



LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LA SECUNDARIA

Contenidos propuestos de los programas de química de la secundaria y recomendaciones para los textos

José Antonio Chamizo y Andoni Garriz*

En diciembre de 1992, la Secretaría de Educación Pública tenía aparentemente listos los dos Programas de Química de la nueva estructura programática para la secundaria. El trabajo había sido profesional, arduo

e intenso. El grupo, formado por Rafael Moreno, Gerardo Ferrer, Heriberto Ávila, Margarita Guzmán y Elvira Granados, coordinado por David Díaz, tenía ya en sus manos una versión curricular para ambos cursos. En enero de 1993, con el cambio de Subsecretario de Educación Básica, se tomó la decisión de considerar dicho material para elaborar unos contenidos programáticos básicos y las recomendaciones para los autores de los libros de

texto que habrían de aparecer en septiembre, tarea que se nos encomendó a los autores. El programa definitivo para los dos cursos se reelaboraría a partir de un análisis amplio durante los meses subsiguientes.

Debido al interés que sin duda despierta entre los lectores la transformación que ocurrirá en septiembre de 1993 en la enseñanza de la química en la secundaria, el Comité Editorial de Educación Química decidió abrir a debate el tema con este documento que, hay que aclarar, no corresponde a un currículo integral, ni siquiera a un programa, sino que es una simple guía de elaboración de textos. Seguramente, con la aparición del programa completo habrán de modificarse los textos para el siguiente año escolar. Esperamos que los subscriptores tomen provecho de todas las ideas debatidas y que este proceso de discusión incida en el mejoramiento de la enseñanza en este nivel.

CONTENIDOS DE LOS PROGRAMAS DE QUÍMICA I Y II. RECOMENDACIONES PARA AUTORES Y EDITORES (Ver página 135)

GENERALES

Antecedentes y propósito

Los antecedentes de la materia de Química I (segundo de Secundaria) son los contenidos en los programas de Ciencias Naturales de la primaria y los del curso de Introducción a la Física y la Química del primero de Secundaria. Este último es fundamentalmente fenomenológico y ha enfrentado a los estudiantes a la observación y análisis de una amplia gama de fenómenos naturales de una manera concreta y, podríamos decir, poco formal desde el punto de vista de la sistematización científica.

El propósito último de los dos cursos de química es que los alumnos se apropien de los elementos principales de la cultura química básica, para enriquecer su visión de México y del mundo y aquilatar equilibradamente los beneficios sociales que nos aporta esta ciencia, así como los riesgos de su utilización inadecuada.

Una recomendación inicial importante es que el libro de texto incluya datos y hechos sobre la química en México (producción de metales, polímeros, cemento, medicamentos; contaminación en las grandes ciudades; reservas acuíferas, de petróleo, minerales, etcétera).

La unidad de la ciencia

El eje temático de los contenidos generales de los programas de química de 2º y 3º de Secundaria es el de "materia, energía y cambio". En este sentido, los programas de física comparten parcialmente su universo de estudio con los de química, lo mismo que con los de biología, y ello tiene que hacerse evidente para el alumno. **La unidad de la ciencia debe ser una premisa**

En esta sección se pone en tela de juicio un documento fuente que trate algún aspecto central de la educación química, seleccionado por el Consejo Editorial. Dicho escrito se envía a destacados miembros de la comunidad docente y de Investigación, de los cuales se recogen comentarios, a favor o en contra, y otros puntos de vista adicionales.

* Facultad de Química, UNAM, México, D.F., 04510

DISTRIBUCIÓN DEL AÑO ESCOLAR

Periodo	Duración (semanas)	horas clase
BLOQUE 1	Sept.–Oct. (8)	24
BLOQUE 2	Nov.–Marzo (16)	48
BLOQUE 3	Abril–Junio (16)	48
TOTAL		120

CONTENIDOS

BLOQUE 1. La química y tú.

- ❑ Importancia de la química para el ser humano y el ambiente
 - Química en los organismos vivos
 - Química en el hogar, los alimentos y el cuidado de la salud
 - Productos naturales, materiales sintéticos y fuentes energéticas
- ❑ Fenómenos químicos cotidianos
 - Combustiones
 - Mezclas efervescentes
 - Fermentaciones
 - Descomposición de la comida
- ❑ Mediciones de materia
 - La masa y sus unidades
 - Ley de conservación de la materia. Lavoisier
 - El volumen y sus unidades
- ❑ Medición, instrumentos y unidades
 - La balanza y los recipientes volumétricos
 - Densidad

BLOQUE 2. Manifestaciones de la materia. Mezclas y su separación. Compuestos y elementos químicos.

- ❑ Estados de agregación de la materia
 - Características cualitativas de los sólidos, los líquidos y los gases
 - Transformaciones de fase
- ❑ Mezclas homogéneas y heterogéneas
 - Definiciones y ejemplos
 - Separación de mezclas heterogéneas
- ❑ Disoluciones, coloides y suspensiones
 - Caracterización
 - Disoluciones sólidas, líquidas y gaseosas. Ejemplos cotidianos
 - Ejemplos de coloides en los alimentos
 - Ejemplos de suspensiones en los medicamentos
- ❑ Disoluciones acuosas y su concentración
 - Solubilidad
 - Efecto de la temperatura en la solubilidad de sólidos y gases
 - Efecto de la presión en la solubilidad de los gases
 - Porcentaje en masa y en volumen
- ❑ Métodos de separación
 - Filtración
 - Destilación
 - Cristalización
 - Sublimación
 - Cromatografía
- ❑ Sustancias puras
 - Concepto químico de pureza
- ❑ Reacciones de descomposición
 - Elementos y compuestos
- ❑ Apariencia de los elementos y sus símbolos químicos

BLOQUE 3. La naturaleza discontinua de la materia.

- ❑ Los átomos y las moléculas
 - Hipótesis atómica de Dalton
 - Leyes ponderales
 - Volúmenes de combinación y moléculas. Avogadro
 - Fórmulas químicas
- ❑ Pesos atómicos de los elementos
 - Pesos atómicos relativos de los átomos. Cannizaro
 - Unidad fundamental de cantidad de materia, el mol
 - Masa molar de los elementos
 - Masa de un mol de moléculas
- ❑ La tabla periódica
 - Agrupamiento de Mendeleiev
 - Familias químicas y periodos
 - Existencia de alótropos en los elementos
 - Número atómico: modelo atómico con núcleo (protones) y electrones
- ❑ Metales y no metales
 - Características y propiedades físicas
 - Propiedades químicas esenciales
- ❑ Enlaces y reacciones de síntesis
 - Enlace químico
 - Los electrones como responsables de los enlaces
 - Enlaces dobles y triples
 - La información contenida en una reacción química
 - Balanceo de reacciones de síntesis

CONTENIDOS DEL PROGRAMA DE QUÍMICA II

(TERCER GRADO DE SECUNDARIA)

DISTRIBUCIÓN DEL AÑO ESCOLAR

Periodo	Duración (semanas)	horas clase
BLOQUE 4	Sept.–Dic. 15	45
BLOQUE 5	Enero–Marzo 15	45
BLOQUE 6	Abril–Junio 10	30
TOTAL		120

CONTENIDOS

BLOQUE 4. Agua, disoluciones y reacciones químicas.

- ❑ Propiedades del agua
 - Características físicas y químicas del agua
 - El ciclo del agua
 - El agua y la vida
- ❑ Disoluciones acuosas
 - Contaminación y purificación del agua.
 - Concentración molar
- ❑ Teoría de la disociación electrolítica. Arrhenius
 - Cationes y aniones
- ❑ Acidez y basicidad
 - Caracterización de los ácidos y las bases
 - Fuerza de los ácidos y las bases
 - Neutralización, indicadores y formación de sales
 - Calor de neutralización
- ❑ Velocidad de las reacciones químicas
 - Influencia de la concentración
 - Velocidad y temperatura
 - Catálisis

❑ Análisis costo/beneficio

- Agruras y antiácidos
- BLOQUE 5. Quemar combustibles. Oxidaciones.**
- ❑ Composición del aire puro
 - Separación de gases en una mezcla
 - ❑ Reacciones de oxidación
 - Propiedades del oxígeno
 - Óxidos básicos y óxidos ácidos
 - Corrosión
 - Combustión en una vela. ¿Qué se quema?
 - ❑ Combustibles químicos
 - Hidrocarburos. Fórmulas. Series homólogas. Isomería
 - Alcoholes
 - Otros compuestos orgánicos
 - Otros combustibles: biomasa, hidrógeno
 - ❑ Productos derivados del petróleo.
 - Polímeros
 - Disolventes
 - Medicamentos
 - ❑ Energía química almacenada
 - Calor liberado al quemar combustibles
 - Eficiencia de un motor de combustión interna
 - ❑ Productos de la combustión
 - Balanceo de ecuaciones de combustión
 - Dióxido de carbono y el calentamiento global del planeta
 - Dióxidos de azufre y nitrógeno; precipitación ácida.

– Ciclos en nuestro medio ambiente (carbono, nitrógeno)

- ❑ Análisis costo/beneficio
 - ¿Qué características tendría el mejor combustible?

BLOQUE 6. Electroquímica.

- ❑ Conductividad eléctrica de los materiales
 - Metales y conductividad por electrones
 - Electrolitos y conductividad por iones
 - El impulso nervioso. Iones en acción
- ❑ Oxidación y reducción
 - Números de oxidación y fórmulas químicas
 - Oxidación y reducción como cambios en el número de oxidación
 - Reducción, forma de obtener metales a partir de minerales
 - Productos caseros que son oxidantes o reductores
- ❑ Electrólisis
 - Procesos electroquímicos importantes: electrodeposición, galvanizado, anodizado
- ❑ Química y generación de electricidad
 - Pilas
 - Espontaneidad y dirección del flujo de la corriente eléctrica
 - Baterías para automóviles
- ❑ Análisis costo/beneficio
 - ¿Qué pila es mejor?

fundamental de los cursos de ciencias de la secundaria. Aunque existan por separado cursos de física, química y biología, y que sean profesores diferentes los que las impartan, los libros de texto de cada una de las disciplinas deben hacer énfasis en una visión global de la ciencia y frecuentemente hacer mención de temas que tradicionalmente se consideran de la frontera entre cada una de las ciencias naturales. Así, se prefiere que aparezcan duplicidades aparentes en los diferentes cursos que presenten una visión fragmentada de la ciencia.

Aprendizaje mediante experimentación

Los contenidos de los cursos de química no deben presentarse con un énfasis teórico y abstracto, pues ello provocaría la animadversión en los estudiantes. La presentación de la química sin un sustento experimental ocasiona que el alumno termine con una idea incompleta, distorsionada y pobre de esta ciencia. Frecuentemente los cursos tradicionales incluyen actividades de laboratorio en las que el estudiante no desarrolla su creatividad y se le confronta con experimentos de poco interés.

Se considera que la única forma de aprender significativamente la química es por medio de la interacción directa con la materia. Por ello, los textos de los dos programas deben presentar los conceptos y las operaciones de la química mediante hechos experimentales. De esta manera, la apropiación de los contenidos debe llevarse a cabo a través de la interacción personal del estudiante con los fenómenos.

Se presupone la realización de uno o más experimentos relacionados con los puntos del programa que se presten para ello, con la utilización de sustancias y utensilios disponibles en cualquier localidad (farmacia, tlapalería, ferretería, tienda de abarrotes o mercado). Ciertamente es difícil proponer experimentos que se puedan realizar con recursos materiales sencillos y que a la vez permitan que el alumno entienda el propósito del experimento y la naturaleza del problema que se le plantea, pero ésta debe ser una política de los libros de texto, para que puedan ser utilizados en cualquier secundaria del país. En último caso, pueden incorporarse en recuadros experimentos adicionales que utilicen sustancias puras y equipo del laboratorio químico, con el señalamiento "experimento alternativo".

Adicionalmente, el libro debe proponer la realización de "experimentos caseros", que puedan hacerse como ejercicio de tarea.

Química y medio ambiente

Otra política de los libros de texto ha de ser el mantener una línea de educación ambiental a todo lo largo de su contenido. A la menor provocación deben surgir recuadros con información sobre la química y el medio ambiente. Algunos ejemplos se han incluido explícitamente en los contenidos y otros no, pero se espera

que se desarrollen. Como ejemplos, se presentan los siguientes:

TEMA	RECUADRO
Ácidos y bases	Precipitación ácida
Alotropía	Ozono y contaminación en la baja atmósfera
Agua	Contaminación por residuos industriales
Compuestos del oxígeno	Óxidos de azufre y de nitrógeno producidos por motores de combustión interna
Grupo de los halógenos	Clorofluoroalcanos y el agujero de ozono en la estratósfera

Es conveniente insistir en la eliminación de prejuicios y actitudes negativas hacia la química, la tecnología y la ciencia, en general. El eje central debe ser el papel de la química en la eliminación de la contaminación y no el de producirla. Para eliminar la "quimifobia" deben analizarse ventajas y riesgos; hacer énfasis en que éstos pueden reducirse o, mejor aún, evitarse gracias al conocimiento químico y sus aplicaciones, y a la creación de una conciencia colectiva y global.

Química y productos caseros

Es importante que el libro de texto haga énfasis frecuente en que el alumno está rodeado de productos químicos que emplea cotidianamente. A la menor provocación deben surgir recuadros con información sobre la química y la casa. Como ejemplos, se presentan los siguientes:

TEMA	RECUADRO
Ácidos	Vinagre, jugo de limón, jugos gástricos
Bases	Disolución destapacaños, antiácidos estomacales
Coloides	Gelatina, mousse, mayonesa, clara de huevo
Hidrocarburos	Gas para cocinar, gasolina, velas, chapopote
Solubilidad de gases	Refrescos, peces en la pecera

Historia de la química

La introducción de pasajes históricos y minibiografías será obligada. La ciencia no es un misterio, sino un producto de la actividad humana, y ello debe quedar muy claro para el alumno. La introducción de estos pasajes no debe ser fría y aburrida. No se trata de cumplir con un compromiso enciclopédico, sino de darle

a la ciencia un enfoque de vitalidad, como producto que es de la humanidad.

Formulación de preguntas y generación de trabajo en grupos

La formulación de preguntas debe ser una estrategia que utilice el libro de texto como elemento iniciador de los temas. Al final de la sección o el capítulo, mediante el desarrollo de experimentos y teorías, la pregunta debe haber sido respondida satisfactoriamente.

Al final de las secciones se deben volver a formular preguntas para estimular el desarrollo de actividades complementarias, para que los alumnos realicen más observaciones, hagan nuevos experimentos, realicen investigaciones monográficas y, de esta manera, sean activos en el proceso de aprendizaje.

Algunas actividades del libro deben promover el trabajo grupal de los estudiantes. En cuanto los estudiantes entablan discusiones en pequeños grupos se ponen de manifiesto las diferencias y las semejanzas en los procedimientos y las observaciones. Las oportunidades para discutir con sus compañeros incitarán a los alumnos a analizar y a reconsiderar el punto de vista adoptado.

Asimismo, la formación del estudiante requiere de oportunidades para hablar en público. Por lo tanto, el libro de texto debe propiciar la generación de espacios y actividades con este fin, mediante la proposición del establecimiento de actividades tipo seminario como resultado de investigaciones propuestas en el mismo texto.

Registro de resultados experimentales y trabajos escritos

Otro gran problema educativo es la forma incorrecta como nuestros estudiantes se expresan por escrito. La enseñanza de la química puede ayudar a corregir este problema si se promueve en los estudiantes el registro cuidadoso de sus actividades experimentales, lo cual también fomenta la observación cuidadosa. El libro de texto debe orientar al alumno para construir su "bitácora experimental" y proponerle una estructura para la misma. Asimismo, debe enseñarle qué tipo de información ha de incorporar en ella y cuándo su revisión es esencial para la resolución de un problema.

Adicionalmente, para ayudar a analizar el trabajo realizado, el texto puede proponer el trazado de histogramas u otras gráficas, dando los elementos para construirlos mediante uno o más ejemplos.

En el mismo sentido, el libro de texto debe ofrecer la posibilidad de desarrollar y fomentar en los alumnos el hábito de elaboración de informes escritos, sea de su trabajo experimental o de investigaciones bibliográficas abiertas. El informe escrito ayuda al estudiante a ordenar, concretar, analizar, sistematizar y a comunicar los resultados y sus conclusiones.

RECOMENDACIONES PARTICULARES DEL CURSO DE QUÍMICA I

Al terminar el curso el alumno debe tener tres ideas muy claras:

- la química nos es útil
- durante un fenómeno químico pueden producirse nuevas sustancias y destruirse las originalmente presentes, pero al final se obtiene la misma cantidad de materia con la que se comenzó
- la materia es discontinua; está compuesta de átomos

El primer bloque sobre "la química y tú" tiene un objetivo plenamente motivador e introductorio. Debe incorporar una definición de la química como una ciencia fundamentalmente experimental que abarca el estudio de la materia, la energía y sus cambios. Debe quedar claro que cualquier objeto o proceso químico es susceptible de estudiarse desde el punto de vista de la química; que nos encontramos rodeados de productos químicos hechos por el hombre y que el cuerpo humano es una fábrica química compleja, en la que están ocurriendo miles de reacciones, incluso durante la lectura del libro. Se incorpora inmediatamente la realización de un conjunto de fenómenos químicos que motiven el estudio posterior. Finalmente, el bloque propone el inicio de las actividades cuidadosas de medición (masa y volumen, para empezar).

El segundo bloque es netamente fenomenológico. El texto no debe detenerse en dar explicaciones precisas sobre los estados de agregación o el modelo cinético molecular (el concepto de molécula aparece hasta el tercer bloque). El tema de disoluciones, coloides y suspensiones es también puramente cualitativo, excepto en lo que se refiere a la solubilidad y a las concentraciones expresadas como porcentaje en masa o volumen. El resto del bloque se debe dedicar a la separación de los componentes de las mezclas, para obtener sustancias puras. Dentro de éstas, se hará énfasis en que algunas sustancias no pueden descomponerse en otras más elementales (los elementos) y otras sí (los compuestos).

El tercer bloque es fundamental. La creatividad del autor se pone a prueba para convencer al alumno lector de que los átomos existen. Posiblemente sea imprescindible incluir una foto reciente de microscopía donde se alcancen a identificar los átomos de una muestra real. Al principio del bloque bastará con presentar un modelo daltoniano del átomo (sin estructura interna). El concepto de molécula se introducirá a partir de la ley de los volúmenes de combinación, como un simple agregado de átomos de uno o más elementos. La existencia de diferentes masas en los átomos de cada elemento permitirá su ordenamiento por pesos atómicos y, posteriormente, debido a la similitud de las propiedades entre los elementos, a la ley periódica. En este momento se introducirá el modelo de átomo con estructura, es decir,

con protones en el núcleo y electrones a su alrededor, pero eléctricamente neutro. Para ello, el libro no se detendrá en incluir los experimentos que hicieron posible el descubrimiento de estas partículas. Finalmente, se explicará cómo los electrones son responsables de la existencia de enlaces químicos.

Temas que no deben incluirse

En este programa no aparece en forma explícita un tema sobre "método científico". Ésa es precisamente la intención, pues incorporar la metodología científica sin contenidos no tiene sentido. La imaginación, la creatividad y una actitud científica son cuestiones cuya adquisición es más trascendente que un conjunto de enunciados abstracto y fuera de contexto que se refiera al llamado método científico. Los experimentos que los libros de texto incluyan, así como la metodología abierta que propongan para su realización, serán la clave para que el estudiante adquiera el razonamiento y la metodología científicos, sin que aparezcan en forma explícita bajo un encabezado de "método científico".

De la misma manera, no aparece explícitamente el tema de nomenclatura química. Ésta, por sí misma, carece de significado y es sumamente aburrida. Sin embargo, se considera como un recurso importante para la sistematización del conocimiento que se puede aprender a lo largo de todo el curso, cuando se necesite nombrar algunos compuestos.

Se ha eliminado una serie de contenidos abstractos, cuya presentación resulta confusa tanto para los alumnos como para los profesores. Entre ellos destacan los modelos atómicos de Bohr, y de la mecánica cuántica. De la experiencia resulta evidente que el estudiante

no posee la madurez y la preparación para comprenderlos cabalmente; simplemente los aprende de memoria. Su desarrollo debe dejarse para más adelante en el proceso educativo

RECOMENDACIONES PARTICULARES DEL CURSO DE QUÍMICA II

Al terminar el curso el alumno debe tener otras tres ideas muy claras:

- Los fenómenos de naturaleza química pueden explicarse mediante un modelo atómico-molecular de la materia.
- La química utiliza dos operaciones fundamentales: el análisis y la síntesis. De ellas se vale la humanidad para saber de qué está compuesta la materia y para obtener nuevos productos que satisfagan mejor sus necesidades.
- La química colabora para elevar nuestra calidad de vida: para vestirnos, para comer, para construir nuestras habitaciones, para mantener la salud, para eliminar la contaminación, etcétera.

El cuarto bloque emplea como eje temático al agua para que el estudiante conozca con cierta profundidad el compuesto más importante para la vida. Éste sirve también como pretexto para introducir la disociación en las disoluciones acuosas, el tema de ácidos y bases, y el de velocidad de las reacciones. En este último caso puede emplearse como ejemplo experimental la reacción de una tableta efervescente en agua, la descomposición del agua oxigenada, o alguno similar. La sección final de análisis costo/beneficio, que aparece por primera vez y se repetirá en los dos siguientes bloques, sugiere que en el libro se incluya información para que el alumno decida por sí mismo el uso de uno u otro producto químico con una acción determinada. El ejemplo que se sugiere es el de los antiácidos, unos más caros que otros, unos con más peros que los otros. ¿Cuál adquirir?

El quinto bloque aprovecha la reacción química más conocida por el estudiante: la combustión. Ello permite estudiar más a fondo el oxígeno y sus compuestos, algunos de los cuales constituyen dolores de cabeza para controlar la contaminación. El tema de los combustibles sirve para introducir un poco de química orgánica y los productos de consumo derivados del petróleo.

El último bloque repite un tema del curso de física que se ofrece paralelamente en el tercer año: el de la conductividad eléctrica, pero mientras que en aquél la presentación es fenomenológica, en éste se debe dar la interpretación de la conductividad en función de la presencia de electrones o iones móviles. Continúan las categorías de oxidación y reducción, pilares de la sistematización en química. El curso concluye con la generación eléctrica por medios químicos. 

Conferencias invitadas al

XIII Congreso Nacional de Educación Química, Cancún, Q. Roo,

21-25 de noviembre de 1993

- **Partners for Terrific Science**
Arlene y Jerry Sarquis
Universidad de Miami en Ohio
- **ChemCom**
Sylvia Ware
American Chemical Society
- **VSEPR Theory and its actuality**
Ronald Gillespie
Mc. Master University.

QUÍMICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Silvia Bello Garcés*

Con verdadero beneplácito revisé los programas y las recomendaciones a los autores propuestos para los cursos de "Introducción a la Física y a la Química", "Química I" y "Química II", de la Secundaria. La concepción de la enseñanza de la ciencia que reflejan me hace sentir que, ¡por fin!, después de muchos años de lucha, de mucha gente, en diversos foros, se ha logrado convencer a las autoridades de que esta parte del currículo debe estar orientada como **proceso de aculturación** de la inmensa mayor parte de los estudiantes del nivel medio básico.

La oportunidad de acceder a la educación secundaria es, en la actualidad, un derecho constitucional; sin embargo, ¿qué porcentaje de la población de nuestro país tiene posibilidades reales de ejercerlo? Y de ese conjunto, ¿qué parte continúa hacia el bachillerato? ¿Y cuántos llegan a la licenciatura? Todos sabemos, estadísticas aparte, que las proporciones se reducen de manera dramática de un nivel de escolaridad al siguiente. Menos de la mitad de los alumnos que terminan el bachillerato se incorporan a alguna licenciatura. Así pues, ¿vale la pena dar a los cursos del nivel medio básico un carácter puramente propedéutico, como se ha venido haciendo en las últimas cuatro o cinco décadas?

Los que nos dedicamos a la docencia sabemos lo frustrante que puede ser el recibir alumnos que, aun siendo brillantes, han olvidado buena parte de los conocimientos que deberían haber adquirido previamente. Y, ¿qué decir de las habilidades y actitudes que deberían haber desarrollado? La respuesta, frecuentemente, no es mucho más alentadora. ¿A qué obedece esto?

Lo anterior, junto con los bajos rendimientos escolares y la disminución creciente de la matrícula en áreas científico-tecnológicas es, en mi opinión, el resultado de un enfoque inadecuado en la enseñanza de la ciencia.

Cuando se plantea como propósito de los dos nuevos cursos de Química:

que los alumnos se apropien de los elementos principales de la cultura química básica, para enriquecer su visión de México y del mundo y aquilatar equilibradamente los beneficios sociales que nos aporta esta ciencia, así como los riesgos de su utilización inadecuada,

se percibe un interés en ese gran número de alumnos que no seguirán una carrera científica y, quizá, tampoco estudios superiores; pero **sí deberán convertirse en ciudadanos responsables** y sus cursos de química, enfocados de esta manera, contribuirán a ello.

Al presentar una visión unificada de la ciencia, en la que no hay ciencias de primera y de segunda, se ofrece al estudiante la oportunidad de integrar el conocimiento, superando las limitaciones de la parcelación que se daba en las concepciones anteriores.

Todo acercamiento de una persona a la ciencia debe ser una oportunidad para romper con el pensamiento mágico y sustituirlo por el racional, sin llegar a deificar a la ciencia y adjudicarle ámbitos y capacidades que no le corresponden. No se puede olvidar que tanto la ciencia como la tecnología **hacen hombres y mujeres** que provienen de un medio social y cultural determinado. Por ello, es importante que el estudiante adquiera una visión histórica y social de los desarrollos científicos y tecnológicos que, además, le permitirá concebirlos como resultado de la actividad **humana**, en proceso, no acabada ni mucho

menos agotada, en la que él o ella pueden tener un papel relevante.

Presentar los conceptos y las operaciones de la química mediante hechos experimentales, con la utilización de sustancias y utensilios disponibles en cualquier localidad (farmacia, tlapalería, ferretería, tienda de abarrotes o mercado), es a la vez un gran acierto en la concepción de la enseñanza de la ciencia en los niveles tempranos de escolaridad, y un gran reto tanto para los autores de los libros como para los profesores que los utilizarán como textos. Es un gran acierto porque se da a la química una dimensión justa, que permite al educando conocerla como realmente es y hacerla más atractiva y divertida. Sin embargo, constituye un reto por la organización que exige de la propia institución educativa y del profesor, los costos que implica y los riesgos que conlleva.

La propuesta de "experimentos caseiros" que puedan hacerse como ejercicio de tarea debe manejarse con extremada precaución, considerando **en todo momento** los peligros que puede encerrar el que un joven de esta edad (14 a 16 años) realice un experimento **sin supervisión**, e incorporando las modificaciones que le dicte su propia creatividad.

La **formulación de preguntas** al inicio de cada tema, es una estrategia adecuada, pues por un lado, acerca al usuario del libro (estudiante de secundaria) a la realidad de la práctica científica, ya que el científico se ocupa más de formular preguntas y de cuestionar las respuestas a esas preguntas, que de dar respuestas sin ton ni son. Por otro lado, un alumno que recibe una respuesta a una pregunta que no ha formulado, ni se interesa, ni la integra a su red de conocimientos.

Asimismo el **plantear nuevamente preguntas** al finalizar el tema es un acierto pues, además de proponer un estilo de trabajo activo, que es la única manera de *aprehender*, deja una idea más apegada a la realidad de la ciencia como proceso dinámico, no como algo estático.

La idea de promover el trabajo en equipo es muy importante para un país subdesarrollado como el nuestro, pues constituye una auténtica oportunidad de socialización del estudiante, que le permite

*Departamento de Química Inorgánica y Nuclear, División de Química, Facultad de Química, UNAM.

madurar, ser capaz de confrontar sus puntos de vista con los de otros, aprender a expresar sus concepciones y a respetar las de sus compañeros. En la práctica puede, sin embargo, constituirse en un obstáculo pues exige un replanteamiento de la figura del propio profesor, quien dejará de ser *el que acapara la palabra, el que sabe, y el que domina al grupo y determina su destino*; para convertirse en el coordinador del grupo y en quien, por su mayor experiencia, conduce el aprendizaje, pero no por una vía única, sino planteando varias alternativas, con gran apertura a los intereses, necesidades y propuestas del grupo. He vivido esta experiencia y no ha sido fácil.

No hay que olvidar que el profesor es la piedra angular de la educación escolarizada. El mejor de los programas y el libro de texto óptimo, en manos de un mal docente se convierten en letra muerta, mientras que los programas inadecuados que se han manejado en los últimos años, nos han producido —a pesar de todo—, muchos buenos estudiantes, gracias a la intervención de muchos excelentes profesores.

Por otra parte, la recomendación de incluir datos referidos a México es funda-

mental, ya que ésta es una forma eficaz de combatir el colonialismo a través de la educación; el estudiante tendrá oportunidad de conocer su país desde una perspectiva objetiva y dejará de mirar solamente a la *metrópoli*.

Considero muy relevante la sección de **temas que no deben incluirse**, pues al analizarlos, se termina de configurar la concepción que se tiene de la enseñanza de la ciencia. Estoy convencida de que la inclusión de dichos temas en los programas anteriores de química y física de la secundaria, es responsable de la pérdida de muchas vocaciones científicas, ya que efectivamente algunos (modelo atómico de la mecánica cuántica) quedan fuera de la capacidad de abstracción del alumno promedio de este nivel de escolaridad. Otros, sacados del contexto idóneo se vuelven falsos, intrascendentes (“método científico”) o tremendamente irrelevantes (nomenclatura química). Seguramente que de ese tipo de presentación ha surgido la idea —bastante generalizada, desgraciadamente— de que “la Química es difícil, inútil y aburrida”.

Para poder evaluar de una manera más completa tanto los programas de los cursos de Química como las características

de los libros de texto, es necesario conocer todo el plan de estudios de la secundaria, ya que no se puede apreciar la congruencia que existe entre las demás áreas del conocimiento y esta rama de la ciencia.

A pesar de los numerosos aspectos positivos que he expresado, considero que se trata de un proyecto muy ambicioso, difícil de llevar a la práctica por la doble dificultad de encontrar autores y también profesores con una cultura lo suficientemente amplia, así en el ámbito de la ciencia, como en los demás del acontecer humano, para *integrar* los múltiples rubros comprendidos en las “recomendaciones a los autores”.

Por otro lado, da la impresión de que se han propuesto metas educativas, para el nivel medio básico, difíciles de alcanzar aun a lo largo de toda una carrera. No obstante, me parece que los nuevos programas y los instrumentos que se utilicen para llevarlos a la práctica —entre ellos los libros de texto— constituyen una importante contribución en la búsqueda de estrategias para promover la adquisición de aprendizajes trascendentes para el alumno, en cada etapa de su currículo y, con ello, elevar la calidad de la educación en nuestro país. 

LA QUÍMICA EN LA SECUNDARIA: UNA OPORTUNIDAD PARA DIVULGAR

Martín Bonfil Olivera*

Cuando cursé la materia de Química I en la secundaria, creía que al terminar el curso podría saber qué resultaba al mezclar cualquier sustancia con otra, por extrañas que éstas fueran. No fue así. Conforme fueron pasando los cursos de secundaria y preparatoria, mi frustración fue creciendo, hasta que en tercero de preparatoria acepté que un químico no necesariamente sabe qué resulta de cada reacción química. Posteriormente descu-

brí, para mi consuelo, que, si bien la Química no lo predice todo, como yo esperaba, sí permite investigar y hasta explicar el resultado de cualquier reacción.

Creo que esta concepción ingenua que yo tenía de la Química destaca una de las características que debe tener la enseñanza de la ciencia en general: más que proporcionar datos científicos a los alumnos, se necesita mostrarles en qué consiste cada una de las ciencias. Mostrar cómo una indagación racional basada en los hechos puede hallar explicaciones. Mostrar que esas explicaciones pueden ser mejoradas o

cambiadas por otras explicaciones mejores. Mostrar que no es necesario resignarse a aceptar pasivamente los hechos de la vida, sino que uno puede entenderlos y cambiarlos. Creo que el estudio de la ciencia puede dar a los alumnos todas estas posibilidades.

La triste realidad, sin embargo, es que la imagen de las materias científicas como algo difícil, aburrido, complicado y si acaso soportable, pero de ninguna manera disfrutable, no cambia al llevar cursos de ciencias en la secundaria. La Química es un caso muy claro: es la típica materia considerada “difícil”. Aún a nivel de licenciatura, es común que, al saber que uno estudia Química, la gente comente cosas como “has de ser muy inteligente”.

El estudio de la Química en la secundaria, por ser el primer contacto formal de los estudiantes con esta ciencia, es una oportunidad excepcional. En ese momento puede definirse la forma en que la Química

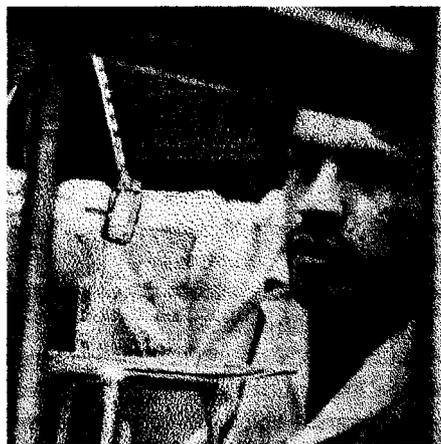
*Dirección General de Métodos y Auxiliares Didácticos, SEP.

(y la Ciencia en general) será vista por los jóvenes. Y es aquí que hay que tomar una decisión: ¿se quiere que los estudiantes de secundaria aprendan datos químicos como los símbolos de los elementos, el significado de los números cuánticos, el balanceo de reacciones redox, los tipos de enlace químico o los métodos de obtención del azufre? Mi opinión es que sería más deseable que en ese nivel los estudiantes puedan tener una idea general, pero clara, de los objetivos, métodos y posibilidades de la Química, que permita despertar sus intereses para que, dado el caso, prosigan con un estudio más profundo de esta ciencia.

Una manera de poner en práctica este enfoque sería que la enseñanza de la Química en secundaria adoptara varias de las "técnicas" de la divulgación científica. Como he mencionado en otro sitio, la divulgación de la ciencia se diferencia de la enseñanza fundamentalmente porque no hay una evaluación (ausencia de un "contrato educativo"). Sin embargo, la necesidad que tiene la divulgación de garantizar el interés del público, y las estrategias que ha desarrollado para conseguirlo, pueden ser aprovechadas ventajosamente por la enseñanza en un nivel introductorio como es la secundaria.

La propuesta de programa que sirve de fuente para este debate integra buena parte de esta visión divulgativa de la Química. Veamos dos ejemplos de cómo lo logra y qué ventajas puede traer:

— Tradicionalmente, en divulgación se ha tratado de relacionar la información científica con la vida diaria y con asuntos de interés para el gran público. Esto no sólo permite que los alumnos encuentren un mayor interés en los temas tratados, lo cual ya sería bastante beneficio. También facilita la asimilación de los nuevos conocimientos, al relacionarlos con otra información ya presente en sus mentes y no mantener los conocimientos aprendidos en la escuela en islas separadas del "mundo real". A lo largo de los contenidos propuestos para los dos cursos de Química, encontramos muchos puntos de enlace con temas como los compuestos y reacciones químicas presentes en nuestro cuerpo, en



alimentos, medicamentos, plásticos y combustibles.

— Otro recurso común en divulgación es el tratar preferentemente los temas más generales. Esto es una consecuencia de la forma en cómo el conocimiento científico presenta varios niveles de profundidad. El conocimiento de nivel más profundo necesita más información como contexto para ser comprendido. Entre más profundamente quiere tratarse un tema, más hay que explicar. Tiene que tenerse muy claro hasta qué nivel se quiere llegar en secundaria. La propuesta que nos ocupa ha eliminado gran parte de los temas demasiado detallados que eran tradicionales, como la nomenclatura química, el estudio de aniones y cationes, los métodos de obtención de minerales y compuestos industriales (ácido sulfúrico, acero) y varios más. En cambio, presenta temas más generales y cercanos a la experiencia diaria, como el agua, el ambiente, las combustiones, etcétera, que permiten tratar muchos de los temas básicos de la química sin una profundidad innecesaria y dentro de un contexto unificador. Conjuntamente, es deseable que en la evaluación se dé prioridad a los conceptos generales, y los datos detallados tengan importancia sólo como casos concretos de los mismos.

También se han incluido otros recursos divulgativos, como el enfoque histórico o la insistencia en un lenguaje poco técnico.

La propuesta, por supuesto, puede ser mejorada. Existen algunos puntos que han

quedado descontextualizados, como los referentes a mediciones, disoluciones y concentración, catálisis y electroquímica. Habrá también que evaluar la efectividad de puntos como el tratamiento de reacciones generales de descomposición y de síntesis, o el estudio detallado de las oxidaciones o los factores que influyen en la solubilidad.

Muchas de las decisiones tomadas en el tratamiento de los contenidos obedecen, me imagino, a un interés en propiciar un aprendizaje lo más "formativo" posible. No hay, sin embargo, que caer en una enseñanza demasiado general, sin ningún punto de apoyo en hechos y datos concretos. A pesar de tener, como divulgador, una tendencia a los enfoques generalizadores, creo que un componente puramente "informativo" es necesario en la enseñanza de las ciencias. En mi opinión, esta propuesta logra en gran medida el tan anhelado balance entre el aspecto "informativo" y una visión más "formativa" de la Química.

Un punto especialmente oportuno es que se hayan incluido temas expresamente enfocados a combatir la "quimifobia". En una época en que el "ecologismo" mal entendido llega a hacer la palabra "químico" sinónimo de "dañino" o "contaminante", es necesario asegurar que los alumnos que inician su contacto con la Química estén libres de prejuicios contra ella. Hay que subrayar que la Química es importante, sobre todo frente a concepciones que llegan a considerar que los alumnos deben aprender temas de Física o Biología, pero que la Química no es tan útil ni tan cercana a su experiencia diaria.

Tomando en cuenta que en la elaboración de la propuesta que nos ocupa han participado personas con una larga trayectoria en la práctica de y la investigación sobre la enseñanza de la Química, no es sorprendente hallar en ella numerosos aciertos y elementos novedosos. Es de esperarse que, pasada una primera etapa en la implantación de los nuevos programas para la educación secundaria, pueda realizarse una evaluación y adecuación de los mismos, con lo que se garantizaría que la enseñanza de la Química en la secundaria sea cada vez mejor y nos acerque a la meta de proporcionar una cultura química y científica a la población de nuestro país. 

LA QUÍMICA EN LA EDUCACIÓN MEDIA

Adela Castillejos Salazar*

A continuación presento mis comentarios sobre el documento que incluye los contenidos programáticos y una serie de recomendaciones para los autores que colaborarán con las compañías editoriales en la elaboración de textos para la asignatura de química en segundo y tercero de secundaria.

En primer lugar comentaré de manera general ambos programas y sus recomendaciones y, posteriormente, lo haré en forma particular.

COMENTARIOS GENERALES

■ Los contenidos programáticos propuestos son mucho más adecuados para la enseñanza de la química en nuestro país, que los que actualmente existen. Es muy buena idea presentar a los alumnos conceptos relacionados con su vida cotidiana que, por lo mismo, favorecen el proceso de enseñanza-aprendizaje, destacando la importancia que tiene el estudio de esta ciencia para el desarrollo de la humanidad y para la solución de los problemas que nos aquejan.

■ Hacer énfasis en los recursos que tiene nuestro país y el potencial que existe en éste, y el destacar la importancia que tiene contar con más y mejores científicos, es algo fundamental.

■ Presentar los conceptos y las operaciones de la química mediante hechos experimentales es indispensable pero, para lograr que esto se alcance de manera adecuada, es necesario que se cuente con una planta de profesores bien preparados, que dispongan de tiempo suficiente para preparar los materiales y equipos que se utilizarán en los laboratorios o en el aula de clases, y que sean lo suficientemente creativos para obtener el mayor provecho de

este trabajo experimental. Es un error pensar que los profesores que imparten enseñanza experimental deben ser los más novatos. Se requiere de un alto conocimiento de la química y una gran habilidad para lograr ser un buen profesor del laboratorio. Por ello, antes de que se inicie la implantación de estos nuevos programas, a la brevedad posible, es necesario empezar a formar excelentes profesores experimentales. De no ser así, los programas escritos en el papel, pueden ser muy buenos, pero la realidad a la hora de su aplicación, no.

La idea de buscar prácticas o experiencias de cátedra que se puedan llevar a cabo con material fácilmente adquirible por el alumno está muy bien. Pero, coincido con lo escrito en el documento, en el sentido de que es difícil proponer experimentos que se puedan realizar con materiales sencillos y que a la vez permitan que el alumno entienda el propósito del experimento.

Lograr lo anterior, a lo largo de todo un libro de texto, será un reto difícil de alcanzar para los autores.

■ Eliminar contenidos complejos y nunca bien entendidos, como por ejemplo, los modelos atómicos posteriores a Rutherford, me parece excelente idea. Todos los profesores de química del nivel medio y medio superior hemos padecido, con distinta intensidad, según el grupo de alumnos que nos toque y el nivel de conocimiento que tengamos de estos temas, tener que explicar conceptos tan abstractos. En el mejor de los casos, podemos explicarlos bien, pero, la mayoría de los alumnos no logran comprenderlos.

■ El tiempo propuesto para el curso de primero de Secundaria es excesivamente corto. Dos horas a la semana es completamente insuficiente, si se pretenden presentar en forma correcta los temas propues-

tos, realizar trabajo experimental, discutir a profundidad los resultados obtenidos en el laboratorio y lo que se haya dejado investigar, contrastar lo que se sabía antes de iniciar el estudio de un determinado tema con lo aprendido después del proceso mencionado y, por último, concluir adecuadamente. Considero que, para lograr lo anterior, al menos se debía de disponer de 3 horas semanales para impartir el curso mencionado.

■ Es un acierto relacionar continuamente, a lo largo del curso, los temas de química con los que se imparten en otras asignaturas afines, como por ejemplo, la biología, la física y las matemáticas. Para lograrlo se requiere propiciar reuniones académicas periódicas entre los profesores que imparten estas asignaturas. No basta seguir el libro de texto.

■ También considero que es útil e indispensable introducir pasajes históricos y minibiografías durante el curso. Efectivamente, el alumno debe darse cuenta de que la ciencia no es un misterio o magia, sino producto del trabajo de muchos hombres y mujeres como ellos, que se enfrentaron a muchos problemas de todo tipo⁸ y, en algunos casos, similares a los que ellos se enfrentan cotidianamente. Es recomendable que los profesores de química tengan reuniones de tipo académico con los profesores del área social, como por ejemplo con los profesores de historia, para alcanzar el objetivo citado al inicio de este párrafo.

Conviene señalar que actualmente contamos en México con amplia bibliografía escrita por reconocidos científicos mexicanos que tratan estos temas de manera muy amena y atinada.

■ En cuanto a la propuesta de fomentar el trabajo en equipo y promover que el alumno se exprese correctamente en forma oral y escrita, estoy absolutamente de acuerdo. Un buen profesor de cualquier asignatura debe propiciar que ocurra lo anterior durante sus clases. El problema a resolver aquí es que para alcanzar este objetivo, el maestro debe saber trabajar en equipo y dominar el lenguaje oral y escrito. Además, debe contar con tiempo suficiente para poder calificar los informes que le presenten sus alumnos y, entre otros as-

*Facultad de Química, UNAM.

pectos, evaluar lo indicado en este inciso.

■ Es importante que en todos los bloques planteados se indique la profundidad que se alcanzará en cada uno de los temas propuestos, para que los nuevos programas del nivel medio superior tomen como punto de partida lo visto en el nivel medio y no ocurra lo que sucede actualmente, en que se repiten los temas vistos en ambos niveles y en muchas ocasiones se estudian con la misma profundidad. Esto hace que el alumno de preparatoria, en muchas ocasiones, se aburra en clase de química.

■ Para terminar con mis comentarios generales, quiero enfatizar que el éxito en la implantación de cualquier programa o plan de estudios, radica en el grado de preparación que tengan los profesores que lo impartirán.

También, debe considerarse seriamente, el hecho de que un buen profesor de

química requiere horas pagadas para planear su clase teórica y experimental, y para evaluar los informes que presenten sus alumnos como resultado de las investigaciones que se les dejaron y del trabajo práctico que desarrollaron en el laboratorio. Es necesaria la retroalimentación para que el proceso enseñanza-aprendizaje sea efectivo.

Comentarios particulares

■ Los temas y los contenidos presentados en el programa de **Química I**, me parecen adecuados. Sólo quiero recomendar el uso de audiovisuales, de experiencias de cátedra, la lectura de libros de divulgación de la ciencia, las visitas a diferentes centros de trabajo y la presencia de conferenciantes de reconocido prestigio, que apoyen de manera más efectiva lo visto en clase o en el laboratorio.

■ En cuanto a los temas y contenidos del programa de **Química II**, me parece que son demasiado ambiciosos. En particular, lo planteado en el bloque 6, es decir el tema de **electroquímica**, me parece complicado para presentarlo en la secundaria. La experiencia que he adquirido impartiendo clases en el nivel medio superior, es que éste es un tema que se les dificulta comprender. Me parece que es más adecuada su presentación en los cursos de preparatoria.

En cambio, sugiero que en este curso se haga más énfasis en el estudio y la resolución de problemas sencillos de estequiometría.

Eliminar este bloque permitirá al maestro y al alumno tener más tiempo para desarrollar dos procesos fundamentales en el estudio de esta interesante e importante ciencia, el análisis y la síntesis. ✍

“TODO LO QUE LA QUÍMICA ENSEÑA”

Rosa María Catalá Rodes*

Enseñar química a nivel secundaria no ha sido ni será tarea fácil. No sólo por la “mala fama” que tiene de por sí la materia (García, 1991), sino también por la falta aparente de conexión entre la realidad personal de los alumnos y los temas de estudio.

El primer problema, esa “quimifobia” que se viene desarrollando en los últimos 40 años, no sólo en torno a la química, sino a las ciencias en general, parece haberse disparado en la década de los ochenta y sigue encontrando un eco significativo en la actualidad. Lamentablemente problemas como la contaminación, la carrera armamentista, la deshumanización de la sociedad por los avances tecnológicos, etcétera, han resultado lo suficientemente graves para eclipsar casi en su totalidad lo bello y positivo del conocimiento científico y la calidad de vida que hemos alcanzado con él.

Entre los factores que menos nos ayudan en este sentido, se encuentran los medios masivos de comunicación, en particular la televisión y las películas de video (que los muchachos pueden ver cuantas veces quieran, con lujo de detalles).

Un chico de secundaria ve, en promedio, unas 4 horas diarias de televisión y lo que aparece en la pantalla no está particularmente de nuestro lado. Los programas actuales, llámense caricaturas, películas o noticieros, se han encargado de mostrar casi exclusivamente el lado oscuro de las ciencias, apareciendo éstas como incomprendibles (por lo tanto irrelevantes) y ejercidas por personas inadaptadas, aisladas, despistadas y poco ambiciosas (cuando nos va bien). En el otro extremo, el más dañino, los científicos resultan personajes malvados y destructivos (Eisenberg, 1993).

El segundo aspecto que nos dificulta la tarea, pero en el que siempre será más fácil incidir para solucionarlo es el de lograr que el alumno relacione estrecha y

positivamente el conocimiento científico con el mundo que lo rodea, desde sus primeros cursos hasta la formación profesional.

Los contenidos sugeridos de los nuevos programas de **Química I** y **II** para segundo y tercero de secundaria representan un enorme y esforzado primer paso en la dirección correcta, dados los nuevos enfoques y los temas presentados.

La amplia gama de fenómenos que se presentan a través de temas de gran interés (medio ambiente y la química de los productos caseros, por ejemplo) así como la inclusión de datos y hechos sobre la química en México son aspectos muy positivos y novedosos. Éstos sin duda reducen significativamente la brecha que marcaba la química desarticulada y pobre de los cursos tradicionales con la realidad actual de los jóvenes en nuestro país.

Resulta prácticamente un ejercicio estéril presentar modificaciones u objeciones precipitadas, especialmente por tratarse todavía de programas tentativos. El periodo de aplicación a nivel piloto y la puesta en marcha de los programas definitivos a partir del próximo año enseñarán tanto a los diseñadores del nuevo temario como a los que lo pondremos en práctica, qué aspectos cambiar, ampliar o eliminar

*Coordinador de Enseñanza Experimental
Colegio Madrid.

según se requiera. Necesitamos ahora tiempo y mucho empeño para hacer las cosas bien.

APRENDER HACIENDO

Dedico ahora un espacio a la importante tarea de cómo implementar un método exitoso para la impartición de los contenidos en nuestros cursos. El documento que acompaña los programas ofrece varias sugerencias (correlación de la química con otras materias, la formulación de preguntas y generación de trabajo de grupo, etcétera). Hay, sin embargo, un aspecto que

predichos por la teoría, me dije "Esto es sensacional". Ya nunca lo dudé y por supuesto, estudié química.

¿Cuál fue la diferencia? ¿Por qué recuerdo y recuerdan otros tan vívidamente estas raras experiencias? Sin duda al poner en práctica lo aprendido, al "meter las manos", hicimos nuestro el conocimiento, y disfrutamos enormemente de sabernos asimismo poseedores de una habilidad. Y es que la química como ciencia enseña muchas cosas aparte de los mejor o peor diseñados, nuevos o antiguos contenidos de los programas.



considero se encuentra en posición preponderante dentro de estas propuestas: el del aprendizaje mediante experimentación.

La química, al igual que la física o biología, es una disciplina eminentemente experimental. Muchos de los que algún día fuimos alumnos guardamos pocos o casi nulos recuerdos conscientes de lo que estudiamos en la secundaria o preparatoria. Curiosamente esos recuerdos, casi infaliblemente nos llevan a algún laboratorio donde cierto experimento exitoso nos dejó una enseñanza imborrable. Otros, tal vez logren invocar cierta clase, donde el profesor abordó o concluyó algún árido tema con una reveladora experiencia de cátedra. Mi caso es tan dramático que cuando titulé una pastilla de Cevalín con hidróxido de sodio a concentración conocida y obtuve 495 mg de ácido ascórbico contra los 500

¿QUÉ MÁS NOS ENSEÑA LA QUÍMICA COMO CIENCIA EXPERIMENTAL?

La enseñanza experimental hace mucho más que apoyar o complementar los temas de un programa de química o cualquier materia científica, su papel relevante está en despertar y desarrollar la curiosidad de los alumnos, ayudándolos asimismo a aprender a pensar críticamente (Whitla, 1973).

Un curso teórico llevado de la mano de una enseñanza experimental persistente y creativa por parte de los alumnos, logrará poner de manifiesto todas las habilidades básicas que enseña la ciencia por sí misma. Aprender de este modo resulta atractivo y útil para todos los alumnos, independientemente del área de estudio por la que se inclinen. Aprender haciendo trasciende en la vida de un estudiante y aplicará su capacidad de raciocinio en cual-

quier circunstancia de su vida, mejorando la calidad de ésta.

Ese estudiante desarrollará y utilizará de forma mucho más eficiente las siguientes habilidades (Padilla, 1985):

1. Básicas

OBSERVACIÓN: Uso de los sentidos para la obtención de información sobre un proceso o evento.

INFERENCIA: Afirmación sobre la naturaleza de un objeto o evento basada en la obtención previa de información sobre el mismo.

MEDICIÓN: Descripción de las dimensiones de un objeto o evento a través del uso de patrones conocidos.

COMUNICACIÓN: Uso de palabras o símbolos gráficos para describir una acción, objeto o evento.

CLASIFICACIÓN: Agrupamiento u orden de objetos o eventos en categorías basado en propiedades o criterios.

PREDICCIÓN: Establecer el advenimiento y resultado de un evento futuro basado en un patrón de evidencias.

2. Integradas

CONTROL DE VARIABLES: Capacidad de identificar las variables que pueden afectar el desarrollo y resultado de un experimento, manteniendo la mayoría de ellas constantes mientras que se manipula exclusivamente la independiente.

DEFINICIÓN OPERACIONAL: Establecer cómo medir una variable en un experimento de acuerdo con las condiciones y materiales disponibles.

FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS: Establecer los resultados esperados de un experimento antes de a la realización del mismo.

INTERPRETACIÓN DE DATOS: Organización de datos, análisis de los mismos para llegar a conclusiones.

EXPERIMENTACIÓN: Capacidad de llevar a cabo un experimento, desde la formulación de la pregunta adecuada, establecimiento de hipótesis, identificación y control de variables, diseño de un mecanismo o proceso factibles, manipulación adecuada de los materiales, registro e interpretación de resultados.

FORMULACIÓN DE MODELOS: Crear un modelo físico o mental de un proceso o evento.

CONCLUSIONES

Los nuevos contenidos en los programas tentativos para los cursos de Química I y II en secundaria pueden mostrar numerosas carencias para unos, excesos para otros... probablemente la discusión siga hasta que se dé una próxima propuesta dentro de 5, 10 ó más años, donde nuevamente se plantearán dudas y cambios profundos como ahora.

Renovarse es vivir, y nosotros maestros de química, debemos ocuparnos activamente en mantener nuestra química bien viva.

Mi apuesta va por un aumento de atención en la preparación de clases, obligándonos por consigna a introducir en la medida de lo posible la actividad experimental continua. En el salón, en el laboratorio, en la casa. En donde sea. No tiene que ser una limitante la falta de espacios o recursos en la escuela. Hoy en día existe numerosa bibliografía que describe, con materiales muy sencillos, la realización de variadas actividades con las que los alumnos pueden aprender mucha química y desarrollar las habilidades tan preciadas descritas anteriormente. Con el tiempo, estas actividades llevan espontáneamente al alumno, en un proceso paulatino y lógico, a plantearse sus propias preguntas y tratar de resolverlas por sí solo. La autoestima que se desarrolla en los estudiantes a través de este proceso es enorme y su integración a la sociedad, contrariamente a los *nerds* que nos presentan las películas, será consecuentemente normal y muy probablemente exitosa, entendiendo éxito como lograr ser y hacer lo que a uno lo hace feliz. 

BIBLIOGRAFÍA

García Fernández, H. Reflexiones en defensa de la Química. *Educación Química*. Enero 1991.

Eisenberg, Anne. *Scientists in the Movies* (Ensayo). *Scientific American*, Abril 1993.

Mechling, K y Oliver, D. *Science Teaches Basic Skills*. NSTA, Washington, 1983.

Padilla, M.J. The development and validation of the test of basic process skills. Ponencia presentada en la reunión anual de la NARST, 1985.

SONATINA "DESESPERACIÓN", CUASI UNA CRÍTICA

Horacio García Fernández*

PRELUDIO: *ANDANTE TRISTÍSIMO*

En primer lugar quiero destacar la importancia que tiene el decidir que los problemas de la educación en el nivel Secundario, deben ser objeto de análisis crítico y preocupación en la comunidad académica universitaria del área respectiva.

Por otro lado, hace tiempo está presente la necesidad de establecer vínculos entre las instituciones responsables de la educación en los diferentes niveles de escolaridad. El divorcio tan largamente sostenido, por ejemplo, entre la planeación curricular de la SEP y la de la UNAM, ha traído consecuencias funestas para los estudiantes. Estoy convencido que una de ellas, derivada de la repetición inútil de contenidos con que se atormenta a los niños y adolescentes mientras estudian química en las escuelas, es causa del desinterés que aparentemente presentan al llevar una y otra vez, de un año a otro, de un nivel educativo al siguiente, los mismos temas tratados de la misma manera.

Esta repetición de contenidos se ha justificado siempre en un nivel por el fracaso en el anterior; de la licenciatura la "papa caliente" se pasa al nivel medio superior, y la responsabilidad se sigue trasladando hacia atrás, hasta llegar a la primaria, donde por fortuna la crítica se detiene porque todo el mundo sabe y tiene que asumir que el nivel educativo de mayor éxito es el pre-escolar, y no puede criticarse lo que es mejor.

En la primaria no se busca ni la relación vertical del conocimiento que allí se pretende que adquieran los niños con el que más adelante construirán en secundaria ni, mucho menos, la relación horizontal con asignaturas del mismo grado. En la secundaria se pretende impartir un cono-

cimiento básico de carácter general, que en todas las asignaturas resulta mucho más que "general": abundante, excesivo, desconectado de los intereses del adolescente y de las condiciones reales de su desarrollo personal y social; por lo más, distintas de unas a otras escuelas, de unas a otras ciudades, a otros pueblos, comunidades y ámbitos familiares.

Tampoco se buscan estas relaciones en el nivel medio superior, y en la licenciatura los maestros están demasiado satisfechos consigo mismos, como para siquiera dudar de lo que hacen.

Por eso, más allá de las brillantes exposiciones de marcos teóricos de trabajo, fundamentadas por educadores, psicólogos, médicos, comunicólogos y demás especialistas e investigadores de la educación, la práctica educativa sigue constituyendo en la realidad, mucho más un arma política necesaria para la manipulación de la economía y la sociedad, que un auténtico proceso educativo.

Si la educación se contemplara como un conjunto de acciones dirigidas a favorecer el desarrollo de cada individuo de acuerdo con sus potencialidades y naturaleza, se lograría que el hombre y la mujer del futuro lo fueran en mayor medida, dando en consecuencia sociedades distintas, más justas y equitativas, más capaces de elevar la calidad de vida en el planeta.

La educación está pervertida en nuestra época. Y lo está de la peor manera que puede darse una perversión: sin conciencia de ella.

Analizando la situación económica y política del país, hoy más que nunca tenemos que preguntarnos: ¿Qué es la educación? ¿A quién debe servir en primer y fundamental término? ¿A cada individuo y como consecuencia a la sociedad o a los que dirigen la economía y la política en el mundo?

*Facultad de Química, UNAM
México, D.F. 04510

Es en el marco de las respuestas que demos a estas preguntas, que nuestro papel, frente a, y con los estudiantes, tendrá un sentido u otro. Y son esas respuestas las que nos dirigirán, entre otras cosas, a fundamentar el análisis de cualquier propuesta de cambio curricular o de cualquier cambio de programas o contenidos de los mismos.

**PRIMER MOVIMIENTO: ALLEGRO
MODERATO UN TANTO AGITADO**

Como decíamos en el Preludio es, más que importante, necesario, que en las universidades surja la preocupación por incidir en el análisis e investigación de la problemática educativa en niveles anteriores al de la licenciatura.

En el caso concreto de la UNAM, el interés en el nivel medio superior es una consecuencia de asumir que el Colegio de Ciencias y Humanidades y la Escuela Nacional Preparatoria, forman parte vital de su estructura. En contra de quienes desde las alturas de alguna excelencia de posgrado, piensan que le convendría a la UNAM prescindir de ese nivel, nosotros pensamos que esta decisión sería semejante a la de aquel cerebro que decidiera amputarse una pierna o un riñón, al fin y al cabo tenemos dos, porque estos órganos "inferiores" no le ayudan a pensar.

Es más, no sólo es necesario apoyar acciones para elevar la calidad de la educación en el nivel medio superior, sino que es indispensable acudir a tender puentes de comunicación funcionales entre ese nivel con sus antecedentes: secundaria y primaria, y sus consecuentes: licenciatura y posgrado.

De ahí la justificación de abrir a debate a este tema.

En México, los programas de química para secundaria incluyendo el presente, o siguen de manera ciega modelos que están fracasando en el extranjero, o son elaborados, en el mejor de los casos, por personas egresadas de la Facultad de Química con insuficiente experiencia y contacto con los grandes problemas de la educación, que por lo demás, hace mucho tiempo han sido planteados por los educadores aunque hoy tienden a perderse de vista:

— ¿A quién se trata de conducir en el

proceso educativo?

- ¿Hacia dónde se pretende conducirlo y por qué?
- ¿Quién define las metas del proceso y cómo se justifica esta elección?
- ¿Quién pretende ser el conductor del proceso educativo y por qué y cómo se justifica su acción?
- ¿En qué condiciones y con qué métodos y materiales de apoyo pretende hacerlo?



Los objetivos de cada nivel educativo son diferentes a los de otros pero el efecto final en el egresado de licenciatura es una consecuencia del éxito o fracaso en cada uno de los anteriores.

No son las mismas razones las que justifican incluir la asignatura "Química General" en el primer semestre de licenciatura de la Facultad de Química que en 2º de Secundaria y, sin embargo, hasta el momento parece ser que la razón es la misma: "Aprender Química", como si este conocimiento "puro" no tuviera efectos diferentes en cada nivel.

Así, el interés principal de los autores de programas de Química se dirige a los contenidos y se centra en ellos, sin tomar en cuenta la significancia de los mismos, y a buscar métodos más eficaces para transmitirlos, sin tomar tampoco en cuenta los efectos educativos en los diferentes niveles

en que se proponen.

La solución no está en la que llaman "simplificación del programa", sino en hallar contenidos que interesen a los estudiantes, les digan algo, les sirvan para entender mejor a ellos mismos y al mundo, lugar y circunstancias en que les ha tocado vivir. Nos quejamos porque el aprendizaje actual es un proceso esencialmente memorístico, pero ¿qué hemos hecho para transformarlo en un proceso de apoyo al desarrollo integral de la persona?

Los programas de Química y la justificación que se nos ofrece en el documento que sirve de base al DEBATE, no aportan nada para resolver este problema.

SEGUNDO MOVIMIENTO: MARCHA FÚNEBRE

Cuando en la presentación de los dos cursos que se proponen, se dice que el propósito último de éstos es que "los alumnos se apropien de los elementos principales de la cultura química básica, para enriquecer su visión de México y del mundo y aquilatar equilibradamente los beneficios sociales que nos aporta esta ciencia, así como los riesgos de su utilización inadecuada", y luego nos asomamos a los contenidos, uno se pregunta cómo diablos se va a alcanzar ese propósito si los dichos contenidos son en su mayoría "químicamente puros", es decir, si se trata de contenidos descontextualizados, extraños a la realidad que rodea al estudiante. Uno teme por ejemplo, que la "aquilatación equilibrada" de los beneficios sociales que aporta la Química, vuelva a ser resumida por los maestros como hasta ahora, como una larga lista de las sustancias materiales y productos que esta ciencia y su industria ponen "al alcance del público", para que todos los usen (después de comprarlos por supuesto).

El asunto es que llevamos mucho tiempo convencidos de la evidencia de las bondades de la Química. Y los maestros de aquí y de allá, de todas partes, siguen diciéndose: "pero ¿cómo es posible? ¡con lo importante que es la Química!, ¿por qué no la estudian estas fieras?" Por supuesto, para esos maestros, "estas fieras" son los estudiantes, millones de "fieras" en todo el globo terrestre, que se resisten a sonreírle a la Química y a su maestro o maestra, a

pesar de lo "muy importante" que éstos les dicen que es lo que les están enseñando.

Necesitamos nuevas propuestas de educación química, sobre todo, necesitamos programas *verdaderamente nuevos* para los cursos de primer contacto de los niños, adolescentes y jóvenes, con la química. Programas mucho menos formales, mucho menos preocupados por hacer, de un adolescente que apenas busca ubicarse en una realidad que no entiende y, o, que le disgusta, un "pequeño investigador". Necesitamos programas revolucionarios, no programas de avance, o que pretendan avanzar "un poquito" en la dirección supuestamente correcta, como son los que se nos ha propuesto analizar. Necesitamos programas diseñados con mayor sensibilidad hacia lo que vive el adolescente y su estado real de desarrollo bio-psico-social.

Necesitamos programas en los que no se desconfíe de la capacidad de los maestros para utilizarlos adecuadamente como herramientas en su labor educativa, ni de la capacidad de los niños, adolescentes y jóvenes para construir con su ayuda, un conocimiento más adecuado de la realidad que los envuelve y de la que forman su frente parte.

Y los programas que comentamos no tienen, por desgracia, estas características. Están diseñados desde "arriba y afuera" del momento de vida de los sujetos a quienes se va a obligar a estudiarlos y aprenderlos, cuando en mi opinión, la propuesta de contenidos debería partir del interior del adolescente, es decir, de sus intereses y preocupaciones; dirigirse hacia el exterior, al ambiente (ecológico, social, político, económico, humano) que lo rodea y regresar hacia el interior de ese adolescente para responder a sus inquietudes y generarle otras de mayor profundidad y alcance social.

En los programas que analizamos se insiste en algo que parece inobjetable; la enseñanza experimental. Sin embargo la presentan nuevamente como un remedio universal y automático a la enfermedad internacional que representa el desinterés y la antipatía de los estudiantes por esta ciencia, sin que se note preocupación alguna por mostrar la verdadera significancia del contenido del experimento.

Y así vemos cómo en otros países, hoy dominadores, se insiste en el diseño de equipo y prácticas, experiencias de clase maravillosas, sin que esto se traduzca en mayor interés de los estudiantes por asimilar la asignatura.

¿No será que no basta experimentar, sino que, *para que tenga efecto educativo* el experimento propuesto debe responder a alguna pregunta importante que se hace no el maestro sino el joven estudiante?

¿No será que para lograr que la ense-



ñanza experimental tenga el efecto positivo que de ella se espera, debe ser ante todo *significativa para el alumno*, cosa que no es en la actualidad?

Los autores de estos programas parecieran preocupados por la significancia de contenidos cuando introducen en el bloque uno: "la química y tú", nombre que promete mucho más de lo que en realidad ofrece, algunos temas como "importancia de la química para el ser humano y el ambiente", "Química en los organismos vivos", "Química en el hogar", "Los alimentos y el cuidado de la salud"; pero "la puerca empieza a torcer el rabo", cuando más adelante vuelven a surgir los contenidos de siempre: "la masa y sus unidades"; "ley de la conservación de la masa. Lavoisier"; "el volumen y sus unidades"; "la balanza y los recipientes volumétricos"; "densidad".

Y al continuar, en el bloque 2, surge con violencia la tradición presente en la mentalidad de los autores del programa: "Estados de agregación de la materia"; "Mezclas homogéneas y heterogéneas"; "Disoluciones, coloides y suspensiones".

Estamos de nuevo en la antigua propuesta de contenidos "químicamente puros", es decir, descontextualizados.

A partir de ese momento, las buenas intenciones de los diseñadores de estos programas, declaradas en las recomendaciones generales, *no pueden cumplirse*, porque los mismos no conducen a los maestros para que las hagan realidad. No les será posible a los estudiantes, estudiando lo que aquí se les pide, descubrir la importancia vital, cultural, humana, histórica, política y económica que tiene la química. No lo descubrirán ni en México ni en el resto del mundo y así, el interés por dedicarse al estudio de profesiones del área de química, seguirá disminuyendo entre los jóvenes mexicanos precisamente ahora, cuando el país necesita más urgentemente que nunca, elevar el número de profesionales e investigadores de la misma.

Con programas como estos que analizamos, la decisión de cursar esos estudios profesionales, seguirá siendo el resultado de un accidente. El accidente de tropezar en la secundaria con un maestro capaz de despertar su interés por la Química.

TERCER MOVIMIENTO: *PRESTO VIVACE*, UN TANTO CUANTO MOLESTO

Algunos aspectos de los programas comentados nos permiten afirmar que los diseñadores no están suficientemente sensibilizados ante los problemas que hemos planteado.

¿Por qué afirmamos esto? Veamos.

En el bloque 5 de Química II (tercero de Secundaria) se propone este orden de contenidos: "Dióxido de carbono y el calentamiento global del planeta"; "Dióxido de azufre y nitrógeno, precipitación ácida". Para empezar, el término presente en los medios de comunicación y en el lenguaje popular no es "precipitación ácida", sino simplemente "lluvia ácida", y creo que éste es, por su familiaridad, el que debería emplearse.

Pero eso no es lo más importante. Lo que aquí se presenta es un claro ejemplo de una de las afirmaciones que hicimos en el "primer movimiento" de esta "Sonatina": el interés fundamental de los diseñadores de estos programas de Química se ha centrado en los contenidos "químicos" (*vgr.* dióxidos de azufre y nitrógeno), perdiendo de vista que lo más importante es su significación (*vgr.* los efectos ecológicos) y que sólo ésta justifica su inclusión en dichos programas.

Los problemas que perciben los adolescentes de 3º de Secundaria gracias a los medios de comunicación y a las conversaciones que escuchan, son el "efecto de invernadero" (y sus posibles y terribles consecuencias) y la "lluvia ácida".

Por tanto, la propuesta, en mi opinión debería partir de estos problemas que, insisto, gracias a los periódicos, revistas, radio y TV preocupan a los adolescentes y a todo público, y llegar a su explicación química y al papel que en ellos juegan el dióxido de carbono y los otros óxidos mencionados, aprovechando la ocasión en el caso de la lluvia ácida para alcanzar conceptos como: ácido y base, acidez y alcalinidad.

Estoy convencido de que debemos partir de lo que ya es conocido por el adolescente, o vivido por él como preocupación, para ayudarlo a encontrar respuestas a través del conocimiento. Partir del hecho para llegar a su explicación; por ejemplo, partir de la tragedia colectiva que fue la explosión en Guadalajara para aclarar con conocimientos químicos, cómo y por qué se produjo, y luego generalizar sobre qué es una explosión.

Por último, considero que introducir en el bloque 6 ("Electroquímica") el tema "El impulso nervioso. Iones en acción" es un error grave. Promete mucho más de lo que llegará a cumplir, como podrá decir cualquiera que se haya asomado a la complejidad de la transmisión del estímulo nervioso. Para acercarse a entenderlo se requiere mucho más que electroquímica; se requiere conocer el funcionamiento y estructura de las proteínas de membrana.

Y eso aún no está al alcance, ni tiene por qué estarlo, de los estudiantes de Secundaria.

FINALE: PIZZICATO MA NON TANTO

- La asignatura de Química en el nivel medio se debe dirigir a los adolescen-

tes asumiendo que la gran mayoría no va a seguir carreras afines a la misma.

- Tal y como está programada, la asignatura contribuirá a fortalecer y justificar el prejuicio que ya traen los estudiantes contra ella, en lugar de a destruirlo.
- Urge entender cómo "Educación Ambiental" no sólo la relacionada con los problemas ecológicos, sino como la que relaciona los contenidos de los programas con el contexto ecológico, social, cultural, económico y político que envuelve al estudiante y del que forma parte.
- Necesitamos enfrentar de distinta manera a como se ha venido haciendo el problema del cambio de contenidos en los programas.
- Modestamente opino que sólo lo resolveremos cuando lo enfrentemos como un problema académico permanente, a cargo de comisiones académicas mixtas de la SEP, la UNAM y otras instituciones de prestigio como el CINVESTAV, y no como un problema de carácter urgente, mal dirigido y peor resuelto cada seis años. *✍*

QUÍMICA EN SECUNDARIA

Fedro Carlos Guillén*

—¡Usen la cabeza por favor! ¿Quién me dice qué es el átomo?

Nuevamente, silencio.

—A ver tú, Rodrigo, dínos qué es el átomo.

Rodrigo se levanta de su asiento y recita obediente:

—"El átomo es la menor cantidad de materia que puede existir libre y se comporta como individuo (unidad indivisa) en

las reacciones químicas" (Castellanos, 1988).

El maestro suspira satisfecho, pone un punto en el renglón correspondiente al alumno Leal y exclama sonriente:

—¿Ya lo ven? Continuamos con configuración electrónica.

La pregunta salta como un conejo: ¿de qué se ríe el maestro? Podemos conjeturar que supone que la recitación del niño Leal es una muestra evidente e indiscutible de las bondades de su técnica educativa, premisa desde luego falsa.

Con esta pequeña alegoría que, me parece, ilustra un hábito más que una

excepción quisiera introducir mi participación en este debate.

La enseñanza de la ciencia en nuestro país, salvo excepciones invisibles para efectos prácticos, se ha enmarcado dentro de un esquema institucional caracterizado por su notable falta de flexibilidad. (No en vano los inspectores de enseñanza media utilizan como único criterio evaluatorio el cumplimiento irrestricto de lo programado). Existe una visión propedeútica de la ciencia en la que simplemente se prepara al estudiante para un curso universitario que, desde luego, nunca elegirá.

Como lo primero es lo primero, deberíamos preguntar: ¿cuál es el objeto del quehacer científico?

Muchas respuestas pueden ser sugeridas: el avance de la humanidad o el conocimiento de los mecanismos que rigen la acción de la materia, o el no menos importante de poder responder a la curiosidad esencial del hombre. Sin embargo, estas caracterís-

* Facultad de Ciencias, UNAM.

Algunas de estas ideas se presentaron en la "Semana de la Escuela Pública" organizada por la Fundación SNTE en 1991.

ticas que en el mundo de la investigación tienen un gran valor, diluyen notablemente su importancia en el ámbito escolar.

Tradicionalmente el proyecto educativo ha sido incapaz de distinguir las diferencias entre las características de los procesos de investigación científica con aquellos propios de la enseñanza de la ciencia. Ésta no es una distinción trivial ya que el diseño curricular de los contenidos científicos ha tenido generalmente un carácter propedéutico. La ciencia persigue el conocimiento; la enseñanza de la ciencia no comparte este propósito de manera necesaria. El laboratorio, por ejemplo, es un lugar donde el científico debe buscar respuestas. El estudiante de ciencia, en claro contraste, debería enfocarlo como un espacio para formularse preguntas. Sin embargo, las propuestas escolares generalmente recrean un esquema en el que el maestro presenta una teoría y luego se dirige al laboratorio a confirmarla. El dinamismo o la posibilidad de interacción con las inquietudes del estudiante son buenos propósitos. Nada más.

La ciencia posee características inherentes de un valor didáctico extraordinario. Sus métodos inciden directamente sobre la promoción de habilidades como la observación, la comparación y la cuantificación que son útiles y necesarias en medios no-científicos. Por otro lado, la educación científica puede ofrecer beneficios que tradicionalmente no han sido reconocidos; la Ciencia —resulta muy importante subrayarlo— es una actividad social que incorpora durante su ejercicio valores y actitudes. Su práctica y el aprendizaje de sus métodos propician la aplicación de elementos como la integridad, la diligencia y la imparcialidad. Aspectos de tanto valor como la curiosidad y la apertura a nuevas ideas son estimulados a través del contacto con la ciencia. Por otro lado, es necesario vincular a la ciencia con los procesos sociales y productivos, esto reitera las demandas de contextualización tan frecuentes en los campos de investigación educativa. Sin embargo, el análisis de la enseñanza de la ciencia nos indica que esta reiteración es necesaria.

El planteamiento educativo debería privilegiar la promoción de habilidades y

valores sobre los contenidos que se articularían como los medios para lograr este objetivo. Por supuesto el concebir cada uno de los temas en vías de acceso, no es un problema trivial, cada contenido es un estimulador potencial de vocaciones tempranas, de conductas ambientales armónicas o de un conocimiento elemental de las leyes que rigen la naturaleza. Sin embargo, los planteamientos educativos institucionales descargan sobre el infortunado estudiante una cantidad compulsiva de información que por supuesto sirve para muy poco. Sería interesante (y ésta es una sugerencia) que se realizara un estudio acerca de los conceptos significativos que un alumno de secundaria ha adquirido a lo largo de tres años. No me parece arriesgado especular que sería un ramillete de pobreza alarmante.

Es en el contexto anterior que considero debe analizarse la propuesta de la Secretaría de Educación Pública con res-



pecto a los contenidos de Química para secundaria. Me parece que el análisis debe centrarse sobre el enfoque que nos ofrece el documento guía.

Creo que el propósito de los programas captura acertadamente la intención de vincular la ciencia con los procesos sociales. Sin embargo, “apropiarse de los elementos principales de la cultura química básica, para enriquecer su visión de México y el mundo...” me parece una meta que no se relaciona entre sí. Me explico: desde luego, es importante que los niños reciban información con un sesgo hacia la realidad nacional y en general de América Latina, y esa intención se explicita en el enfoque; el problema es que no existe correspondencia cabal entre este propósito y la adquisición de cultura química en un niño que debería,

en todos los casos, de tener un valor funcional más que enciclopédico.

Es acertada la recomendación en el sentido de evitar un énfasis teórico y abstracto. Sin embargo, es también obvia. Una de las sugerencias del programa para evitar este problema es la de generar experimentos constantes. Esto es importante; la propuesta sólo puede tener un efecto positivo si se acompaña de una línea más clara que pondere efectivamente la situación material de los laboratorios escolares del país.

Me parece muy buena idea la de dirigir los contenidos en una dirección que desprejuicie a los niños acerca de la química como la causante de los problemas ambientales. También me parece útil la sugerencia de relacionar los temas con los productos más familiares en la casa. Nuevamente creo que es necesaria una mayor explicitación en la manera en que estas ideas tan saludables puedan llevarse a la práctica.

Aparentemente la propuesta educativa marcha en el sentido de revisar menos contenidos (evitar nomenclatura es otro acierto) con mayor detalle. Esto es muy razonable y en general me produce la impresión de que hay sensatez en las ideas que se presentan. En ese sentido mi balance general es positivo. Sin embargo, la propuesta en sí misma (sería interesante conocer la versión final) no relaciona con claridad el listado de contenidos con su enfoque general. En ese sentido me parece que un compromiso institucional es el de explicitar con detalle el sentido y la operación de la propuesta, principalmente cuando los programas sean presentados a los maestros del país. Si esto no sucede, Rodrigo seguirá recitando: “El átomo es la ...”

¿DÓNDE ESTÁ EL CURRÍCULO?

Ana Isabel León Trueba*

El propósito de este escrito es analizar el documento que contiene los contenidos programáticos de la asignatura de química para Secundaria y las recomendaciones a los autores y editores que elaborarán el libro de texto correspondiente.

El documento citado es uno de los productos del proceso de reforma educativa que se está llevando a cabo en nuestro país. Será analizado dentro de ese contexto y en relación con la realidad educativa que pretende transformar dicho proceso de reforma.

LOS PROBLEMAS

Existen serios problemas en la enseñanza de las ciencias naturales en todos los niveles de escolaridad. El rechazo de los alumnos a las materias del área científica, los altos índices de reprobación en éstas, el número reducido de estudiantes inscritos en las licenciaturas relacionadas con las ciencias básicas y la deserción en sus primeros semestres, son manifestaciones de que algo está mal en nuestra enseñanza.

Los profesores comprueban cotidianamente que sus alumnos olvidan pronto lo que "aprendieron". Observan que sólo asimilan retazos o fragmentos de la información que se les proporciona y no logran integrarlos en sistemas conceptuales, que les permitan utilizar lo aprendido para resolver problemas, explicar fenómenos de su realidad o entender una nueva situación.

Una queja generalizada de los profesores, en particular de educación secundaria, es que los programas tienen un número excesivo de contenidos, sin conexión entre sí, y muchos de ellos anecdóticos, obtenidos por reducciones sucesivas a partir de lo que supuestamente se pide en los niveles de escolaridad subsecuentes.

En cuanto a las formas de enseñanza, varios estudios realizados en México y otros países de Latinoamérica muestran que en la educación básica:

- Predominan las clases expositivas. La interacción verbal es iniciada con mayor frecuencia por el profesor y hay una tendencia a ignorar las emisiones espontáneas de los alumnos. Se presentan problemas de comunicación por el manejo de un lenguaje fuera del alcance de los alumnos. (Chile: Arancibia y Roa, 1986) (Brasil: Santana, 1980; Portela, 1980). Con respecto a otras materias se encontró que en ciencias naturales existe una mayor diversidad de actividades aunque se realizan con poca frecuencia. (México: Rockwell, 1982)*
- La actividad más empleada es la formulación de preguntas por parte del profesor quien espera la respuesta del alumno (Colombia: Parra y Tedesco, 1981) (Chile: Hermosilla y otros, 1980).
- La vinculación entre las experiencias del niño y los contenidos de enseñanza es escasa y muchas veces los contenidos les resultan inaccesibles (Chile: López y otros, 1982; Arancibia y Roa, 1986; Flip y otros, 1982) (México: Paradise, 1979; Rockwell, 1980 y 1982; Schmelkes y otros, 1979). Algunos de estos estudios también señalan que no hay integración entre los contenidos de enseñanza.
- El proceso de enseñanza-aprendizaje se sustenta en lo que el profesor hace: dirige la clase, enfatiza el orden y la organización e invierte un alto porcentaje del tiempo en aspectos formales más que en contenidos. Las actividades de aprendizaje están ritua-

lizadas y la mayoría de las veces carecen de significado para los alumnos. (México: Paradise, 1979; Rockwell, 1980 y 1982) (Chile: López y otros, 1982) (Ecuador: Vecino y otros, 1982).

Las formas de enseñanza que aquí se describen se refieren a la educación primaria en la década pasada; sin embargo, es poco probable que nos equivoquemos al pensar que las cosas no han cambiado sustancialmente en ese nivel educativo y que una situación muy similar ocurre en la escuela secundaria.

Lo dicho en los párrafos anteriores evidencia la necesidad de una reforma a la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica. Esta reforma tendría que modificar el currículo y encontrar las estrategias más adecuadas para incidir en la práctica docente cotidiana.

EL PROCESO DE MODERNIZACIÓN EDUCATIVA Y EL CURRÍCULO DE EDUCACIÓN BÁSICA

Las acciones educativas escolarizadas responden, entre otras cosas, a la idea de que hay ciertos aspectos de la formación de los miembros de un grupo social, importantes para la cultura de dicho grupo, que se producirán sólo si se realizan acciones diseñadas *exprofeso* para ese fin. De esta manera, las actividades escolares tienen una finalidad y se llevan a cabo de acuerdo con un proyecto educativo.

La función principal de un currículo es explicitar el proyecto educativo que enmarcará las acciones escolares. Por eso en un currículo se concretan principios de diversa índole (ideológicos, pedagógicos, psicopedagógicos, epistemológicos, filosóficos) mediante prescripciones educativas y normas de acción.

El currículo es un instrumento útil para orientar la práctica educativa. Proporciona elementos para definir las intenciones educativas (qué y para qué enseñar), la organización y secuencia de los contenidos educativos (cuándo enseñar), la metodología de enseñanza (cómo enseñar) y la evaluación (qué, cómo y cuándo evaluar).

Para la formulación de un currículo es necesario recurrir a diferentes fuentes. Ya en 1949 Tyler señalaba que el análisis

*Fundación SNTE para la Cultura del Maestro Mexicano

* La fuente de donde se obtuvo la información y los estudios que aquí se citan es la primera de la bibliografía.

sociológico,¹ el psicológico² y el de la estructura interna de las disciplinas³ son fuentes necesarias pero por sí solas no suficientes, se requiere de la información proveniente de las tres. Cesar Coll en su libro *Psicología y currículo* añade una cuarta: la experiencia pedagógica.⁴

Dedico los párrafos anteriores a señalar algunos aspectos sobre el currículo porque permitirán comprender la principal crítica que en este artículo voy a hacer al documento motivo de este debate: los contenidos de los programas de química para secundaria que se presentan en el documento no fueron seleccionados y organizados con base en una propuesta de diseño curricular, es decir, las personas que los elaboraron no conocen el proyecto educativo de la SEP para este nivel escolar pues hasta la fecha no ha sido definido.

Los contenidos seleccionados y las recomendaciones a los autores no responden a intenciones educativas previamente establecidas para la educación básica (primaria y secundaria) ni a una estructura curricular que sitúe los propósitos y contenidos de los cursos de química dentro del esquema general de la educación secundaria. Esto sucede no porque se desconozca la necesidad de una propuesta curricular sino porque ésta no se ha terminado de elaborar.

Esta carencia se refleja en los planteamientos, contenido y características del documento fuente del debate. Lo que en él se expresa no permite dar respuesta a



preguntas esenciales como las siguientes:

- ¿Para qué enseñar ciencias naturales en secundaria?
- ¿Por qué se eligió la enseñanza por asignaturas y no por áreas?
- ¿Cuáles son los contenidos esenciales y cuáles los secundarios?
- ¿Qué valores y habilidades se quieren desarrollar en los alumnos mediante la enseñanza de la química?
- ¿Qué enfoque metodológico es el más adecuado? ¿Por qué?
- ¿Qué papel tienen las actividades experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje?
- ¿Qué lugar tiene el alumno, sus ideas y formas de razonar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química?
- ¿Cuáles actividades de aprendizaje son más efectivas?
- ¿Con que nivel de complejidad se tienen que abordar los contenidos que se proponen?

Seguramente el lector tendrá muchas otras preguntas como las citadas.

Cesar Coll (1987, p. 29) señala: “El camino que lleva a la formulación de una propuesta curricular es más bien el fruto de una serie de decisiones sucesivas que el resultado de la aplicación de unos principios firmemente establecidos y unánimemente aceptados. Lo que importa, en consecuencia, es justificar y argumentar la solidez de las decisiones que vayamos tomando y, sobre todo, velar por la coherencia del conjunto”.

El grave problema de la reforma curricu-

lar para la educación básica (preescolar, primaria y secundaria) iniciada en 1989 es que el proceso de construcción de esta reforma ha sido un proceso caótico, en el que no ha habido continuidad ni en las personas que han intervenido ni en las acciones. Los productos obtenidos del trabajo de los diferentes grupos —los materiales de la prueba operativa en 1990; “Hacia un nuevo modelo educativo” y “Perfiles de desempeño para preescolar, primaria y secundaria” en 1991; las Guías para el maestro en 1992; los guiones para la elaboración de libros de texto en 1993— no tienen relación unos con otros y por lo tanto no forman parte de un proyecto lógicamente planeado. En el momento actual carecemos de una propuesta curricular coherente y se pretende que en un lapso de tiempo muy reducido se elaboren los nuevos libros de texto.

Las consecuencias de este proceso son muy serias. Mencionaré sólo una de ellas como ejemplo:

La carencia de una propuesta curricular y la prisa por tener listos los libros de texto para los alumnos tanto de primaria⁵ como de secundaria obligó a entregar a los autores un documento para cada asignatura con los bloques de contenido y con recomendaciones para la elaboración de los libros de texto correspondientes.

Los autores no tienen información suficiente que les permita definir el enfoque con el que tratarán los contenidos y los criterios metodológicos para diseñar las actividades de aprendizaje o establecer las relaciones entre los contenidos que tratarán en su libro y aquéllos que se abordarán en los libros de la misma asignatura pero de diferente grado o en asignaturas afines.

A partir de la información proporcionada a los autores y dependiendo de la orientación ideológica, profesional y cultural de éstos, se pueden elaborar libros con concepciones educativas muy disímiles. Este problema es mucho más grave en

¹El análisis sociológico proporciona información acerca de las necesidades y características de la sociedad, así como de las formas culturales (contenidos, valores, habilidades, normas, comportamientos, etcétera) cuya adquisición es importante para la formación de los miembros de dicha sociedad.

²El análisis psicológico proporciona información sobre los procesos de desarrollo intelectual, social y afectivo de los niños y jóvenes.

³El análisis epistemológico de las disciplinas permite distinguir los contenidos esenciales de los secundarios, establecer las relaciones entre ellos y encontrar su estructura interna.

⁴El análisis sobre la experiencia pedagógica permite conocer la realidad educativa que se pretende transformar y rescatar las experiencias que han sido exitosas.

⁵Para la elaboración de los libros de texto de primaria se convocó a concurso. A los autores se les entregó un guión didáctico donde se señalan algunos lineamientos generales y los bloques de contenido. Son equivalentes al documento motivo de este debate.

primaria donde existe una alta probabilidad de que los libros ganadores hayan sido elaborados por grupos diferentes con ideas pedagógicas distintas. Así el libro de matemáticas de primero de primaria puede no tener ninguna relación con el de segundo. En secundaria el profesor tiene la opción de utilizar los libros del mismo autor, siempre y cuando éste haya escrito los textos de todos los grados, en el breve tiempo que le den para ello. El documento que estamos debatiendo de ninguna manera es el adecuado para orientar la elaboración de los libros de texto. La SEP debe dar a conocer el currículo de educación básica, promover su debate entre maestros, investigadores y sociedad en general, y después solicitar la elaboración de los textos.

INVESTIGACIÓN Y ORGANIZACIÓN

Las características del actual proceso de reforma educativa de alguna manera reflejan el desarrollo de las instituciones, asociaciones y grupos de investigación en el campo educativo.

Si se analiza el caso de la educación en química se observa que existen muy pocos grupos dedicados a la investigación educativa en esta área y hay poca comunicación entre ellos, no hay asociaciones profesionales de profesores e investigadores. Tampoco existen maestrías o doctorados que formen profesionales capacitados para la investigación, el desarrollo de proyectos educativos y la formación de recursos humanos en el área.

Los problemas están a la vista, las soluciones dependen de nosotros. Necesi-

tamos desarrollar propuestas educativas sustentadas en investigaciones, promover la formación de los docentes de todos los niveles educativos y crear organizaciones profesionales que contribuyan a la discusión educativa en el país. ✍

BIBLIOGRAFÍA

- Arancibia, Violeta, "Didáctica de la educación primaria", en Muñoz Izquierdo Carlos, *Calidad, Equidad y Eficiencia de la Educación Primaria: Estado actual de las investigaciones realizadas en América Latina*, Centro de Estudios Educativos. México, 1988.
- Coll, César, *Psicología y currículum*, Ed. Laia, Cuadernos de Pedagogía, Barcelona, 1987.

OCHO CONJETURAS Y VARIOS COROLARIOS SOBRE CIENCIA, QUÍMICA Y EDUCACIÓN

Jorge Rafael Martínez Peniche*

Leo y releo los contenidos de Química I y Química II propuestos para la Secundaria y no encuentro nada que no sea Química, que no sea fundamental y que no sea interesante.

Entonces, ¿qué habría que debatir? ¿Debatiremos sobre si lo que ahí se presenta es lo más "Químico", lo más fundamental y lo más interesante que hay? o ¿Estaré sobreinterpretando los contenidos? Si es así debería preguntarme por la capacidad de interpretación de los contenidos de Química que pudiera tener nuestro profesor de secundaria promedio o analizar las llamadas *Guías del Profesor* que desgraciadamente no conocemos.

En concreto, desde mi punto de vista los contenidos dan demasiado poco para un debate. Lo digo quizá por que tengo algunas ideas preconcebidas que me permito exponer:

Siempre he tenido la impresión de que un profesional en activo puede generar un plan de estudios para su carrera en un tiempo relativamente corto, que se puede medir en horas o días. ¿Por qué? Porque en la mayoría de los casos no estamos reinventando la profesión, ni las ciencias, técnicas y métodos que la soportan. Un trabajo así realizado podría ser presentado a la comunidad de profesionistas y se vería que los desacuerdos serían de forma y no de fondo y en un porcentaje bajo de los contenidos.

Si a un químico en activo, que además tenga conocimientos de psicopedagogía y ciencias de la educación le encargamos la elaboración del programa de Química para la secundaria, el resultado será el mismo del párrafo anterior, sus conclusiones serán muy parecidas a las de otra persona con el mismo perfil y el mismo encargo. No estamos reinventando la Química.

Las *Recomendaciones para Autores y Editores* abren una posibilidad mayor de

debate: la profundidad, enfoque y métodos con los que se deben abordar los temas para el grupo de edad representado por los estudiantes de secundaria.

A primera vista, los ejes rectores y los ejes temáticos son correctos. Todo químico podría estar de acuerdo en que la Química es la ciencia de la materia, la energía y el cambio y estaría muy feliz con un eje temático que así lo manifestara. Estaríamos también de acuerdo en enfatizar la "unidad de las ciencias" (aunque no sepamos cómo hacerle para que al adolescente le quede claro), el aprendizaje a través de la experimentación, la educación ambiental y tal vez habría alguna discusión alrededor del énfasis en los "productos caseiros", la historia y las biografías.

En cuanto a los ejes rectores particulares, como "la materia se conserva", "la materia es discontinua", "análisis y síntesis" tendríamos el mismo consenso y discutiríamos superficialmente los temas de "la Química es útil" y "la Química eleva nuestra calidad de vida", y al final de la *Reunión Nacional de Químicos Preocupados por la Química* saldríamos todos muy contentos pensando que a nosotros se debe la "revolución" que sufrirá la enseñanza de las ciencias en nuestro país y el bienestar que esto representa para las futuras generaciones.

Pero detrás de todo se perciben dos hechos:

*FES-Cuautitlán.

1. Que todo lo anterior se vea como un paso hacia adelante. Lo cual nos habla del atraso y el menosprecio que hay por la Ciencia en México, y las preocupaciones que tenemos los practicantes de la Ciencia por ese atraso y ese desprecio, y

2. Que estamos demasiado preocupados porque la gente no estudie Química en el nivel profesional y estamos haciendo hasta cosas inverosímiles para tratar de revertir la tendencia. Por ejemplo, en las *Recomendaciones para Autores y Editores* hay un capítulo dedicado a ¡Temas que no deben incluirse! Jamás había visto un programa, plan, guía para el profesor, recomendación o lo que sea, en el que se prohíba hablar de cosas. ¿O serán los secretos de la profesión a los que sólo los iniciados pueden acceder? ¿Somos químicos o templarios?

Por todo lo anterior, me gustaría ir más al fondo con los temas que pienso deben analizarse, corriendo los riesgos de que se me acuse de eludir el debate escrito y de recibir jitomatazos durante el debate en vivo. Algunos son conjeturas, otros son temas del dominio público.

Conjetura 1. Dado que en México se genera muy poca ciencia (y para el caso tecnología) a nadie le preocupa tener una cultura científica¹.

Corolario de la Conjetura 1. La educación formal en ciencia en México empieza muy tarde con respecto a países con gran producción científica.

Basta revisar los libros de texto de la educación básica de países como Francia, Inglaterra o Alemania.

Corolario 2 de la Conjetura 1. La industria química mexicana es artesanal y altamente dependiente del extranjero.

Corolario 3 de la Conjetura 1. No hay chambas de químico.

Fuera de las universidades y centros de investigación existe un gran subempleo de los químicos y no porque ganen poco, sino porque sus capacidades están subutilizadas y realizan en muchos casos labores técnicas, de supervisión o administrativas.

¹ Aunque hay funcionarios que declaran a los periódicos que efectivamente es poca; pero de gran calidad. Lo que me recuerda frases más procaces con el mismo significado.



Corolario 4 de la Conjetura 1. El valor social de la ciencia es poco apreciado por la gente y como consecuencia el valor de mercado (en pesos y centavos) de la ciencia es cercano a cero.

¿Quién vende ciencia en México?

Conjetura 2. El México culto es el que tiene buena memoria y no el que crea y recrea.²

Como consecuencia, en México la ciencia no es cultura porque en ciencia no hay caminos reales³ y para hacer ciencia no basta con tener buena memoria, se debe crear y recrear.⁴ Es más fácil para todos exaltar el valor de la memoria como en los programas de Pedro Ferriz.

Conjetura 3. El programa de estudios no puede ser mejor que el profesor que lo imparte.

Es mejor tener buenos profesores que buenos programas. El profesor hace el programa, el programa nunca ha hecho al profesor.

Conjetura 4. La quimiofobia no la produce solamente el impacto negativo de la Química sobre el ambiente, sino hay muchos otros factores: dificultad, aridez; etcétera o ¿No existen la fisiofobia y la matemafobia? ¿Se puede estudiar Química sin Física y sin Matemáticas?

Por segunda vez: En ciencia no hay

² Me viene a la memoria una frase atribuida al maestro Jorge Ludlow: "Yo creía que eras inteligente; pero ya me di cuenta que sólo tienes buena memoria".

³ En el sentido de "camino real de Celaya".

⁴ Recordemos que culto y cultura tienen la misma raíz que cultivar tierra.

⁵ *Hombre soy y nada humano me es ajeno.* Terencio.

caminos reales.

Conjetura 5. Las motivaciones utilitaristas y mercantilistas son contrarias al pensamiento científico.

¿Qué tan conveniente es darle un sentido utilitario a la ciencia y no resaltar sus valores creadores, culturales, formativos y estéticos?

Si no me sirve, no lo hago.

Cuando la ciencia es la actividad colectiva por excelencia, la construye la humanidad en su conjunto, todos los países participan. Nadie hace ciencia aislado.⁵

Conjetura 6. No se puede enseñar ciencia sin decir la verdad o diciéndola parcialmente.

No digas tal o cual cosa porque puedes producir quimiofobia. Mejor dilo de otra manera, no asustemos a los niños. A su edad no lo comprenderían.

Conjetura 7. El científico afronta los problemas de otros campos (políticos, educativos, sociales, familiares; etcétera) en formas anticientíficas.

Como en este caso yo lo hago.

Conjetura 8. Pocos profesores de Facultad leen *Educación Química*. Ningún profesor de Química de Secundaria lee *Educación Química*.

Corolario de la Conjetura 8. Muy pocos profesores de Facultad escriben en *Educación Química*. Ningún profesor de Secundaria escribe en *Educación Química*.

Corolario 2 de la Conjetura 8. Pocos profesores que escriben en *Educación Química* leen *Educación Química*.

Y con la confianza en este último corolario me siento amparado de las críticas de los amables lectores.

CÓMO INCREMENTAR EL INTERÉS POR LA QUÍMICA

Armando Sánchez Martínez*

Students need to get acquainted with things around them—including devices, organisms, materials, shapes and numbers—and to observe them, collect them, handle them, describe them, become puzzled by them, ask questions about them, argue about them, and try to find answers to their questions.

Rutherford J. and Ahlgren A. (1990) p. 4

INTRODUCCIÓN

En la serie de ensayos compilados por Guevara (1992) se menciona que sólo el 2.4% de la población escolar se define por carreras relacionadas con las ciencias naturales. Múltiples son los factores que alejan a la juventud mexicana a estudiarlas. Dentro de los factores endógenos al proceso educativo destacan los métodos de enseñanza de las ciencias naturales. La actual forma de enseñar las ciencias naturales, desde la primaria hasta el nivel bachillerato ya sea de manera integral o por materia, contribuye sustancialmente a desmotivar a los alumnos a su posterior estudio. Destacar la información sobre la formación, la enseñanza oral sobre el involucramiento a través de la experimentación y discusión colectiva, así como la exagerada cantidad de información que se pretende el alumno "asimile", y el desconocimiento sobre el grado de complejidad con el que deben tratarse los conceptos, leyes o teorías en cada etapa del desarrollo del niño y del joven [Pómez J. y González A. (1990) y Gómez Crespo *et al.* (1992)], sólo provocan, en la mayoría de los casos, animadversión a las ciencias naturales. Y digo en la mayoría de los casos, ya que a pesar de todos los factores negativos, hay quien todavía decide estudiar alguna carrera relacionada con las ciencias naturales.

En el caso de la química, como señala Garritz en el documento fuente de este debate, se aúna a lo anterior, la visión

pesimista de que los principales males de la humanidad derivados del avance científico y tecnológico, son en buena medida, producto del demonio llamado química. Por otro lado, como apunta Castro (1990), en los resultados de la Conferencia de Westminster de la American Chemical Society de 1989, los problemas de la enseñanza de la química en la secundaria son similares en todos los países. Destaca el autor: duplicación de contenidos con el nivel superior, enfoque universitario y teórico, aprendizaje memorístico y "apantallamiento" del beneficio de la química. Todo lo anterior ahuyenta a los alumnos a estudiar química.

Para el caso concreto de los próximos cursos de química para segundo y tercer año a aplicarse en la secundaria mexicana, resulta de fundamental importancia que tanto los nuevos programas como los materiales de apoyo educativos superen las principales deficiencias en la enseñanza antes señaladas. Se considera que Garritz define en el documento base del debate, la forma en que se debe presentar esta materia para modificar los métodos tradicionales de enseñanza de la química en la secundaria.

En este artículo se explicará por qué se considera que este cambio *puede* favorecer un ambiente más atractivo para que los alumnos de secundaria se sientan:

- Más motivados a estudiar una carrera relacionada con la química
 - Y más preparados para desenvolverse en una sociedad como la nuestra.
- Y menciono *puede*, porque habría que

lograr fundamentalmente con los profesores, y a través de los nuevos textos que se elaboren, romper con el esquema rígido que todavía tiene la presentación de los temas en los programas de química para secundaria.

Antes de entrar en materia, quisiera destacar la importancia de haber declarado la educación secundaria como obligatoria. Si se toman en cuenta los datos de 1986 [Guevara (1992)] para la: eficiencia terminal de la primaria (53.9%), absorción en secundaria de egresados de primaria del 84.6% y eficiencia terminal de secundaria del 76%, queda claro el por qué la necesidad de reforzar la educación básica y en particular la secundaria. Es decir, de cien niños en edad escolar, sólo 34 acaban la secundaria. ¿Qué tienen que ver estos datos con el motivo de este artículo? La población con estudios de secundaria terminados que no continúe sus estudios o que se decida por una opción no relacionada con las ciencias naturales, será la primera y última vez que estudie química. Por lo mismo, en primer lugar hay que incrementar el número de jóvenes que concluyan su secundaria y, en segundo, lograr que este primer encuentro con la química sea lo suficientemente sólido para prepararlos como ciudadanos capaces de entender una sociedad altamente tecnificada o a motivarlos a estudiar carreras relacionadas con las ciencias naturales y, en especial, con la química. De esta manera, se contribuirá a superar el rezago cultural que todavía provoca que, como planteó Gabriel García Márquez en su célebre novela *Cien Años de Soledad*, Melquíades venga a vender baratijas como algo novedoso.

MOTIVACIÓN, CONTENIDOS Y RECOMENDACIONES

Selectividad en los temas propuestos en cada bloque, destacando la calidad sobre la cantidad.

¿De qué sirve insistir en la secundaria, por ejemplo, en los distintos modelos atómicos hasta llegar al cuántico, cuando lo fundamental es que se comprenda la naturaleza discontinua de la materia? En este sentido, el hecho de sólo plantear el átomo a nivel de núcleo (protones) y electrones

*Subsecretaría de Educación Básica, SEP.
Argentina 28, 1er. piso, 06020, México, D.F.

permitirá concentrar los esfuerzos didácticos para que el alumno capte la naturaleza discontinua de la materia, que como señalan por ejemplo Gómez Crespo *et al.* (1992), es el primero de los tres núcleos conceptuales difíciles de entender por parte del alumno a nivel secundaria.

Los otros dos núcleos conceptuales señalados por los autores antes citados son: conservación de propiedades no observables y cuantificación de relaciones. En el documento fuente se incorpora el aprendizaje de los tres núcleos; sin embargo, no se subraya la necesidad de hacer un esfuerzo adicional para su comprensión, tomando en cuenta el grado de desarrollo y los conocimientos previos de los alumnos de secundaria. Con base en estas aportaciones se considera fundamental recomendar también a los autores de textos y a los propios maestros desplegar todo su ingenio para, mediante experimentos sencillos y la discusión colectiva, favorecer su entendimiento. Por ejemplo, para apoyar una primera comprensión de la naturaleza discontinua de la materia, se recomienda la siguiente experiencia, basada en la discusión que presenta Meliujin (1960) sobre la concepción atomista de los griegos, a partir del poema *Sobre la Naturaleza de las Cosas de Lucrecio Caro*, discípulo de Demócrito: disolver sal en agua, discutir qué pasó con la sal y hacer que los alumnos prueben el agua salada, puede ayudar a entender que la sal está presente y que si no se ve es porque se disolvió. Al final de la discusión, se recomienda leer y comentar algunos de los versos del poema, como los que se transcriben a continuación, con lo que además se podría propiciar el interés por la historia de la química:

Si después no hay nada menor, estará de infinitas partículas formado el más pequeño elemento; la mitad siempre hallará su mitad y no habrá límite para la división en parte alguna.

¿Cómo distinguirás, entonces, del Universo la más pequeña de las cosas? En nada, puedes creérmelo. Pues aunque el Cosmos no tiene fin, hasta las cosas más pequeñas de infinitas partes estarán igualmente formadas.

El sentido común nos niega, sin

embargo, que ese aserto pueda creer nuestra mente y sólo reconocer nos queda la existencia de aquello que es indiviso, siendo de hecho lo más pequeño. Pero si existe, reconocer debemos que densos y eternos son los cuerpos primarios...

Citado en Meliujin (1960) p. 20.

Solicitar que aunque se va a hablar de química no se pierda de vista la visión integral de los fenómenos a través de la unidad de la ciencia.

En este sentido el planteamiento del eje temático "materia, energía y cambio" es fundamental para lograr este propósito. Lo importante es que a lo largo del curso el maestro (lo cual implica un convencimiento profundo) y los libros de texto resalten esta unidad al menor pretexto. ¡Más vale ser reiterativo!

Aprendizaje mediante la experimentación.

Los autores de los libros deberán mostrar todo su ingenio para lograr que en cualquier secundaria, por más alejada que se encuentre de las ciudades y con condiciones difíciles para experimentar, se puedan realizar experimentos "caseros" de tal manera que el alumno "meta las manos" y, con la discusión colectiva, pueda construir los conceptos al nivel que se están planteando. La experiencia de otros países en experimentos con materiales sencillos donde el alumno mete las manos y ve los cambios debe ser aquilatada; por citar un ejemplo, el libro *My First Book of Sciences* ilustra este planteamiento a un nivel elemental. También se sugiere tomar en cuenta las propuestas de experimentos a microescala [Waterman E.L. y Thompson S. (1993)] que además de disminuir los riesgos propios de un laboratorio de química, optimiza recursos, fomentando la cultura por el ahorro, una de las bases para elevar la productividad.

Combatir el prejuicio y la actitud negativa ante la química como una de las principales causas de los males de la humanidad, planteando la importancia de ésta para ayudar a conservar el ambiente y a

transformar la naturaleza para mejorar las condiciones de vida.

En este punto se considera que habría que solicitarle al maestro y a los autores de los textos una actitud más comprometida con el ambiente. Esto es, en el análisis de la situación concreta de cada comunidad, destacar los elementos contaminantes significativos, lo que junto con la revisión costo-beneficio, puede generar soluciones concretas a problemas concretos. De esta manera se estará fomentando una actitud práctica y permanente para vigilar y cuidar el medio ambiente. Estoy consciente que en algunos casos esto puede generar actitudes contrarias al progreso o a la aceptación del uso de la tecnología. Sin embargo, creo que es mejor sacar la cara del agujero que seguir en una actitud pasiva que no está resolviendo los múltiples problemas ambientales que padecemos.

Favorecer un desarrollo cultural integral al incorporar elementos para discutir, fomentar o practicar (según sea el caso): la historia de la química, el trabajo en grupo, el mejoramiento en la expresión escrita, la unidad de la ciencia y la educación ambiental antes señaladas.

Aunque estoy de acuerdo en no plantear explícitamente el tema sobre el método científico sí creo que cada vez que sea pertinente (y esto depende del carácter histórico con el que podrán plantearse algunos temas) sería útil ejemplificar la aplicación del método científico a algunos descubrimientos significativos. Considero importante mantener el equilibrio entre la corriente que destaca el tratamiento del método científico y aquella que lo trata de negar por completo. Algo similar sucede con las definiciones. Si en el combate a la tendencia educativa al dogmatismo, herencia de la escuela aristotélica, se propusiera eliminar las definiciones, se adoptaría también una posición extremista. Lo que yo considero importante, y que se discute en Sánchez y Guevara (1992), es aclararle al alumno las limitaciones de las definiciones, pero su inevitable necesidad, sobre todo a nivel de secundaria; obviamente, hay que cuidar que las definiciones sean correctas.

CONCLUSIONES

Yo creo que lo importante en esta reforma curricular es la búsqueda creativa para modificar el proceso de enseñanza, no nada más de las ciencias naturales, con el objeto de preparar a la niñez y a la juventud actual, como futuros ciudadanos capaces de enfrentar los retos de una época altamente tecnificada y dentro un proceso de alta y cerrada competencia mundial. En este punto, y relacionado con la enseñanza de la química en la secundaria, las sugerencias para desarrollar el programa propuesto, plasmadas en las recomendaciones para autores y editores y con un programa permanente de actualización y formación docente que hagan posible los cambios planteados, podrán contribuir a mejorar la enseñanza de la química en la secundaria, y de las ciencias en general en nuestro país.

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa E. Minerva Guevara, profesora de química a nivel bachillerato y previamente a nivel universitario, a Carlos Castañeda y a Cecilia Oviedo por sus valiosos comentarios y sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

Castro C.A., Factores que determinan los planes de estudio de la química en el nivel superior y medio superior, *Educación Química*, 1[4], 201, 1990.
 Gómez M.A. et al., La estructura de los conocimientos previos en Química: una propuesta de núcleos conceptuales, *Investigación en la Escuela*, 18, 23, 1992.
 Guevara G. (compilador) et al., *La catástrofe silenciosa*, Fondo de Cultura Económica, 1992.
 Meliujin S.T., *El problema de lo finito y lo*

infinito, Ed. Grijalbo, 1960.

Pómez J. y González A., Estrategias de aprendizaje en la enseñanza de la química, *Educación Química*, 1[4], 190, 1990.
 Rutherford F.J. y Ahlgren A., *Science for All Americans*, Oxford University Press, 1990.
 Sánchez A. y Guevara E.M., *Guía para el estudio de la Fisicoquímica. Primera parte: Introducción y Termodinámica Química*, Ediciones del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, 1993.
 Waterman E.L. y Thompson S., *Small-scale Chemistry Laboratory Manual*, Addison-Wesley Publishing Company, 1993.
 Wilkes A., *My First Science Book. A life-size guide to simple experiments*, Alfred A. Knopf, Inc, 1990.

QUÍMICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Vicente Talanquer*

Antes de particularizar en el tema y documentos de este DEBATE vale la pena hacer transparente la naturaleza de mis fantasías. Quizás eso suavice la acidez de la crítica.

¿Cuáles son los objetivos centrales de la educación en Secundaria? ¿Qué se espera de ella? Sin duda alguna se trata de una de las etapas más conflictivas del proceso educativo por su carácter transicional a todos los niveles: entre el niño y el adolescente, entre la disciplina y la rebelión, entre los hechos concretos y el mundo de las ideas, entre el conocimiento como un todo representado por el maestro de Pri-

maria, y la variedad de temas, gustos y enfoques en la especialización de la Preparatoria. Es por ello que uno esperaría que se le tratara con cuidado. Que se le concibiera como una etapa eminentemente formativa en la que debe propiciarse la adquisición de herramientas intelectuales y manuales. Una Secundaria para desarrollar la capacidad de análisis y síntesis, para fortalecer el pensamiento crítico, para verbalizar, comunicar y discutir. Una Secundaria para motivar el tránsito de lo concreto a lo abstracto, para adquirir conciencia del mundo que nos rodea, para manejar, discriminar y utilizar la información que día a día nos inunda. En este contexto, lo siento, la enseñanza de las ciencias debe ser más un medio que el fin. La transmisión de conocimientos científicos "puros" es poco relevante, y la distinción entre física, química y biología es más dañina que trascendente.

Después de 20 años de manejar un sistema educativo integrado en áreas de conocimiento que, *en principio*, ofrecía múltiples ventajas tales como: integración de disciplinas, concentración del estudiante en un número reducido de asignaturas y facilidad para establecer objetivos comunes en todas las áreas, hoy, sin evaluación real alguna, regresamos al pasado. La propuesta de una Secundaria integrada en áreas fracasó más por la limitación en la formación del profesorado y el enfoque con que se elaboraron sus programas, que por deficiencias en la estructura básica. Ahora parece que mantenemos el mismo enfoque y profesorado, pero destruimos la estructura para sustituirla por un esquema de asignaturas. Excelente estrategia si el objetivo es asegurar que no sobreviva nada.

Otra vez, por decreto, tendremos una "nueva" Secundaria por asignaturas. Ni modo, pero ¿qué es lo menos que podemos esperar de ella?:

- El fortalecimiento de los troncos fundamentales de matemáticas y lenguaje (ejes centrales en este nivel).
- La vinculación estrecha entre los objetivos de estas dos áreas y los programas de las materias de Ciencias Naturales y Sociales.
- La formulación de un diseño integral

*Facultad de Química, UNAM
 México, D.F., 04510
 Dirección actual y hasta octubre de 1993:
 The James Franck Institute
 University of Chicago
 5640 S. Ellis Ave.
 Chicago Il 60637

que asegure los contactos verticales y horizontales entre *todas* las disciplinas.

- Una transformación drástica del enfoque en la enseñanza de las ciencias.

Cuánto de esto tendremos es imprevisible, pero lo que sale a la luz sólo sirve para matar esperanzas. Los programas de Química I y II a debate son sólo un ejemplo.

¿Fueron formulados por un grupo interdisciplinario encargado del diseño del nuevo plan de estudios para toda la Secundaria? ¿Es claro cómo estos programas se relacionan con los correspondientes a las asignaturas de matemáticas y lenguaje? ¿Cómo les brindarán apoyo y se servirán de ellos? ¿Cuál es su relación con las asignaturas de Ciencias Sociales? ¿Por lo menos se formularon en relación estrecha con los programas para Física y Biología? ¿Qué tanto se pensó en el alumno al diseñarlos? ¿Cómo promoverán el desarrollo intelectual del estudiante?...

Si uno estuviera dispuesto a aceptar la formulación de programas de química *tradicionales e independientes* notaría en ellos varias virtudes:

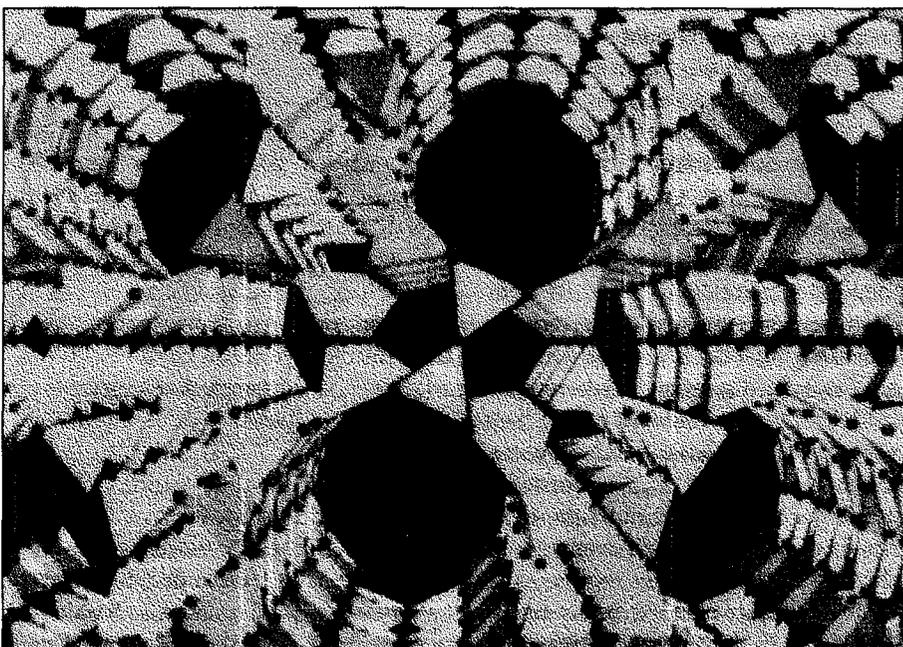
- Reducción significativa de conceptos abstractos que resultan de difícil manejo para el estudiante a este nivel (modelo atómico y estequiometría, por ejemplo).
- Reducción significativa de contenidos.
- Integración del conocimiento a través del eje temático "materia, energía y cambio".
- Insistencia en tratar de: contextualizar el conocimiento, mantener una línea de educación ambiental, darle carácter histórico a la actividad científica, resaltar la problemática local, enfatizar la importancia de la actividad experimental.

Desgraciadamente el eje central en estos programas sigue siendo el conocimiento químico "puro" y no la problemática o aplicaciones en que es relevante.

¿Cómo es que después de tantos años de discusión y análisis sobre enseñanza de la química no podemos tener un programa en el que las unidades y temas centrales

sean: Contaminación (en la atmósfera, hidrósfera y litósfera), Agricultura y Alimentación, Recursos Naturales, Fuentes Energéticas, Salud: Drogas y Medicamentos, Materiales, La Química y la Vida?

Que se entienda. Hay una diferencia fundamental entre enseñanza química y buscar ilustrar su aplicación recurriendo a ejemplos de la vida cotidiana, y hacer de la ilustración el eje central y utilizar a la química como herramienta indispensable para comprenderla y actuar para transformarla. Mantener una estructura tradicional como la de estos programas tratando



de incorporar las tendencias actuales: visión histórica, énfasis en el carácter experimental de la ciencia, acercamiento a la realidad del estudiante, etcétera, conducirá, entre otras cosas, a un libro de texto que parece el paradigma de "la obsesión por el recuadro". Lo fundamental a este nivel de la enseñanza ha sido condenado a vivir, literalmente, al margen.

En Secundaria no basta con tener un primer bloque motivador para después perderse en formalidades. Ese primer bloque debía ser todo el programa. Siempre he tenido la sensación de que a los químicos, y a los científicos en general, nos aterroriza la idea de perder el orden, la secuencia de lo que debe ir antes y después, lo que no debe decirse si no se ha dicho otra cosa.

¿Cómo hablar de reacción de oxidación sin saber que existen los electrones? ¿Cómo electrones sin estructura atómica? ¿Cómo átomos sin leyes ponderales?... Siempre hay tanto que decir que la aplicación final es un sinsentido para el estudiante.

Estamos en Secundaria, tratamos con seres humanos entre los 12 y 15 años de edad, en la mayoría de los casos sin decisiones fundamentales tomadas, ávidos por entenderse y entender el mundo que los rodea pero no al nivel de átomos y enlaces. No puedo evitar pensar que en esta etapa preferiría enseñar ciencias más para con-

cientizar, para sustentar juicios y tomar decisiones, que con la idea de que el conocimiento científico básico, *per se*, sea indispensable. En el documento a debate se menciona un "propósito último de los dos cursos de química" con el que coincido. Sin embargo, no hay congruencia entre el objetivo y la propuesta. De nuevo hay demasiada química sin contexto.

Con el riesgo de equivocarme, con las limitaciones de mi intuición y la escasez de contactos que provoca la distancia, me atrevo a pensar que los contenidos programáticos y la guía de autores que se nos presentan reflejan la carencia de un proyecto integral para *nuestra* Secundaria. En la rutina de mis extremos esta vez le toca a la tristeza, sin duda, infinita. ✍

REFLEXIONES EN TORNO A LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Juana Laura Vega Carmona*

Uno de los propósitos asignados social y universalmente a la educación básica es que los alumnos logren construir un proceso de apropiación de conocimientos que les permita un desarrollo intelectual para una mejor comprensión de su entorno.

En este contexto cabría la reflexión sobre la importancia de la enseñanza de las ciencias dentro de la educación secundaria como la búsqueda de un desarrollo completo del individuo. Es muy común que los propósitos de éstas no se encuentren muy definidos por parte de los maestros y por los estudiantes, suscitando una serie de problemas dentro del proceso enseñanza-aprendizaje como la saturación de contenidos informativos sin contexto, que lleva en la mayoría de los casos a perder el verdadero sentido de su aprendizaje; otro de los factores que también ha influido es el hecho de que ha imperado una enseñanza tradicional en las ciencias.

Anteriormente en nuestro país dentro del currículo de las ciencias, existía una tendencia a seleccionar contenidos tan sólo con el criterio de la ciencia *per se*, sin considerar las necesidades de los individuos a los cuales va dirigido y la secuencia lógica que utilizan en la construcción de su propio conocimiento. Aunado a esto, la práctica de una enseñanza tradicional, propicia aprendizajes memorísticos, carentes de significado para los estudiantes.

En la enseñanza de la química se suele recomendar el uso del método científico de una manera rígida, como si fuera una receta. La experimentación, en la mayoría de los casos se reduce a una experiencia grupal meramente demostrativa que no explica los fenómenos químicos; sobre todo los

cotidianos, con lo que el alumno podría comprenderlos e interpretarlos. Con lo anterior se sigue propiciando la generación de actitudes negativas hacia el conocimiento de la disciplina.

Otra de las dificultades que la enseñanza de la química a nivel secundaria encuentra, es el hecho de haberse integrado en un sólo programa con las demás ciencias naturales, donde los espacios para su tratamiento se reducen. Se conglomeraron una gran cantidad de contenidos que no resultan ser básicos en la formación de los adolescentes, sino meramente informativos. Entre otros efectos no se lograba una articulación y secuenciación lógica e integrada para su tratamiento: un mismo contenido se encontraba en diferentes grados sin delimitar su nivel de profundidad.

Los temas tratados nunca formaban parte de la realidad de los alumnos y mucho menos se trataba de interpretarla. La enseñanza de la química se basaba en la transmisión de verdades definitivas que había que aceptar sin poner en tela de juicio.

Si bien es cierto que el contenido es importante, no es suficiente para el logro de aprendizajes significativos. No hay que olvidar que una meta importante en la educación secundaria es ayudar a los estudiantes a desarrollar métodos que les permitan acceder a la apropiación de conocimientos, a través de la comprensión de su entorno.

Si el conocimiento no se construye o reelabora por el propio individuo, no es factible generalizarlo sino que permanece ligado solamente al contexto en que se aprendió, sin poder ser aplicado a contenidos diferentes (Moreno, 1983).

Es necesario brindar en la enseñanza de la química una visión del mundo más

integrada y realista que: permita a los educandos conocer las posibilidades y problemas que el uso de la química origina; promueva el interés espontáneo por descubrir el mundo natural, técnico y social; genere una actitud crítica y reflexiva frente a nuevos problemas. No se trata de transmitir teorías formalizadas, vacías de contenido, sino de construir los conceptos de la asignatura a través de determinados procesos en los cuales el individuo participe activamente en la construcción de su conocimiento.

Hay que tomar en cuenta el hecho de que un gran número de estudiantes abandonan la educación científica general aproximadamente a los 16 años. Ya sea porque no logran concretar la educación formal o debido a que continúan sus estudios de bachillerato en el área humanística-social, porque siempre tuvieron dificultades de acreditación en las materias referentes a las ciencias naturales. Dada esta condición, se hace necesario brindar una formación científica de la química amigable que le permita al alumno acceder a su campo de conocimiento para la comprensión de los fenómenos que lo rodean y que tienen que ver con el desarrollo tecnológico que permea la vida cotidiana.

Es importante mencionar que es en la secundaria donde el alumno puede ser incentivado en su educación vocacional posterior hacia el estudio de la química. En este nivel no se busca formar pequeños científicos, sino individuos con bases sólidas en esta ciencia, capaces de continuar de manera firme en su vida y en sus estudios profesionales.

A partir del próximo periodo escolar en nuestro país se llevará a cabo la implantación de nuevos planes y programas en la educación básica con el propósito de elevar la calidad de la misma. En el documento fuente de este debate se incluyen los contenidos programáticos y las recomendaciones a los autores del libro de texto de química de secundaria que colaboran con editoriales donde se evidencia un cambio en la enseñanza de la química en dos dimensiones:

- Curricular
- Metodológica

Desde el punto de vista curricular, la

*Consejo Nacional Técnico de la Educación, SEP.

asignatura muestra una nueva organización de áreas por asignaturas; reconsidera la organización interna de sus contenidos atendiendo las necesidades básicas de aprendizaje de los educandos, tomando en cuenta el proceso de transición del pensamiento concreto al formal de los mismos.

En el aspecto metodológico promueve la enseñanza desde una perspectiva más cercana a la realidad de los educandos; revaloriza el desarrollo de la química en México; rescata la línea de educación ambiental en el tratamiento de sus contenidos y propone la realización de experimentos viables de ser realizados y comprendidos para el logro de aprendizajes significativos.

No hay que olvidar que ante estos cambios, el papel que juega el docente es muy importante para la revaloración de la enseñanza de la química así como para el logro de una mejor calidad de la educación en nuestro país.

El docente deberá prever que aunque las asignaturas como en el caso de la química en la secundaria, presenta una nueva propuesta de enseñanza, es finalmente él, el que concretará la propuesta y llevará a cabo los verdaderos cambios y avances en materia educativa. Lo anterior se podrá dar en la medida en los maestros definan el propósito de esta asignatura y logren relacionar a ésta con las demás ciencias naturales, de manera que los alumnos logren construir un conocimiento integral de las ciencias.

Se recomienda o se está de acuerdo con lo propuesto en el documento, en el sentido de partir siempre del diseño de experiencias de aprendizaje que consideren el nivel de maduración de sus estudiantes y la adecuación de los contenidos a sus necesidades reales para el conocimiento y explicación de su entorno. ✍

REFERENCIAS

- Coll C. & Solé I., *Reforma y currículum. Aprendizajes significativos y ayuda pedagógica, Cuadernos de pedagogía*, 168.
- Delval J., *Crecer y pensar. La construcción del conocimiento en la escuela*, Laia, 1983.
- Gutiérrez R., *Piaget y el currículum de ciencias experimentales*, Narcea, 1987.
- Moreno M., *Problemática docente. La pedagogía operatoria*, Laila, 1983.
- Tirado S. F., Una organización curricular para contenidos de educación básica. *Antología. La Psicología cognoscitiva del aprendizaje. Aprendiendo aprender*, UNAM, 1989.
- Ziman J. *Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad*, Fondo de Cultura Económica, 1985.

SERIE TEORIA Y PRACTICA HARCOURT BRACE JOVANOVICH



Esta serie contiene puntos clave para el aprendizaje actualizado, conciso y completo para los primeros semestres de carreras de las áreas:

Económico Administrativa, Físico Matemática, Química y Computación.

En cada título se incluyen:

- Cursos para principiantes en forma de compendio
- Ejemplos y problemas resueltos
- Ejercicios complementarios
- Exámenes semestrales y finales
- Textos actualizados
- Repaso de conocimientos básicos



SITESA
SISTEMAS TECNICOS
DE EDICION, S.A. de C.V.

San Marcos 102, Tlalpan
14000 México, D.F.
Apartado Postal 22-311, 14060 México, D.F.
Teléfono 655-91-44 con 23 líneas
Fax 573-94-12
Télex 1771410 SITEME