos octavo al decimocuarto en Herron *et al.*). También se debe mencionar que ambos conjuntos de autores presentan estos temas justo después de haber revisado reacción química y estequiometría, pero con la diferencia de que, en el capítulo posterior, Herron *et al.* (1997) empiezan con disoluciones y Garritz y Chamizo (2001) empiezan con *Energía, equilibrio y velocidad de reacción*. Aquí un punto que resulta contrastante y polémico para tomar una primera decisión: ¿Dónde colocar el tema de la estructura atómica y el enlace químico y a qué grado de profundidad tratarlo en el nivel de estudios del bachillerato? Con seguridad, cada uno de los cuatro conjuntos de autores analizados responderían de forma diferente a esta pregunta y con argumentos seguramente sólidos.

Otro tema que Caamaño y Obach dejan para más tarde es el de cinética química, el cual curiosamente lo estudian después de haber revisado equilibrio químico. Sin embargo, en muchos otros textos

se presenta la necesidad de entender el concepto de velocidad de reacción antes de presentar a los estudiantes el tema del equilibrio. Este tópico es otro que es fuente de polémica frecuente, ya que los temas de equilibrio (perteneciente a la termodinámica fenomenológica) y cinética química (no perteneciente a ésta por depender explícitamente de la variable 'tiempo') son independientes en principio uno del otro.

A pesar de que Caamaño es un experto en temas CTS, salvo la excepción de algunas lecturas (7) y de

Tabla 5. Algunas lecturas del Caamaño y Obach (2000) con un enfoque dentro de la dimensión CTS.

1. Los combustibles fósiles y las fuentes de energía del futuro .
2. Aplicaciones domésticas de los ácidos y de las bases.
3. La lluvia ácida.
4. Organismos vivos y entropía.
5. Reacciones redox en el lanzamiento de cohetes.
6. Cómo proteger el hierro de la corrosión.
7. La historia de los primeros plásticos.

algunos subcapítulos (2) que tienen esa dimensión (ver la tabla 5), no se dedican a desarrollar con ese nombre (CTS) ningún ensayo. Sí presentan algún que otro ensayo sumamente corto y no indexado que se puede considerar del tipo CTS (8) y algunos que son del corte histórico (5) que también son sumamente cortitos y algunos son biografías. No obstante, podemos decir que, aunque pocos, de los ensayos CTS que presenta el libro entre los más interesantes se encuentra el de *lluvia ácida* ya que, además de dar una tabla con las impurezas más típicas del carbón y el petróleo (los principales combustibles), siendo la de más alta concentración el azufre, dice cuál es el origen de la lluvia ácida, los efectos que produce y, algo muy interesante es que le plantea al estudiante cómo enfrentarse a ella; es decir, plantea el proble-

ma y una alternativa para solucionarlo. Otro ensayo CTS es *Organismos vivos y entropía*, éste es el único texto que da una lectura relacionada con segunda ley de la termodinámica. Es un ensayo sumamente interesante ya que relaciona la vida y la muerte de los organismos vivos con algo tan complejo como son los cambios entrópicos. Desde el ADN, pasando por el proceso fotosintético (el cual no es un proceso espontáneo, requiere energía para llevarse a cabo) hasta llegar a la célula misma como ente vivo.

Ahora vamos al contenido del libro estadounidense de la editorial Heath (Herron, Frank, Sarquis, Sarquis, Schrader y Kukla, 1997), el cual presentamos en la tabla 6 desarrollado en 23 capítulos. Este libro cubre 805 páginas y está ilustrado profusamente y a colores.

Tabla 6. Contenido del Herron, *et al.* (1997).

1. Actividades de la ciencia. (Aplicando un método científico; Usando el conocimiento matemático; Desarrollando herramientas para el análisis; Explorando la Materia).	14. Estados condensados de la materia. (Estados de la materia; Cambio de estado; Estructura y propiedades de los líquidos; Estructura y propiedades de los sólidos).
2. Describiendo la materia (Definiendo mezclas y sustancias puras; Símbolos y nombres de los compuestos moleculares; Fórmulas y nombres de los compuestos iónicos).	15. Disoluciones. (Su naturaleza; Ecuaciones iónicas y reacciones de precipitación; Propiedades coligativas de las disoluciones).
3. Reacciones y ecuaciones químicas. (Identificando la reacción química; Regularidades en las reacciones).	16. Termodinámica. (Energía y calor; Termoquímica y entalpía; Reacciones espontáneas y energía libre).
4. Relaciones molares. (Contando átomos; Concentración; Cálculos de fórmulas).	17. Velocidad de reacción. (Pasos determinantes en las reacciones; Factores que afectan la rapidez de las reacciones; Trayectorias de reacción).
5. Estequiometría. (Significado cuantitativo de las ecuaciones; Ajustándose a la realidad).	18. Reacciones en el equilibrio. (Reacciones que parecen detenerse; Aspectos cuantitativos del equilibrio; Prediciendo cambios al equilibrio).
6. Gases y sus propiedades (Propiedades físicas de los gases; Relaciones entre las propiedades de los gases).	19. Ácidos y bases. (Introducción; Reacciones ácido-base; pH y equilibrio ácido-base).
7. Prediciendo el comportamiento de los gases (Ley del gas ideal; Estequiometría con gases; Explicando el comportamiento de los gases).	20. Electroquímica. (Oxidación y reducción; Reacciones redox espontáneas; Poniendo reacciones redox a trabajar).
8. Composición del átomo (El descubrimiento de partículas subatómicas; El modelo de Rutherford del átomo; Número atómico e isótopos).	21. Análisis químico. (Las herramientas del análisis; mezclas con múltiples iones).
9. Química nuclear. (Explorando la radiactividad; Usando reacciones nucleares para la investigación; Reacciones nucleares y energía).	22. Química orgánica. (Introduciendo los compuestos del carbono; Reacciones de los compuestos orgánicos).
10. Electrones en los átomos. (Ondas y energía; El átomo de hidrógeno; Configuraciones electrónicas).	23. La química de la vida. (Los productos químicos de la vida; la energía de la vida; Balance bioquímico).
11. La tabla periódica. (Organización de los elementos; Patrones en las configuraciones electrónicas; Tendencias periódicas).	
12. Elementos: una visión más cercana. (Metales representativos; Metales de transición; Metaloides; No-metales).	
13. Enlace químico. (Una introducción a los enlaces; Describiendo la estructura molecular; Formas y propiedades de las moléculas)	

Se incluyen también, de forma explícita, algunos ensayos CTS, como los siguientes:

- El riesgo químico de todos los días—¿Qué puedes tú hacer?
- Calentamiento global—Un debate caliente.
- Radiactividad—Peligro o ayuda.
- Metales estratégicos.
- Agua contaminada.
- Aditivos alimentarios—Comida para pensar.
- Clorofluorocarbonos— ¿Productos químicos maravillosos?
- Contaminación del aire y lluvia ácida.
- Una prueba que no puedes permitirte fallar.

Al revisar los contenidos que se incluyen en el libro de Herron *et al.* (1997) podemos observar que también es un libro bastante completo. De hecho, abarca más temas que los libros de Quilez *et al.* (2003) y Caamaño y Obach (2000) debido a que estos últimos están desarrollados específicamente para un segundo curso de química de bachillerato. En cambio, el Herron *et al.* (1997) ha sido desarrollado para **todo** el bachillerato. Este libro incluye ejercicios al final de cada sección (una de ellas denominada *verificar conceptos* sirve para que el estudiante repase lo que sabe usando analogías sencillas), que le enseñan a resolver problemas dándole una estrategia de resolución por pasos: a) analiza el problema, b) aplica una estrategia, c) trabaja una solución, d) verifica tu respuesta. Incluye problemas prácticos y ejercicios suficientes al final de cada capítulo. Algunos de ellos son los que denominan *pensamiento crítico, proyecto e investigación y escritura*. Todos ellos son para que el estudiante desarrolle sus habilidades cognitivas y de comprensión.

Algo que es muy interesante es que en la introducción se les enseña a hacer mapas conceptuales y dan un ejemplo de mapa conceptual para el caso del concepto de 'materia'; en los ejercicios se les pide a los alumnos que hagan mapas conceptuales, pero no aparece ningún otro mapa conceptual a lo largo del texto.

En cuanto a ensayos CTS, Herron *et al.* (1997), como comentamos en la tabla 5, explícitamente tienen nueve, cuyos temas van desde el riesgo de tener sustancias químicas en nuestra casa, pasando por el medio ambiente (los que más predominan) hasta la importancia de la radioactividad en la vida del hombre. Los ensayos no son demasiado extensos y tampoco tocan los temas con demasiada profundidad, de hecho no relacionan lo que están hablando con el tema del capítulo que se está tratando de forma explícita (excepto en radioactividad y en clorofluorocarbonos— ¿productos químicos maravillosos?). También incluyen algunos ensayos sobre *Investigación y tecnología* (10, en total), Carreras en Química (otros 10) —dan la biografía de algunos científicos importantes en Estados Unidos—, Química de consumo (8) —describen algunos productos que se utilizan en nuestra vida cotidiana y que tienen mucha química detrás, como los alcoholímetros—, Historia de la ciencia (6) —desarrollan algunos hechos importantes sobre la historia de la química.

Ahora, también se incluye el contenido de uno

de los libros de Andoni Garritz, el autor cotidiano de estas editoriales, quien por esa razón no firma ésta. Este libro está desarrollado en 788 páginas.

Éste es otro libro bastante completo y cubre todo el programa de bachillerato y no sólo una parte. Empieza cada capítulo con una sección que le denominan *Protagonistas* en la que hacen una reseña de la trayectoria científica de algún investigador mexicano de reconocido prestigio. Además es muy interesante ver cómo entrelazan los diferentes ensayos CTS (que son 174) con los diferentes tópicos de cada capítulo. Así, por ejemplo, para los ensayos de alimentación que van desde las vitaminas, cuál es su importancia, su función, origen, síntomas de su deficiencia y la dosis diaria recomendada, en el capítulo 1 sobre las características de la química. También

Tabla 7. Contenido del Garritz y Chamizo (2001).

1. Introducción. La química y nuestro mundo (La química, una ciencia fenomenológica; Materia, energía y cambio; Química: algunas de sus características; La química y sus profesiones)
2. La diversidad de las formas naturales (Materia: propiedades y medición; El Universo, un mundo de mezclas; Disoluciones, coloides y suspensiones; De las mezclas a las sustancias puras; Sustancias elementales y compuestas)
3. La materia: sus estados de agregación (Gases, líquidos y sólidos: aspectos fenomenológicos; El modelo cinético-molecular de la materia; Hidrocarburos: los tres estados en el petróleo)
4. De las moléculas a los átomos (El modelo atómico de Dalton; Ley de los volúmenes de combinación e hipótesis de Avogadro; Estequiometría)
5. Los componentes del átomo (Descubrimiento del electrón; Química nuclear; Estructura electrónica del átomo; Periodicidad química y estructura electrónica)
6. De los átomos a las moléculas (Clasificación de los enlaces; Estructuras de Lewis y geometría molecular; Macromoléculas)
7. Energía, equilibrio y velocidad de reacción (Energía y termoquímica; Segunda ley de la termodinámica; Equilibrio químico y cinética química)
8. Ácidos y bases (Clasificación; Fuerza ácido-base; Reacciones de neutralización)
9. Reacciones de óxido-reducción (Características; Electroquímica; Espontaneidad y vida)

Se incluyen también, de forma explícita, algunos ensayos CTS que dividen en los siguientes temas:

- Alimentación (10)
- Comunicación química (11)
- Energía (21)
- Materiales (19)
- Nuestro ambiente (20)
- Química en casa (20)
- Química, salud y enfermedad (20)
- Química detrás de la vida (15)
- Tecnología e instrumentación (16)
- Industria química (10)
- Aspectos históricos de la química (12)

podemos encontrar otro sobre el *costo energético de las actividades humanas*, el cual está en el capítulo de *Energía y termoquímica* y explica cuál es la energía mínima que requiere una persona para poder vivir. Es decir que los ensayos no están puestos al azar, sino que tienen un objetivo claro que cumplir en cada capítulo. Algunos de ellos son cortitos y otros son más extensos. Estos ensayos se dividen en tres tipos: aquellos que desean transmitir una idea o un concepto nuevo, aquellos que desean dar a conocer una metodología experimental o industrial y aquellos que dan a conocer un tipo de cálculo químico como el determinar el *gasto energético de una estudiante*.

El libro trae 12 ensayos históricos, además de algunos desarrollos históricos de conceptos como el de cantidad de sustancia, estructura electrónica de los átomos, etcétera. Al mismo tiempo, incluye bastantes analogías, lo que lo hace más sencillo de comprender.

En los problemas se ejemplifica paso a paso cómo hacerlos. Al final de cada sección se presentan ejercicios para desarrollar las capacidades cognitivas del estudiante. Se le presentan problemas de diferentes tipos como: investiga y diseña experimentos, analiza tu entorno, haz consultas bibliográficas, relaciones con la historia de la ciencia. Además, se les presentan algunos ejercicios de tipo operativo; sin embargo, no se les dan las respuestas al final del libro.

Conclusiones

Después de revisar estos libros de texto y de hacer un análisis relativo a lo que ha propuesto Juan Quílez, quisieramos hacer una reflexión no sólo sobre los contenidos de los libros de texto, ya que ellos dependen en gran medida de los programas de estudio. Sino precisamente sobre éstos últimos, los programas de estudio del bachillerato y lo que nuestros estudiantes saben al final del mismo.

Como es posible notar, los libros de texto que revisamos son bastante completos con pocos y menores problemas. Son libros elaborados por profesores expertos en el área de Didáctica de la Química, que además de conocer las concepciones alternativas de los estudiantes en diferentes áreas, se preparan constantemente en literatura didáctica para estar siempre al corriente en cómo superar estas concepciones o son investigadores consuetudinarios en diversos temas de la enseñanza de las ciencias. Al mismo tiempo, estos profesores se esfuerzan por sacar un producto sin errores conceptuales y episte-

mológicos que puedan llevar a nuestros estudiantes o a nosotros mismos a cometerlos. El problema que vemos es: ¿en verdad nuestros estudiantes de bachillerato salen sabiendo TODO lo que está en el currículo? ¿Por querer enseñarles demasiado resulta que aprenden muy poco? ¿Por qué no plantear una serie de conceptos FUNDAMENTALES, los cuales realmente seamos capaces de hacer que nuestros estudiantes aprendan de forma significativa y que no los hagan odiar la química?

Aquí viene la dificultad para elaborar un texto eficiente y que tenga la capacidad de atrapar a los estudiantes de bachillerato en el estudio de la Química, la selección de estos conceptos fundamentales. Desde los conceptos más básicos hasta los más complicados, ¿qué conceptos son necesarios que un ciudadano no químico conozca al final del bachillerato? ¿Qué conceptos son necesarios que un estudiante que va a estudiar química aprenda de forma sustantiva? ¿Deben ser los mismos? ¿Con qué grado de profundidad los vamos a enseñar? Entonces, aquí aparece el problema y el debate que debemos abrir ¿Cómo seleccionamos esos conceptos fundamentales? ¿Queremos que sepan que la materia está formada por sustancias, que manejen los tres tipos de representación en química: macroscópica, submicroscópica y simbólica? El lenguaje es importante y deben aprender a usarlo. Las reacciones químicas y la energía, ambas deben conocerlas y usarlas dentro de su contexto cotidiano, pero dentro de un ámbito sencillo y sin complicaciones. Pero qué de todo esto debemos enseñar, cómo enseñarlo y para qué enseñarlo. Esas son las cuestiones que primero tendremos que resolver antes de poder plantear una serie de conceptos fundamentales para el bachillerato.

Para tratar de resolver estas cuestiones sobre los conceptos fundamentales valdría la pena proponer un debate abierto entre varios autores de libros de texto de química, como los aquí analizados, acerca de las once preguntas del inicio del recuadro I escrito por Juan Quílez. Se piensa que dicho debate sería muy formativo para los próximos escritores de libros de texto. Pensamos que nos llevaríamos a casa la idea de que todos ellos tienen razones valiosas para responder a cada una de las preguntas, aunque sus respuestas serán cada una de ellas diferentes a las de los demás. Porque no existen respuestas únicas y simples a esas preguntas, porque enseñar ciencias es un asunto polémico que depende de los grandes «para qué», que hayan definido cada uno de los

autores. Por eso es una belleza poder analizar en esta editorial algunos libros de texto y algunas ideas centrales de la química, aunque sea solamente para rendir tributo ante la complejidad de explicar a los alumnos las ideas más simples de la química. ▣

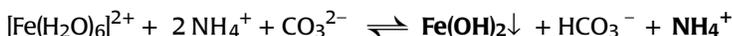
Bibliografía

- Bodner, G. M. Why changing the curriculum may not be enough, *Journal of Chemical Education*, **69**, 186-190, 1992.
- Caamaño, A. La enseñanza y el aprendizaje de la química en Jiménez Aleixandre, P. (coord.) *Enseñar ciencias*, Pp. 203-228. Barcelona: Grao, 2003.
- Caamaño, A. y Obach, D. *Química. Bachillerato*, Barcelona: Teide, 2000.
- Gabel, D. L. What high school chemistry texts do well and what they do poorly, *Journal of Chemical Education*, **60**, 893-895, 1982.
- Garriz, A., Una propuesta de estándares nacionales para la educación científica en el bachillerato. La corriente educativa Ciencia-Tecnología-Sociedad, *Ciencia*, **49**(1), 27-34, 1998.
- Gilbert, J.K.; De Jong, O.; Justi, R. Treagust, D.F. y Van Driel, J.H. (Eds.) *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Kluwer, Dordrech. 2002.
- Gillespie, R. J. What is wrong with the general chemistry course?, *Journal of Chemical Education*, **68**, 192-194, 1991.
- Gillespie, R. J. The great ideas of chemistry, *Journal of Chemical Education*, **74**, 862-864, 1997a.
- Gillespie, R. J. Reforming the general chemistry textbook, *Journal of Chemical Education*, **74**, 484-485, 1997b.
- Gillespie, R. J. An exercise in futility, *Education in Chemistry*, **34**, 10, 1997c.
- Gillespie, R. J. y Humphreys, D. A. Descriptive chemistry in the general chemistry course, *Journal of Chemical Education*, **70**, 528-530, 1993.
- Hawkes, S. J. A tentative compendium of proposal for change in the introductory chemistry curriculum. CONFICHEM. Spring 1999.
- Herron, J. D. *The Chemistry classroom. Formulas for successful teaching*. American Chemical Society, Washington. 1996.
- Herron, J. D., Frank, D. V., Sarquis, J. L., Sarquis, M., Schrader, C. L., Kukla, D.A., *Chemistry*, D.C. HEATH and company: Lexington, Massachusetts, 1997.
- Lloyd, B. W. y Spencer, J. N. New directions for general chemistry. Recommendations of the task force of the general chemistry curriculum, *Journal of Chemical Education*, **71**, 206-209, 1994.
- Mahaffy, P. G. Chemistry in context. How is chemistry portrayed in introductory curriculum?, *Journal of Chemical Education*, **69**, 52-56, 1992.
- Níaz, M. ¿Por qué los textos de química general no cambian y siguen una 'retórica de conclusiones'?, *Educación Química*, **16**, 410-415, 2005.
- Quílez, J., Teaching a model for writing Lewis structures, *Journal of Chemical Education*, **66**, 456-458, 1987.
- Quílez, J., Una propuesta curricular para la enseñanza de la evolución de los sistemas en equilibrio químico que han sido perturbados, *Educación Química*, **13**(3), 170-187, 2002.
- Quílez, J. Bases para una propuesta de tratamiento de las interacciones CTS dentro de un currículo cerrado de química de bachillerato, *Educación Química*, **16**, 416-436, 2005.
- Quílez, J.; Lorente, S.; Sendra, F.; Chorro, F. y Enciso, E., *Química-2*. ECIR, Valencia. 2003a.
- Quílez, J.; Lorente, S.; Sendra, F.; Chorro, F. y Enciso, E., *Bachillerato. Química-2: Guía Didáctica del Profesorado*, ECIR, Valencia. 2003b.
- Quílez, J.; Muñoz, R. y Bleda, J.M. *Conceptos de química*, Serbal, Barcelona. 2003.
- Quílez, J. y Solaz, J. J., Students' and teachers' misapplication of the Le Chatelier's principle. Implications for the teaching of chemical equilibrium, *Journal of Research in Science Teaching*, **32**, 939-957, 1995.
- Quílez, J. y SanJosé, V., El principio de Le Chatelier a través de la historia y su formulación didáctica en la enseñanza del equilibrio químico, *Enseñanza de las Ciencias*, **14**, 381-390, 1996.
- Sisler, H. H. y VanderWerf, C. A. Oxidation-Reduction. An example of chemical sophistry, *Journal of Chemical Education*, **57**, 42-44, 1980.
- Solaz, J. J. y Quílez, J., Unequivocal prediction of chemical equilibrium shift when changing the temperature at constant volume, *Physics Education*, **15**, 29-33, 1998.
- Solaz, J. J. y Quílez, J. Changes in the extent of reaction in open equilibria, *Chemical Education: Research and Practice*, **2**, 303-312, 2001.
- Spencer, J. N. General chemistry course content, *Journal of Chemical Education*, **69**, 182-186, 1992.
- Wellington, J. *Secondary Science. Contemporary Issues and Practical Approaches*, pp. 168-188. Routledge, Londres. 1994.
- Yager, R. E. y Chiang-Soong, B. Textbooks with special qualities for STS. En Yager (Ed.) *Science/Technology/Society as a reform in science education*, pp. 174-184. State University of New York Press, Nueva York. 1996.

FE DE ERRATAS

Nos disculpamos por no haber visto una interrogación y una flecha de precipitación en el ion amonio de nuestra ecuación para obtener el color verde de la bandera mexicana, al momento de revisar las galeras de nuestro artículo "Procedimiento con un sistema de reacción que produce los colores de la bandera mexicana aparecido en *Educación química*, **16**[4], p. 548, octubre-diciembre de 2005.

La reacción debe quedar como se indica abajo. Marcamos con negritas las fórmulas en las que hay que corregir los errores.



Graciela Müller C. y Mercedes Llano L.