

QUÍMICA COTIDIANA Y CURRÍCULO DE QUÍMICA

RESUMEN

La química está considerada por los profesores, por los alumnos y por la población no especializada, como una asignatura difícil y una materia misteriosa. Contribuyen a esta concepción la propia complejidad de la química, la utilización en su enseñanza de términos, materiales y procesos no familiares y la falta de interés del alumnado provocada por la desconexión entre la química que se estudia en el aula y los fenómenos que se observan fuera de ella. Se propone en este trabajo el empleo de fenómenos y materiales familiares al alumnado para, a partir de éstos y sin perder la estructura propia de la química, elaborar un currículo coherente, asequible, atractivo y que contribuya a lograr una alfabetización científica imprescindible en la sociedad actual.

INTRODUCCIÓN

La química es, para los estudiantes, una asignatura difícil y así lo admitimos muchos profesores. La palabra *química* tiene incluso connotaciones peyorativas y, para mucha gente, los alimentos que "tienen química" son malos o no naturales y la química es la causa de la contaminación de nuestro planeta, del calentamiento del globo y de la destrucción de la capa de ozono. Pero quienes asocian la química solamente con lo artificial y lo dañino se olvidan de que los productos naturales contienen en general gran cantidad de sustancias químicas y que los procesos vitales son fundamentalmente químicos. Por otra parte, el aprendizaje de la química en los niveles elementales es tan superficial que cuando han transcurrido algunos años desde que se dejó de estudiar química, el recuerdo que queda es "¡ah!, sí, la química: H₂O, H₂SO₄" (si hace más tiempo que no la estudian, dirán SO₄H₂).

Varias razones se aducen para considerar la química como materia difícil. Nos detendremos en algunas de ellas para fundamentar una propuesta que pretende acercar la química al alumnado.



Esteban De Manuel Torres
Departamento de Didáctica de las
Ciencias Experimentales.
Universidad de Granada
dmanuel@ugr.es

EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA ES UN PROCESO COMPLEJO

La química utiliza tres niveles de representación

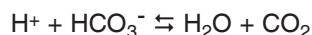
Como señala Johnstone (1993), la materia puede ser representada a tres niveles: *macroscópico*, *microscópico* (o mejor, sub microscópico) y *simbólico*. Las transformaciones químicas trans-

curren, para los observadores no especializados, en el mundo macroscópico, que les proporciona la descripción de lo que sucede, pero no por qué sucede; para esto se debe descender al mundo microscópico y los estudiosos que buscan estas explicaciones en los documentos se encuentran con una representación simbólica (símbolos, fórmulas, ecuaciones químicas y matemáticas). Un fenómeno tan sencillo como la eferescencia que se produce cuando se añade zumo de limón al "bicarbonato" (hidrogenocarbonato de sodio), puede servir de ejemplo para mostrar estos tres niveles:

Macroscópico: El zumo de limón, que es ácido, reacciona con el "bicarbonato", la disolución puede neutralizarse si las cantidades de ambos productos son las adecuadas (esto se puede comprobar con el uso de indicadores) y se desprende un gas que se identifica (a partir de sus propiedades) con el dióxido de carbono.

Microscópico: La reacción consiste en que los iones hidrógeno del ácido presente en el zumo reaccionan con los iones hidrogenocarbonato del "bicarbonato" para formar moléculas de agua y moléculas de dióxido de carbono; los iones que acompañaban a éstos quedan en la disolución formando la sal citrato de sodio.

Simbólico: Una forma simplificada de representar el proceso puede ser:



Con frecuencia se mezclan y se confunden los tres niveles o no se relacionan bien éstos. Las investigaciones, por ejemplo de Ben-Zvi y Gai (1994), muestran que muchos estudiantes, incluso universitarios, no distinguen bien los tres niveles, y no les resulta fácil relacionar un nivel con el otro y esto conlleva que no encuentren sentido a lo que hacen en el laboratorio. Lo

que los alumnos observan corresponde al nivel macroscópico, que es como se perciben los fenómenos, pero cuando se dan explicaciones sobre esos fenómenos, se recurre a la teoría atómico-molecular que, a su vez, se explica mediante representaciones simbólicas y no es extraño que tanto el profesorado como el alumnado produzcan interferencias en los diferentes niveles.

Los materiales y los procesos que se manejan no son familiares

En el estudio de la química se manejan materiales y procesos no familiares, junto con un lenguaje distinto al que se emplea corrientemente incluso para referirse a las situaciones científicas cotidianas. Los estudiantes reconocen algunas propiedades de la materia, como que tiene masa, que ocupa un lugar en el espacio, pero no relacionan el conocimiento de estas propiedades con lo que estudian en química; para ellos la química está relacionada con materias peligrosas con nombres que les suenan extraños (Gabel 1999).

En los libros de texto es frecuente que los temas se organicen comenzando por un desarrollo teórico y que se incluyan problemas al final del capítulo; pero las actividades que se proponen son, en el mejor de los casos, fascinantes, sorprendentes, pero no se profundiza en los fenómenos después de la sorpresa producida y quedan como pura anécdota.

Se emplea un lenguaje abstracto

Cuando los estudiantes no reconocen el nombre de un producto que se les entrega en el laboratorio, porque no interpretan el significado de lo que para ellos es una "cadena de letras", entonces tampoco aprenden en el nivel macroscópico y la enseñanza se vuelve aún más abstracta. El lenguaje de la química está relacionado con el nivel de representación simbólica. Y los alumnos tienen que reconocer los términos al instante cuando los encuentran en los textos o en las palabras del profesor; *electronegatividad, oxidación, reducción, coordinación o entalpía*, por ejemplo, son términos que se encuentran intercalados en las frases cuando se está trabajando con otros conceptos para los que se necesita reconocer inmediatamente el significado de los anteriores.

Existe otra dificultad no inherente a la abstracción, sino a las diferentes acepciones que se le da a un mismo término en la ciencia y en la vida ordinaria y también a la **polisemia** en alguno de estos dos campos. Los términos que se emplean tanto en la vida cotidiana como en la química, a veces son un obstáculo para la precisión que exige el lenguaje de la química. Por ejemplo se emplean indistintamente los términos *derretir, fundir y disolver*; incluso las definiciones de la Real Academia Española los confunde.

A veces somos los propios químicos los que utilizamos

un mismo término con más de una acepción, como sucede con la palabra *elemento*. Por elemento se puede entender una sustancia simple, que no se puede descomponer en otras más sencillas. Admitiendo esta acepción, en el agua no se encuentran las sustancias simples hidrógeno ni oxígeno ni, por lo tanto, estos elementos. Pero elemento también se refiere a una *clase de átomos* caracterizada por el número de protones. Según esta definición, los elementos se conservan en todos los procesos químicos. Esto no tiene importancia cuando los químicos hablamos entre nosotros, porque si un colega usa el término elemento, por el contexto no dudamos sobre qué nos quiere decir; paradójicamente, el profesor debe cuidar más su lenguaje con los alumnos para no inducirlos a errores como, por ejemplo, confundir un compuesto químico con una mezcla de sustancias simples.

La falta de rigor y los errores semánticos son también frecuentes en la publicidad, especialmente la televisiva. En este medio no solamente se utiliza a veces un lenguaje intencionadamente misterioso sino que además se introducen errores de concepto para adecuar dicho lenguaje a los deseos de los destinatarios. Y así, por ejemplo, se ofrecen productos de limpieza o de higiene con valores del pH 5,5 que "es el natural" o porque "todos somos pH 5" o que éste es el pH "neutro para la piel" (Jiménez, De Manuel, González y Salinas, 2000) e inducen la idea de que solamente lo neutro es inocuo e inerte.

La utilización de los fenómenos cotidianos en el aula no significa que los conceptos que se manejen se puedan degradar; es preciso tener muy claro el nivel de profundización con el que se desea trabajar y sería un error descuidar el uso correcto de los términos que se empleen con los alumnos. El lenguaje de la calle no tiene que estar reñido con el de los científicos y la labor del profesor es interpretar, con los alumnos, los términos vulgares. Por lo tanto, los términos de uso corriente como *disolver, fundir, diluir, materia, sustancia*, se deben definir y usar en clase de acuerdo con sus respectivas acepciones científicas. En caso contrario, mientras el profesor, al utilizar un término, está pensando una cosa, el alumno puede tener otra idea diferente en su mente. En definitiva los profesores, en su comunicación con los alumnos, deben tener en la mente, al mismo tiempo, el concepto científico y el concepto didáctico con el que están trabajando y tener una *prudencia didáctica en el empleo del lenguaje*.

La persistencia de las ideas previas

Uno de los obstáculos que se encuentran en la enseñanza de la química es que, con frecuencia, los alumnos llegan al aula con unas ideas previas que son muy perdurables. Son concepciones que se han ido formando a través de la experiencia con el mundo que los rodea, incluido el centro educativo. Estas ideas perduran a pesar de la enseñanza y se manifiestan en los niveles universitarios. Por ejemplo, hemos encontrado

(Jiménez, 2002) que muchos alumnos de los últimos cursos de la licenciatura de química afirman que no se puede añadir agua destilada al ácido contenido en un matraz mientras se valora con una base que se añade desde una bureta utilizando un indicador. Este error supone que no se domina una operación de *conservación*, similar a la conservación de la masa o del volumen, que hemos denominado *conservación de la cantidad de sustancia*.

¿ES INEVITABLE LA COMPLEJIDAD DE LA QUÍMICA QUE SE ENSEÑA?

La mayor o menor complejidad de cualquier tema es cuestión de los objetivos que se pretenda que alcancen los alumnos. Dice Bruner (1969) que "cualquier materia puede ser enseñada efectivamente en alguna forma honradamente intelectual a cualquier niño en cualquier fase de su desarrollo". Ciertamente se puede tratar cualquier tema con todos los alumnos a cualquier edad, teniendo en cuenta que el mayor o menor grado de dificultad o exigencia cognitiva que presenta un tema de estudio determinado, no depende tanto de su título cuanto fundamentalmente de los objetivos que el profesor se proponga al trabajar con el tema; las materias del currículo pueden ser presentadas a distintos niveles y por métodos diferentes y se puede esperar más de una respuesta por parte del alumno.

Pero el grado de dificultad o exigencia cognitiva, ¿se puede medir? Shayer y Adey (1984) en *La ciencia de enseñar ciencias*, uno de los pocos intentos de clasificar la materia de estudio por su grado de dificultad, dicen que la estimación del nivel de exigencia cognitiva de una actividad concreta está determinada por los objetivos y por los criterios de evaluación; ofrecen unas taxonomías para la posible medida de esta dificultad. Por lo tanto siempre será posible (o al menos eso es lo que habría que buscar) que el grado de complejidad de la materia de estudio no supere el que es asimilable por los alumnos; esta tarea compete a los diseñadores del currículo, a quienes elaboran el material didáctico y a quienes aplican el currículo en el aula.

El currículo de química

El currículo de un sistema educativo, de un nivel, de un área o de una asignatura debe responder a unos objetivos previamente establecidos con toda claridad. Desde las autoridades educativas hasta el profesor en su aula, pasando por todas las instancias, se plantean o deben plantearse estos objetivos antes de abordar los contenidos y los métodos. La situación ha cambiado mucho desde aquellos tiempos, que sólo los mayores recordarán, en los que el plan de estudios se materializaba en unas asignaturas con una relación de títulos de los temas que habían de darse en cada curso. Hoy el concepto de currículo ha evolucionado tanto que se ha convertido en uno de los más abstractos en educación. Así tenemos definiciones como "un plan para el aprendizaje" (Taba, 1962), o "el contenido y el propósi-

to de un plan educativo junto con su organización" (Walker 1990).

Las reformas a fondo del currículo comienzan a finales de la década de 1950. Entonces surge una crisis en la concepción del currículo. Se ha mencionado en innumerables ocasiones que uno de los motivos de la crisis fue la conmoción que se produjo en Estados Unidos cuando los soviéticos pusieron en órbita el Sputnik, el 4 de octubre de 1957. Esta crisis provocó el replanteamiento de la política educativa especialmente en materias de ciencias y trajo consigo la provisión de fondos para el desarrollo de iniciativas que fructificaron en programas que ponían el énfasis en la modernización de los contenidos curriculares de las distintas disciplinas de ciencias, especialmente en Educación Secundaria. Como reacción a una enseñanza poco eficaz surgió un movimiento en pro del aprendizaje por descubrimiento que tiene por fin *enseñar al alumno a pensar como un científico*. Con esta línea surgen muchos proyectos entre ellos el PSSC (Physical Science Study Committee), el CHEMS (Chemical Educational Materials Study) y en Primaria el ESS (Elementary School Science).

Pero una evaluación de los resultados (van den Akker 1998) llevó a la conclusión de que el objetivo de estos currículos parecía ser casi exclusivamente propedéutico, que la enseñanza era demasiado dependiente de los libros de texto y que no se tenían en cuenta la experiencia directa, iniciación a la investigación y otras formas de estímulo intelectual.

En Inglaterra y País de Gales, el mejor ejemplo del currículo de ciencias que siguió la nueva tendencia es el proyecto Nuffield, tanto para Educación Primaria como para Secundaria. Se dio a conocer en España a comienzos de la década de 1970. Aunque el proyecto fue bien aceptado, no se generalizó su utilización, probablemente por la tradicional resistencia a salirse de la rutina. Su principal utilidad consistió en disponer de una fuente de experiencias que acompañaran a la teoría; en otras palabras, el proyecto Nuffield era y es un buen auxiliar para preparar las actividades prácticas de laboratorio. Intentos actuales de programar una enseñanza activa y relacionada con lo cotidiano son, por ejemplo, el proyecto SALTERS o el QUIMESCA.

El trabajo de laboratorio

Con el surgimiento de los proyectos citados antes se estaba viviendo un movimiento de reforma del currículo que influyó en la enseñanza de la ciencia al nivel mundial porque, entre otras novedades, se ponía un mayor énfasis en la investigación y en el trabajo de laboratorio. Aunque se ha demostrado que las prácticas de laboratorio tienen efectos beneficiosos para la enseñanza, sin embargo se ha visto que por sí mismas no han supuesto una mejora en el éxito de la enseñanza de la química y sus principales objetivos están cambiando en la actualidad; la finalidad del trabajo de labo-

ratorio está pasando de ser una actividad de comprobación o de ilustración de la teoría a un instrumento para la adquisición del conocimiento.

Una de las finalidades principales de las prácticas de laboratorio es el aprendizaje de los contenidos de procedimientos y de actitudes; sin embargo no se puede prescindir del aprendizaje de los conceptos a partir de las actividades prácticas. Pero existe el problema de que muchos conceptos de química no son directamente observables y los alumnos no relacionan la observación que realizan en el laboratorio con lo que ellos esperaban aprender al nivel atómico-molecular.

Uno de los inconvenientes de algunas actividades de laboratorio es que junto a la información que se desea que adquieran los alumnos hay otros contenidos relacionados con los materiales, los productos y las técnicas que se emplean, de modo que se ocupa mucho espacio en la memoria a corto plazo y queda poco recurso para la comprensión de los conceptos que se estudian (Gabel, 1998).

Dos factores importantes en el éxito del trabajo de laboratorio son la participación de los estudiantes en dicho trabajo y las actitudes hacia la química.

El nivel de representación

¿A partir de qué grado de especialización necesita un alumno aprender la química en los niveles atómico-molecular y simbólico? Y, en caso de que optemos por que todos los alumnos dominen los tres niveles de representación ¿cuándo se debe comenzar a introducir los dos niveles más complejos? Para los entendidos, las mejores explicaciones sobre el comportamiento de la materia se dan a partir de la estructura atómica y puede parecer que ésta es la manera más consistente para que los alumnos aprendan la química: partiendo de los átomos, pasando a los enlaces y a partir de ahí justificando las propiedades macroscópicas. Pero este camino es el inverso al que representa el contacto de las personas con el mundo, donde primero nos relacionamos con el nivel macroscópico y después buscamos las explicaciones. Puede ser éste último el camino para que los conceptos queden firmemente establecidos en la memoria a largo plazo y sirvan de base para la incorporación de otros nuevos. Tal vez así se podrían evitar o eliminar algunos errores de concepto porque, de otro modo, los que se inician en el estudio de la química observan propiedades y fenómenos al nivel macroscópico para los que no tienen explicaciones en el microscópico.

UNA QUÍMICA PARA TODOS

Hoy día es indiscutible que hay que ofrecer una ciencia para todos, o lo que se ha venido en llamar *alfabetización científica* y responde a un movimiento que se inicia a finales de la década de 1950. Aunque ambos términos no son totalmente equivalentes, en los dos casos

se pretende que la ciencia no sea un patrimonio exclusivo de los científicos sino que llegue a toda la población.

Hace mucho tiempo que en el mundo y concretamente en España se abordó el problema de la alfabetización general, con campañas especialmente dirigidas a los adultos. Una alfabetización no consiste solamente en que las personas puedan interpretar cómo suena una cadena de letras sino que entiendan un texto, escriban y se comuniquen por escrito. Análogamente, la alfabetización científica pretende que todos los ciudadanos posean una cultura científica mínima para interpretar el mundo que les rodea y no una serie aislada de recuerdos de párrafos aprendidos de memoria. Son muchos los objetivos de esta alfabetización científica y muchos los artículos en los que se plantean. La revista *Alambique*, por ejemplo, dedicó un número monográfico a la alfabetización científica, junto con el tema de la evaluación, en mayo de 2002. Entre los objetivos de los programas de alfabetización científica, muchos de ellos de amplio contenido social, se podrían destacar: comprender las noticias científicas; debatir sobre los problemas científicos que afectan a la vida, a la salud y al medio; interpretar, a la luz de los conocimientos científicos, los mensajes publicitarios; plantearse y buscar soluciones a los problemas científicos en general; contribuir a una mejor formación íntegra de la persona y, para los alumnos, decidir sobre sus estudios futuros.

¿Qué química estudiar, cuándo y como?

Desde esta perspectiva tendremos que plantearnos qué ciencia, y más concretamente qué química, enseñar y cuáles son los recursos más adecuados. Es cierto que en la calle se habla de átomos, de agujeros negros, de energía nuclear, de los polímeros... y se emplean términos que corresponden a los últimos avances de la ciencia. ¿Quiere esto decir que tales conceptos deben incluirse en el currículo? Si la decisión es que sí ¿cuándo? y, en cualquier caso ¿cómo comenzar a estudiar química?

La respuesta a esta pregunta nos puede llevar a dos posturas extremas: o bien optamos por iniciar el estudio en los primeros niveles y, para evitar la "dificultad de la materia", seleccionamos "cositas de química", como para adornar el currículo o, por el contrario, posponemos su estudio hasta niveles más elevados (pongamos por caso a los 14 o 15 años) porque así se pueden presentar unos contenidos estructurados y fundados en la teoría atómico-molecular. El autor de este artículo tiene el convencimiento de que es posible seleccionar unos objetivos que supongan una aproximación a la química, desde los primeros niveles, y que tengan en cuenta tanto las capacidades de los alumnos como la estructura de la química (De Manuel y Jiménez, 2003).

¿Cómo aprenden química los alumnos?

Muchos factores influyen en el proceso de enseñanza y aprendizaje de una materia, desde las características del alumno hasta la estructura de la materia que estudia, pasando por el método empleado en la enseñanza, el clima de aula, etc. Nos centraremos ahora en el nivel de conocimientos o de destrezas cognitivas, sin que ello suponga que se pueda reducir la enseñanza exclusivamente a los aspectos cognitivos; por el contrario, los aspectos meta cognitivos, los motivacionales y las expectativas de los alumnos son parámetros tan importantes como los cognitivos. Pero atendiendo ahora a éstos últimos, se podrían seleccionar cinco factores que deben tenerse muy en cuenta: *el nivel de desarrollo cognitivo* de los alumnos; *el nivel de exigencia de la materia*; *la estructura propia de la materia* que se enseña; *las ideas previas* de los alumnos; *la motivación* del que aprende. Cada uno de estos puntos y otros como clima de aula, aspecto social del aprendizaje, método de enseñanza, relaciones con la historia de la química, relaciones CTS, etc., necesitaría un tratamiento con profundidad. Nos vamos a detener algo en la motivación de los alumnos por estar muy relacionada con el tema de este trabajo.

La motivación

Nadie aprende lo que no quiere aprender. Si un alumno no está interesado en la materia que se le ofrece, raramente la aprenderá; tal vez consiga recitar frases incluidas en el contenido de un libro de texto o de unos apuntes, obligado por la exigencia de dar cuentas al profesor, pero sólo aquello que se estudia con interés ofrece mayores garantías de conducir a un aprendizaje significativo. Cualquiera que haya tenido contacto con niños de corta edad habrá sido testigo del enorme interés que muestran por aprender, lo que ponen de manifiesto por la inacabable cadena de preguntas que les sugiere la observación de cualquier hecho; les interesa conocer cómo es el mundo que los rodea. Sin embargo, numerosas investigaciones concluyen que, a medida que se avanza en el nivel de estudios, el interés por las materias del currículo decrece. Particularmente llamativa es la disminución de las actitudes favorables hacia el aprendizaje de la ciencia: cuanto más ciencia se estudia, más negativa es la actitud hacia la ciencia (Román y Espinosa, 1995). Ésta puede ser una de las razones de que se esté detectando últimamente una disminución del número de estudiantes que eligen carreras de ciencias. Si esto, en un principio representó un alivio al mejorar la relación profesor/alumno, en la actualidad es motivo de preocupación entre el profesorado universitario; las autoridades políticas y académicas, en muchos países, buscan la manera de captar alumnos para las carreras de ciencias.

La falta de interés puede tener su origen en que la ciencia que se enseña en el aula no es atractiva; unos contenidos basados exclusivamente en la información que dan los libros o el profesor, frente al impacto que pro-

ducen otros medios como la televisión o Internet, no llaman la atención de los alumnos. Por otra parte, la química que se estudia en el aula no coincide con la que los alumnos podrían encontrar en su entorno. Y el interés hacia el aprendizaje puede comenzar cuando el sujeto se encuentra ante una situación que le interesa y le incita a su conocimiento, a su explicación.

Se habla mucho del fracaso escolar y se buscan las causas en los planes de estudio, en la política educativa, en la metodología... La investigación y la experiencia docente en todos los niveles educativos indican que son la falta de interés por aprender, la poca utilidad práctica que se le concede al saber y, como consecuencia, el poco valor que se da al esfuerzo por aprender, los que provocan la desidia. Y de esto nadie debe culpar a nadie porque "entre todos la matamos y ella sola se murió" (la ilusión).

En el caso de la química, numerosos proyectos han intentado hacerla más atractiva y, en nuestro país, hemos de destacar el material que ENOSA diseñó y que se distribuyó por los centros oficiales y fue adquirido por los privados o concertados a comienzos de la segunda mitad del siglo XX, o el Manual de la UNESCO para la enseñanza de las ciencias, con sus sucesivas reediciones y reimpresiones (UNESCO, 1959).

Un incentivo para el estudio de la química puede ser que el alumno encuentre que ésta se relacione con algo cotidiano y conocido, que la química no es una materia extraña que sólo hay que estudiar por obligación y que le puede ser útil para entender muchos procesos naturales. En definitiva, el empleo de la química cotidiana como base para el estudio puede ser un estímulo.

Decía Dewey en 1916: *con demasiada frecuencia, el alumno sólo obtiene un tinte demasiado superficial para ser científico y demasiado técnico para ser aplicable a los asuntos ordinarios*. En eso radica parte del problema: la química que se recoge en los currículos, desde niveles muy elementales parece pretender que todos los alumnos se preparen para estudiar carreras de químicas; y sin embargo, el excesivo tecnicismo separa la química del aula de la química aplicada a los "asuntos ordinarios".

Continúa Dewey: *el punto de partida pedagógico evidente de la instrucción científica no es enseñar cosas con el título de ciencia sino utilizar las ocupaciones y aplicaciones familiares a la observación y el experimento directos, hasta que los alumnos hayan llegado a un conocimiento de algunos principios fundamentales por entenderlos en sus trabajos familiares*. Evidentemente no es nueva la propuesta de utilizar los fenómenos familiares a los alumnos para elaborar un currículo que les lleve a un aprendizaje significativo de la ciencia cercana a la realidad y que este aprendizaje, a su vez, mantenga su interés por dar explicación a los fenómenos que se observan diariamente.

LA QUÍMICA COTIDIANA PARA ELABORAR EL CURRÍCULO

Abordamos ahora los problemas que hemos analizado sobre el currículo con una herramienta didáctica que consideramos de gran utilidad: *la química que nos encontramos en el entorno cada día*.

¿Qué entendemos por química cotidiana?

Aclaremos, para empezar lo que NO debe ser, a juicio de quien esto escribe, la química cotidiana que pueda servir de base para el estudio de la química:

- NO son experiencias de química, fascinantes, para DESLUMBRAR,
- NO son ejemplos de química atractiva para ADORNAR ("experiencias florero"),
- NO son referencias a lo cotidiano SÓLO para INTRODUCIR un tema elaborado a la manera tradicional.
- NO son ejemplos de fenómenos químicos familiares INCRUSTADOS en un currículo elaborado sólo desde las teorías abstractas.
- NO son experiencias concebidas SÓLO para ILUSTRAR o COMPROBAR.

Lo cotidiano es lo diario, aquello con lo que nos relacionamos con frecuencia. La química cotidiana, a la que nos estamos refiriendo, se basará en los *fenómenos químicos que resultan familiares a los alumnos o semejantes a otros fenómenos familiares, fácilmente inteligibles y utilizables para el aprendizaje de la química*.

En principio podría servir de base cualquier fenómeno químico conocido, como la lluvia ácida, el uso de los productos de limpieza del hogar, los cambios de colores de los pigmentos coloreados de los alimentos, los procesos que tienen lugar en la cocina, etc. La elección se realizará siempre de acuerdo con los objetivos didácticos y, salvo casos y para fines muy concretos, los fenómenos no deben ser sofisticados porque lo más importante es el aprendizaje que se puede conseguir a partir de ellos y lo excesivamente llamativo o complejo distraería de este objetivo.

Algunos fenómenos se presentan en los libros como sencillos en su realización y en su comprensión. Por ejemplo: casi indefectiblemente los autores de libros de texto incluyen la experiencia que consiste en apagar una vela, sujeta sobre un plato que contiene agua y colocando sobre ella un vaso alto o una probeta. Se pretende comprobar que la vela se apaga cuando se ha consumido el oxígeno y medir el volumen de éste que había en el vaso. Pero no se tienen en cuenta factores como el calentamiento del aire, la formación de agua y dióxido de carbono, las distintas solubilidades de los diferentes gases en agua, etc. Para decidir hasta dónde profundizar en los conceptos que se pueden aprender a partir de esta experiencia, hay que plantearse la pregunta ¿qué pretendemos con esta experiencia? La respuesta guiará los contenidos que se deban introducir.

La química cotidiana en los libros de texto

Es cierto que los libros de texto incorporan cada vez más actividades relacionadas con la vida cotidiana; pero ¿con qué finalidad? La inclusión de la química cotidiana en los libros de texto puede responder a diversos objetivos. Si investigamos qué uso se hace en los libros de texto de las actividades cotidianas nos encontramos que responde a diversos fines (Jiménez, Sánchez y De Manuel, 2003). La mayoría de las referencias cotidianas están en los dos primeros cursos de la Educación Secundaria Obligatoria y abundan las actividades que tienen como fin romper la aridez de la teoría o como aplicación de lo aprendido, pero no como eje del currículo. A veces son "actividades florero", es decir, incrustadas en el texto para que lo adornen, pero sin integrarse de lleno en los contenidos.

Nuestro objetivo es un intento de *inmerger* la química cotidiana en el currículo de modo que por una parte sirva de eje para su elaboración que conduzca a una organización estructurada de la materia y a un aprendizaje que permita después encontrar aplicaciones y utilidad en los conocimientos adquiridos. Por eso la selección de actividades se basa, como hemos dicho, en los objetivos didácticos y en los requisitos que estas actividades deben reunir para cumplir con tales objetivos.

¿Cómo han de ser las actividades?

Para que la química cotidiana sea un instrumento motivador y útil para el aprendizaje, las actividades seleccionadas deben cumplir algunos requisitos, como los siguientes:

- *Ser conocidas por los alumnos:* Puede ser más atractivo aprender sobre lo que se conoce y hay que tener en cuenta que lo conocido por el profesor (incluso lo que le era familiar en su niñez o su juventud) puede no serlo para el alumno.
- *Ser interesantes:* Además de conocidos, los fenómenos que se estudien deben formar parte de los intereses del alumno para que constituyan un estímulo para el aprendizaje. Algunos fenómenos del hogar pueden ser conocidos pero desestimados por los alumnos.
- *Responder a objetivos didácticos claramente definidos:* No se trata de adornar los contenidos sino de que el trabajo escolar, utilizando las actividades como base, ayude al alumnado a construir el aprendizaje deseado.
- *Ser inmergibles en el currículo:* Las actividades que se elijan no se destinarán a añadir, adornar o amenizar la tarea sino para que queden inmersas en el currículo y se acomoden a la estructura de la materia que se estudia.

- *Presentar una exigencia cognitiva adecuada al nivel de los estudiantes:* A veces los fenómenos cotidianos se eligen por su poder fascinante, sin que se puedan utilizar como verdaderos recursos didácticos para el aprendizaje por su dificultad o abstracción.

- *Resultar útiles* tanto desde el punto de vista didáctico (teniendo en cuenta las razones antes expuestas) como para que el alumnado vea que lo que aprende es utilizable en la vida ordinaria y le ayude a conocer cómo funciona el mundo que lo rodea.

- *Ser fácilmente realizables* evitando algunos fenómenos o experiencias cotidianas que son tan complejas de entender o de realizar que son más válidas para satisfacer los intereses del profesor que los del alumno.

¿Cómo elaborar el currículo a partir de lo cotidiano?

Si se pretende elaborar un currículo partiendo de las experiencias cotidianas es preciso disponer de muchas y variadas y, en función de nuestros objetivos, se deberán clasificar y seleccionar las actividades. Por esto es preciso seguir unos pasos que nos proporcionen suficientes actividades entre las que poder elegir. Estos pasos o etapas son:

Confeccionar un banco de experiencias

Si el currículo se ha de elaborar a partir de la química cotidiana, lo primero que se necesita es disponer de suficientes experiencias para poder elegir las adecuadas en cada ocasión. Se puede empezar por confeccionar un banco de experiencias que se pueden tomar de libros de texto o de prácticas, periódicos diarios, televisión, radio, revistas de moda, cocina, hogar, decoración y de la propia experiencia del docente. Sánchez Guadix, en su trabajo de Tesis Doctoral, que tiene por objetivo basar el aprendizaje de la reacción química en los fenómenos cotidianos, ha seleccionado 3600 "trucos domésticos" de limpieza, de cocina y de belleza, que aparecen en varios números monográficos de las revistas *Cosas de Casa*, *Mía* y *Diez Minutos*.

Establecer los objetivos educativos

Como se viene diciendo reiteradamente, el objetivo es elaborar un currículo y no buscar experiencias que puedan servir de adorno. Por ello, no se pueden perder de vista los objetivos educativos que correspondan al nivel de los alumnos; en función de estos objetivos se elegirán las experiencias que sirvan de base para el aprendizaje de conceptos de química.

Clasificar las experiencias por su adecuación al currículo y por su exigencia cognitiva

Continuando con nuestro camino de ir de las experiencias a los conceptos, debemos adecuar éstas al currículo y al estado de desarrollo cognitivo de los alum-

nos. Para lograr este último cometido son útiles, aunque de difícil utilización, las taxonomías de Shayer y Adey (1984). Una segunda clasificación se debe basar en el proceso químico que tiene lugar con el fin de facilitar una primera selección a la hora de planificar el currículo.

Explotar al máximo las posibilidades de deducir conceptos a partir de la experiencia

Más que utilizar muchos fenómenos para elaborar el currículo, se pueden seleccionar estos fenómenos de modo que permitan la introducción de múltiples conceptos.

Adecuar el currículo a la estructura de la química y a los conceptos emergentes

No es posible aprender una materia, con cierta coherencia, picoteando cositas sobre ella, de aquí y de allá. Por lo tanto, es imprescindible que al planificar el currículo se tenga en cuenta que la química, bien se estudie a partir de lo macroscópico o de lo microscópico, tiene una estructura propia que se ha ido elaborando como fruto de la construcción del conocimiento químico a lo largo de la historia. Para cumplir con este requisito es preciso que el profesor seleccione los conceptos importantes de modo que, sin perder el hilo conductor que corresponde a la química, sepa prescindir de los contenidos que son secundarios y que no se podrían introducir con los fenómenos cotidianos, pero cuidando de que esto no rompa la unidad de la materia ni suponga un obstáculo para seguir profundizando, en su momento, en el aprendizaje de la química.

En definitiva, no se trata de tener elaborado un programa y luego buscar el fenómeno (aunque sea inevitable tener los objetivos en la mente desde un primer momento) sino que, a partir del fenómeno, se han de buscar y realizar todas las actividades que se presten para cubrir un programa lo más amplio posible. Este enfoque concede protagonismo a la química cotidiana frente a un currículo teórico previamente elaborado y es lo que entendemos por *inmerger* la *química cotidiana* en el currículo.

Establecer el plan de actuación

Es la preparación próxima de las actividades para realizar dentro o fuera del aula. Aunque ahora no nos ocupamos expresamente de la metodología, sin embargo el método forma parte del currículo, como hemos dicho al principio. No tendría mucho sentido recurrir a los fenómenos cotidianos si no se estuviese pensando en un modo de enseñar la química y, más aún, en qué química enseñar y para qué. Por otra parte, el uso de los fenómenos debe ser un camino de ida y vuelta: aprender a partir de las experiencias cotidianas y, una vez interiorizados los conceptos, utilizar éstos para comprender los fenómenos que se presentan a diario.

Un ejemplo de utilización de la química cotidiana

No quedaría completa esta disertación si no se ilustrara con un ejemplo de la posibilidad de utilizar materiales y hechos cotidianos para el aprendizaje de la química. En la tesis doctoral de Pérez Guzmán (2003) se proponen y se evalúan los resultados de experiencias realizadas con material cotidiano. La oxidación de la lana de hierro, en distintas condiciones (De Manuel 2003) es un medio de que los alumnos adquieran o consoliden el concepto de reacción química, reconozcan que en los procesos químicos hay cambio en la naturaleza de las sustancias y en ellos se cumplen algunas leyes ponderales y volumétricas y que adquieran los conceptos de oxidación y reducción, entre otros muchos objetivos de conocimientos, procedimientos y actitudes.

Podríamos citar otros ejemplos como el estudio de los ácidos y las bases que se puede realizar a partir de experiencias con productos cotidianos como limón, vinagre, detergentes, aspirina, vitamina C, amoníaco, sal fuman, sosa cáustica, etc. utilizando productos coloreados naturales como indicadores. Las disoluciones se pueden estudiar simplemente con sal, agua y etanol, amén de algunos instrumentos y material familiar al alumnado.

El modelo que aquí se propone permite iniciar el estudio de muchos conceptos químicos en la Educación Primaria y en los primeros cursos de la Secundaria.

CONCLUSIÓN

Evidentemente resulta muy difícil basar toda la enseñanza de la química en la realización de actividades prácticas con los productos cotidianos, sobre todo cuando nos elevamos en el nivel educativo. Sin embargo sí se puede afirmar que es factible en los niveles obligatorios, seleccionando bien los objetivos y los contenidos, proporcionar una cultura química amplia y coherente.

Si se otorga un papel primordial a las actividades cotidianas, el alumno se encontrará con una materia que no le será extraña e inútil y la observación de los fenómenos que suceden en su entorno le incitarán a buscar la explicación científica. A veces convendrá utilizar procesos no muy familiares pero fácilmente reconocibles si se ha establecido antes un contacto directo entre lo cotidiano y la química. Por ejemplo: el carácter reversible de las reacciones no es fácil de observar con el óxido de hierro; pero después de haber asimilado el papel del oxígeno y de los metales en la oxidación y haber comprendido la naturaleza de los óxidos, el simple calentamiento del óxido de mercurio en un tubo de ensayo permite ver cómo se obtiene el mercurio y se desprende oxígeno, actividad no cotidiana pero que no resultará misteriosa para quienes han manipulado ya un metal como el hierro y su óxido, con los que se han familiarizado; esta experiencia permitirá iniciarse o profundizar en el concepto de reducción.

REFERENCIAS

- 1) BEN-ZVI, N Y GAI, R. (1994). Macro and Micro Chemical Comprehension of Real World Phenomena. *Journal of Chemical Education* 71. 730-732.
- 2) BRUNER J.S. (1969). *Hacia una teoría de la instrucción*. Uteha. Méjico.
- 3) DE MANUEL, E. (2003, en prensa). *La utilización del objeto real en el aula*. Ariel. Granada.
- 4) DE MANUEL, E Y JIMÉNEZ, M.R. (2003). "¿Cuándo y cómo comenzar a estudiar química?". En AAVV. *Aspectos Didácticos de Física y Química (Química)*. ICE Universidad de Zaragoza. 89-120.
- 5) DEWEY, JOHN (1916/ ed. 1998): *Democracia y educación*. Madrid, Morata, pp 242-43.
- 6) GABEL, D. (1998). "The Complexity of Chemistry and Implications for Teaching". En Fraser, B.J. y Tobin, K.G *International handbook of science education*. Kluwer academic publishers. Londres. 233-248.
- 7) GABEL, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research. *Journal of Chemical Education* 76 (4), 548-554.
- 8) JIMÉNEZ, M.R. (2002). *Contenidos relacionados con los procesos ácido-base: diagnóstico y propuestas didácticas al nivel universitario*. Editorial Universidad de Granada. Granada.
- 9) JIMÉNEZ, M.R., DE MANUEL, E., GONZÁLEZ, F. y SALINAS, F. (2000). La utilización del concepto de pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias* 18 (3), 451-461.
- 10) JIMÉNEZ, M.R, SÁNCHEZ, M.A. y DE MANUEL, E. (2003). Química cotidiana: ¿amenizar, sorprender, introducir o Educar? En AAVV *Didáctica de la Química y Vida Cotidiana*. Sección de publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Técnica de Madrid. I.S.B.N.84-7484-156-9. pp. 15-23.
- 11) JOHNSTONE, A.H. (1993). The development of Chemistry Teaching. *Journal of Chemical Education*, 70. 701-703.
- 12) PÉREZ GUZMÁN, C. (2003). *Adecuación de contenidos de oxidación y reducción a la edad madurativa de los alumnos. Una propuesta para los niveles de once a catorce años*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- 13) ROMAN, T. y ESPINOSA, J. (1995). Actitudes hacia la Ciencia a lo largo del BUP y el COU: un estudio longitudinal. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), pp. 199-202.
- 14) SHAYER, M. y ADEY, P. (1984). *La ciencia de enseñar ciencias (desarrollo cognitivo y exigencias del currículo)*. Narcea. Madrid.

REFERENCIAS

15) TABA, H. (1962). Curriculum development: teorie and practice. Harcourt Brace Jovanovitch. Nueva York. Citado por J. van Den Akker, (1998), "The science curriculum between ideals and outcomes" en Fraser, B.J. y Tobin, K.G. *International handbook of science education*. Kluwer academic publishers. Londres. 421-447.

16) UNESCO (1959). *Manual de la UNESCO para la enseñanza de las ciencias*. Editorial Sudamericana. Buenos Aires.

17) VAN DEN AKKER, J. (1998). "The science curriculum: between ideals and outcomes". En Fraser, B.J. y Tobin, K.G. *International handbook of science education*. Kluwer academic publishers. Londres.

18) WALKER, D. (1990). *Fundamentals of Curriculum*. Harcour Brace Jovanovich. San Diego. CA.

Congreso

ISOCS-XXI
21st International Symposium
on the
ORGANIC CHEMISTRY
OF SULFUR
MADRID, SPAIN, JULY 4-9, 2004

PLENARY LECTURERS

Jan Becher	Patrick Metzger
Carsten Balm	Carmen Nájera
Carmen Carriño	Francesco Naze
Franklin A. Davis	Renji Okazaki
Jonathan Ellman	Albert Padwa
Richard Glass	Barry Trost
Lanny S. Liebeskind	Israel Wachs
Nozario Martin	Stuart Warren

Memorial Speech for Prof. Martin (Kin-ya Akiba)

CONTACTS
Venue: Universidad Autónoma de Madrid. Cantoblanco. 28049-Madrid (Spain)
Chairman: Prof. José L. García Ruano
Website: www.unicongress.com/ISOCS-XXI

ISOCS-XXI
21th International
Symposium on the
ORGANIC CHEMISTRY
OF SULFUR

V FERIA
Madrid por la Ciencia.
Ven y descubre.

V FERIA

madrid por la
ciencia
madrid

Ven y descubre

Centros Educativos, Universidades,
Centros de Investigación, Museos
y Centros de Divulgación Científica,
Reales Sociedades, Editoriales, Revistas,
Empresas y Administraciones Públicas

Entrada Gratuita

PARQUE FERIAL JUAN CARLOS I
IFEMA. MADRID. PABELLÓN 3
del 27 al 30 de marzo 2004

www.madridporlaciencia.org

Comunidad de Madrid
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN
Dirección General de Universidades
e Investigación