

Química cotidiana para la alfabetización científica: ¿realidad o utopía?

Jiménez Liso, M^a Rut,¹ Sánchez Guadix, M^a Ángeles²
y De Manuel Torres, Esteban³

Abstract (*Daily chemistry to the scientific literacy: real or utopic aims?*)

The investigations upon scientific literacy propose only very general aims too abstract or utopian for the teacher to fulfil. The “daily life” chemistry can help to concretise these aims. The presence of the “ethoschemistry” (“daily life chemistry”) in several textbooks (for the first time in the early 20th century) can be remained in anecdotic if the sequence is not adequate. The most important disadvantage using the “ethoschemistry” is that it can be considered just as something anecdotic unless the sequence is properly explained. In this paper these questions are analysed, as well as how the “ethoschemistry” is treated in current textbooks from several Spanish publishing companies, these beings are used by 12-16 years old Spanish students at their secondary school.

Resumen

Las investigaciones sobre alfabetización científica plantean unos objetivos muy generales que pueden parecer inalcanzables y utópicos para el profesorado. La química cotidiana puede ayudar a concretar los objetivos perseguidos siempre que su tratamiento tenga este propósito. La presencia de la “ethosquímica” (química cotidiana) en diversas propuestas curriculares (desde comienzos del siglo XX) puede quedarse en anecdótica si no se secuencian adecuadamente. En el presente artículo analizaremos estas cuestiones y mostraremos el tratamiento actual de la ethosquímica en los libros de la Educación Secundaria Obligatoria (para alumnos de 12 a 16 años) de varias editoriales españolas.

¿Utopía en los objetivos?

En un trabajo previo (Jiménez, Sánchez y De Manuel, 2001) expresamos la importancia de cargar de realismo el currículo de Química de los niveles medios y utilizar la Química cotidiana como eje central para diseñar un currículo en el que prevalezcan las relaciones entre el conocimiento cotidiano del alumno y el conocimiento científico. Al revisar las aportaciones de otros autores sobre la utilización de los fenómenos cotidianos para el estudio de la Química nos encontramos con muchos objetivos comunes a los perseguidos por los defensores de la alfabetización científica. Una lectura de esos objetivos nos hace temer que los profesores de secundaria (que trabajan con estudiantes de 12 a 18 años) que se acerquen a ellos puedan considerarlos como utópicos:

Algunos autores destacan la importancia de la interacción entre el alumno y el entorno: Mato y otras (1994) y Solsona (2001) se plantean como objetivo el capacitar a los alumnos para comprender mejor el mundo donde viven y producir en ellos una motivación suficiente para que intenten buscar la razón o justificación de algunos de los fenómenos que les rodean. Cortizo (1996) se propone lograr una conexión efectiva y real de la escuela con las vivencias, sentimientos y necesidades del alumnado y conseguir un equilibrio armónico entre lo que aprenden en el aula y lo que tienen que vivir en la vida cotidiana.

Otras finalidades se centran en lograr objetivos educativos como alcanzar niveles más altos de conocimiento formal (Del Río y Álvarez, 1992) o como el que rescata Moreno (1994) de los objetivos generales de la Educación Secundaria Obligatoria española (12-16 años) que pueden desarrollarse desde las ciencias experimentales: *Iniciar al alumnado en el camino del pensamiento científico y ofrecer una formación para resolver los problemas más acuciantes de nuestra sociedad.*

Y más específicos de factores sociales, la revalorización del conocimiento doméstico de las personas dedicadas al hogar a la hora de cubrir las necesidades individuales, la importancia de la atención a los demás y la valoración de la contri-

¹ Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería. España.

² I.E.S. Montes Orientales. Guadahortuna. Granada. España.

³ Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. España.

Recibido: 1 de febrero de 2002; **aceptado:** 6 de mayo de 2002

bución de cada persona a las necesidades de la familia que propone Solsona (2001).

La realidad en las aulas (diversidad de los estudiantes en cuanto a los conocimientos y las actitudes, desmotivación, etcétera) puede generar un pesimismo entre el profesorado que le disuade del intento por lograr objetivos tan amplios aunque también puede servir de incentivo a muchos docentes que quieran mejorar la realidad del aula.

La utilización de la vida cotidiana como núcleo central para aprender los contenidos científicos lleva implícita una concepción de la enseñanza de las ciencias que surge entre otros factores de la necesidad de interesar por la ciencia a los alumnos desmotivados que se encuentran en las clases de Educación Secundaria Obligatoria (12-16 años) debido a la obligatoriedad de la enseñanza (y de las materias científicas). Desde esta posición se hace urgente dar el salto de una formación para especialistas a una “ciencia para todos” (Marco, 1997 y Hodson y Reid, 1988); es decir, nuestros currículos no deben tener como única meta que los alumnos aprendan los contenidos básicos que van a necesitar en cursos posteriores e incluso en sus estudios universitarios de ciencias sino que también hay que facilitar unos contenidos más asequibles y útiles. Marco (1997 y 2000) destaca el escepticismo de Shamos (1995) ante unos objetivos tan genéricos (ciencia para todos y formación permanente incluso fuera de la escuela).

La generalidad de las finalidades puede hacer pensar al profesorado que se trata de objetivos inalcanzables. A esta misma idea de utopía puede llegarse si se considera que la ciencia cotidiana ha sido un objetivo muy presente en los intentos curriculares desde hace mucho tiempo. Para poner de manifiesto esta presencia de la ciencia cotidiana en los currículos del último siglo citaremos el trabajo de Oliver y Nichols (1999), quienes revisan la influencia de los cambios políticos y sociales sobre las aportaciones de los investigadores en Didáctica de las Ciencias y de la Matemática a la revista *School Science and Mathematics* durante un siglo (1900-1999). Destacan que, con el objetivo de motivar el interés de los alumnos hacia la ciencia, se proponen numerosos cursos de Ciencia General (Gooddard, 1921) centrados en los estudiantes. Con este mismo fin, empiezan a aparecer cursos estructurados en torno a las prácticas de laboratorio para emparejar los contenidos químicos con sus implicaciones sociales (Wirick, 1921) y que los estudiantes aprecien la relevancia de

la Química en sus vidas o para hacer más atractiva la Química ¡a las chicas! si se les muestran las aplicaciones para el hogar (Pierce, 1927). Partridge y Harap (1933) y Curtis (1942) utilizan un listado de drogas y cosméticos y otros productos que se pueden consumir para acercar la ciencia a las necesidades de los estudiantes (todos estos artículos han sido citados por Oliver y Nichols, 1999). Desde esta perspectiva histórica nos llama poderosamente la atención que muchos planteamientos actuales (que en algunos contextos se consideran como innovadores) hayan sido propuestos y discutidos desde hace muchos años, si bien algunos enfoques de estos autores podrían tacharse hoy de sexistas.

A pesar de que los intentos por realizar una ciencia cotidiana en el aula provengan de tiempos remotos, no creemos que sea un objetivo logrado. Tampoco sería conveniente ignorar tales intentos ni desechar la finalidad, pues consideramos que la propuesta de una ciencia cotidiana, en particular de la Química cotidiana, permitiría *concretar* el objetivo más general de lograr una alfabetización científica para todos.

Alfabetización científica: ¿qué significa?

Como primer acercamiento al concepto de alfabetización científica podemos tomar como referencia la alfabetización de adultos. Coloquialmente se suele decir que analfabeto es quien no sabe leer y escribir. En los países desarrollados el número de personas analfabetas ha descendido como consecuencia de su desarrollo económico; sin embargo, se habla de analfabetismo funcional pues a pesar de saber leer y escribir, muchos no se expresan adecuadamente y no comprenden lo que leen. El informe PISA (Programme for International Student Assessment) de la OCDE, hecho público en diciembre de 2001 (OECD, 2001), relativo a un estudio realizado con 265,000 estudiantes de 15 años de 32 países, la mayoría europeos, concluye que tan sólo el 10% alcanza un buen nivel de comprensión escrita, lo que consiste en “entender textos complejos, evaluar informaciones y construir hipótesis”.

Por todo esto, los investigadores en Didáctica de las Ciencias deberían delimitar cuándo se considera que una persona es analfabeta científicamente (¿qué códigos es preciso valorar?) y cuándo podemos decir que una persona está alfabetizada científicamente (porque conoce los códigos) pero no está alfabetizada de manera funcional (porque no puede expresarse con esos códigos y no comprende lo que se expresa con dichos códigos).

En numerosos artículos y libros (Gil y otros, 1998; Cañal, 2000; Membiela, 1997; Marco, 1997 y 2000) se ofrecen definiciones de alfabetización científica y clasificaciones según los diferentes niveles (cultural, funcional o real) o los esfuerzos educativos (práctica, cívica o cultural). Es difícil delimitar cuándo se consigue la alfabetización científica. El programa PISA define la alfabetización científica como “la capacidad de utilizar el conocimiento científico, identificar preguntas relevantes y extraer conclusiones basadas en evidencias, con la finalidad de comprender y ayudar a tomar decisiones en relación a los fenómenos naturales y a los cambios introducidos a través de la actividad humana”.

Habitualmente, la comprensión pública de la ciencia es abordada mayoritariamente desde la perspectiva de lo que debería conocer el público y, por tanto, manifiesta una imagen de analfabetismo científico que se mide cuantitativamente basándose en un modelo de déficit cognitivo de comprensión de la ciencia (Jenkins, 1999). Este modelo presupone que el público debería comprender la ciencia esencialmente en los mismos términos que los científicos. Además, este modelo tiene otro inconveniente y es que presenta la ciencia como un cuerpo de conocimiento nada problemático, que los propios científicos ignoran a menudo el conocimiento científico fuera de su especialidad y que no están necesariamente de acuerdo entre ellos acerca de sus procedimientos. Ziman (1991) concluye que interpretar la situación en términos de ignorancia pública o de analfabetismo científico no aporta una estructura analítica adecuada para la investigación.

Las investigaciones de Layton y otros (1993) y de Winne (1991) caminan en otra dirección: las cuestiones relevantes tratan de establecer a qué se refiere la gente al hablar de ciencia, de identificar sus fuentes de información y asesoramiento científico, de explorar su justificación racional para buscar tal información/asesoramiento y de investigar cómo las reciben, evalúan y despliegan. Por tanto, sería analizar una ciencia más social que cognitiva, un enfoque más interpretativo y cualitativo de la visión pública de la ciencia. Sería una ciencia para propósitos sociales específicos pues, para la mayor parte de los profanos, tiene poca utilidad o ninguna el conocimiento científico convencional (Jenkins, 1999).

Para fundamentar futuras investigaciones, es preciso insistir en que la indagación sobre los niveles de alfabetización científica (o de analfabetismo científico) no se debe reducir a los términos propios de

la ciencia ni medir el grado de ignorancia pública. La evaluación de los procesos que proponen los autores citados en el párrafo anterior puede ser una línea de investigación de cara a medir adecuadamente los niveles de alfabetización científica, pero el grado de alfabetismo también se puede conocer evaluando cuestiones relevantes que tengan fines específicos en la sociedad; es decir, indagando las interpretaciones que el público le otorga a los procesos científicos que se utilizan habitualmente.

Nos situaríamos, por tanto, en esta parte de la investigación que se suele denominar como *etnociencia* (*etnoquímica*); es decir, el conocimiento científico y la actividad estructurada en y por las actividades cotidianas que tienen una dimensión científica (Jenkins, 1999). El objetivo principal pasaría de ser una *ciencia para todos* a una *ciencia para la acción*.

Queremos destacar que la nomenclatura que se suele utilizar “etnociencia” puede inducir a confusión, pues el significado del sustantivo griego “etno” hace alusión a las etnias (raza, nación) más que a lo cotidiano y tendría más relación con la ciencia para las minorías que es una línea emergente dentro de nuestra área. Si queremos hacer referencia explícita al contexto cotidiano deberíamos utilizar “ethos” que se relaciona más con la costumbre, el hogar, etcétera. Por tanto, si queremos referirnos a la ciencia cotidiana deberíamos denominarla “ethosciencia” y “ethosquímica” para la química cotidiana. Desde nuestro punto de vista, la *etnociencia* se centraría en tres aspectos básicos para el diseño curricular: que el currículo no sea exclusivamente occidental, que no sea sexista y que no sea racista. Tres pilares fundamentales para realizar estrategias de enseñanza apropiadas para culturas concretas. Sin renunciar a ello, la *ethosciencia* se centraría en los fenómenos cotidianos de la ciencia (partir de lo cotidiano para introducir los contenidos científicos, así como su posterior aplicación para la vida cotidiana).

Ciencia para todos: ¿realidad o sueño?

Las investigaciones sobre alfabetización científica parecen insistir mucho en los principios básicos y en convencer al profesorado de la prioridad de alcanzar este objetivo tan necesario pero tan amplio. Como señala Kempa (2001) los investigadores deben tomar conciencia de que su trabajo debe llegar al profesorado. Para ello, hay que divulgar las investigaciones pero también conectar con los intereses del docente y eso sólo ocurrirá cuando estén cargadas de realismo. Por tanto, la alfabetización científica tendrá

trascendencia (y no será sólo un sueño o se quedará como objetivo inalcanzable) en Primaria (hasta 12 años) y Secundaria (12-18 años) cuando se concrete en un currículo que facilite la labor docente. Como señala Marco (2000) se echan en falta unidades didácticas y propuestas de enseñanza de alfabetización científica para el aula. En esta dirección, Domínguez y otros (1999) destacan la conveniencia de utilizar internet para buscar información sobre los avances científicos actuales, los aspectos creativos e imaginativos que llevan a los investigadores a proponer algunas hipótesis y los rasgos de la personalidad humana y científica de los investigadores que han tomado parte en algún evento científico.

Marco (1997), con el claro objetivo de introducir en el currículo contenidos de la actualidad científica, utiliza un texto sobre los alimentos transgénicos para estudiar la información que los alumnos captan tras su lectura. Les propone identificar conceptos-clave y las relaciones que se pueden establecer entre esos conceptos y otros ya conocidos con la intención de abrir a los alumnos un nuevo vocabulario y dotarlo de significado. Esta misma autora (Marco, 2000) propone otra actividad que guarda relación con los accidentes químicos e insta a los profesores a que planteen pequeñas investigaciones, utilizando internet, en torno a los pesticidas, su producción industrial, su inestabilidad química y los problemas para el medio ambiente, etcétera.

La comprensión de los contenidos que han alcanzado más popularidad que otros puede ser un buen criterio para detectar los índices de alfabetización científica o de analfabetismo científico, pues el hecho de que aparezcan en los medios de comunicación algunas noticias científicas permite estudiar qué personas pueden hablar de ello y argumentar a un nivel que vaya más allá de la anécdota o de la opinión personal (Sanmartí e Izquierdo, 2001).

Química cotidiana para la alfabetización científica: un primer análisis

Como hemos señalado en párrafos anteriores, la alfabetización científica puede desarrollarse a través de un currículo centrado en ciencia cotidiana, en nuestro caso en la Química cotidiana. Para ello, un primer requisito que debe cumplir es que esa Química cotidiana debe conceder una importancia elevada al *contexto cercano* al alumnado, tomando como base los fenómenos que alcanzan popularidad por aparecer habitualmente en los medios de comunica-

ción y que se están convirtiendo en habituales y otros no tan famosos pero que se pueden encontrar en escenarios próximos a los estudiantes, como son los relacionados con fenómenos cotidianos en el hogar.

El tratamiento que se le conceda a la Química cotidiana en el contexto escolar debe ser otra variable a controlar: los fenómenos cotidianos no deben servir sólo para introducir o motivar sino para plantear situaciones problemáticas de las que surja la teoría y para aplicar ésta a la vida diaria.

Para realizar una primera indagación sobre la utilización de la vida cotidiana en el aula hemos comenzado con el análisis del tratamiento que se le concede en los libros de texto. Reconocemos que los libros de texto no suelen ser un referente fiel de lo que sucede en el aula; sin embargo, no se puede negar que la mayoría de los profesores suelen tener un único libro-guía para el aula, aunque a la hora de plantear fenómenos cotidianos suelen consultar los que aparecen en varios libros. Por este motivo, nos parece interesante analizar los libros porque pueden ser un buen indicador de la vida cotidiana que utilizan los docentes en su práctica.

Consideramos interesante estudiar si la vida cotidiana se utiliza como mero *pasatiempo*, a modo de *ejemplo*, como puro *espectáculo* o *entretenimiento* (como se induce en algún libro al incorporar un apartado de *ciencia sorprendente* que puede afianzar la idea de muchos alumnos de que la Química es mágica).

Una forma de utilizar los fenómenos cotidianos en el aula es a modo de *ejemplos* inmersos en la teoría para hacer más comprensible ésta (Moreno, 1994), de forma que los aprendizajes escolares sirvan de enlace entre lo científico y los problemas sociales. En esta misma línea, Sáez y Carretero (1999) al exponer la respuesta del profesorado ante las recomendaciones oficiales, señalan que para los docentes la innovación de la reforma educativa significa diversificar las fuentes de información de los estudiantes, proponer actividades de aplicación de conceptos, promover el trabajo en grupo de los alumnos e *introducir ejemplos de la vida diaria*. La opción de la LOGSE (ley española de educación) por la alfabetización científica desde la ciencia cotidiana parece quedar reducida a aumentar el número de ejemplos tomados de la vida diaria.

Como indica Cajas (2001) la vida cotidiana suele tener un carácter exclusivamente motivacional y se usa como punto de partida para luego reemplazarla por contenidos más sofisticados. Como hemos seña-

lado en párrafos anteriores, no nos parece suficiente utilizar la Química cotidiana como mero ejercicio de aplicación de la teoría o como introducción a los contenidos científicos. Consideramos más importante secuenciar las actividades cotidianas y que de ellas surjan los contenidos en vez de partir de los contenidos y ejemplificar con actividades cotidianas, que los estudiantes se encuentren en el aula con problemas relevantes para su vida diaria.

Este enfoque, que impregna de vida cotidiana todos los elementos del currículo (no sólo las introducciones a la teoría, los ejemplos, o algunas anécdotas para dar “pinceladas de color”), tiene importantes consecuencias para la vida escolar pues ayuda a valorar la construcción conceptual que surge de la propia escuela y supone la modificación de una visión de la ciencia escolar como academicista a una imagen de ciencia escolar como construcción social (Sáez y Carretero, 1999).

Con el objetivo de analizar cómo utilizan los libros de texto las referencias cotidianas hemos diseñado un protocolo, centrado en los contenidos relacionados con los cambios químicos, con el que hemos contabilizado y clasificado las referencias cotidianas que aparecen en una muestra de 24 libros de Física y Química de Educación Secundaria Obligatoria (los libros de 1º-4º de ESO para estudiantes de 12 a 16 años, de seis editoriales españolas elegidas al azar dentro del amplio abanico de posibilidades que ofrece el mercado). La clasificación de las referencias cotidianas se ha realizado en función de si aparecían en los documentos iniciales, en documentos anexos dentro del texto o en apéndices (documentos al margen), como introducción a la teoría, en las actividades, etcétera.

Los resultados de este primer análisis nos permitirán comprobar si los libros utilizan la vida diaria

como introducción a la teoría pero no como aplicación; como aplicación pero después de teorizar, o si, por el contrario, se centran en lo cotidiano tanto para introducir la teoría como para conectarla con su aplicación a la vida diaria. También presentaremos los cambios químicos cotidianos que aparecen con mayor frecuencia en los libros analizados con el objetivo de estudiarlas y analizar si poseen un nivel de exigencia muy elevado para la Educación Secundaria Obligatoria (12-16 años).

Los capítulos de los libros analizados son los de contenidos relacionados con los procesos químicos que toman diferentes nombres dependiendo de la editorial. Por citar algunos, nombraremos los de “propiedades de la materia”, “la estructura de la materia”, “los cambios de estado”, “los cambios químicos”, “la materia se transforma”, “las reacciones químicas”, etcétera.

En la tabla 1 mostramos los resultados obtenidos del análisis de las actividades, comparando la frecuencia con la que aparecen las actividades *cotidianas* y las actividades *de repetición*, entendiendo por éstas las que corresponden a contenidos ya explicitados en el texto con anterioridad a la propuesta de la actividad. Las actividades que plantean los libros suelen ser muy diversas; por ello, y para facilitar la comparación entre las actividades *cotidianas* y las de *repetición*, las hemos subdividido según fueran actividades antes de la teoría (*actividades iniciales*), dentro de la teoría (*actividades intermedias*) y después de la teoría (*actividades finales*).

También hemos contabilizado el número de documentos (introducciones, comentarios históricos al margen, etcétera) y las prácticas de laboratorio presentes en los libros, de ellos hemos contabilizado cuántas referencias eran cotidianas. Los resultados obtenidos aparecen en la tabla 2.

Tabla 1. Comparación de las actividades cotidianas con las de repetición de contenidos.

Curso	Actividades iniciales N ₁ =99, N ₂ =126, N ₃ = 77, N ₄ = 19		Actividades intermedias N ₁ = 504, N ₂ =207, N ₃ = 704, N ₄ = 314		Actividades finales N ₁ = 191, N ₂ = 83, N ₃ = 607, N ₄ =301	
	Cotidiana	Repetición	Cotidiana	Repetición	Cotidiana	Repetición
1º	36%	52%	39%	38%	19%	55%
2º	16%	79%	24%	54%	13%	70%
3º	23%	71%	15%	60%	9%	67%
4º	26%	59%	11%	61%	12%	56%

Tabla 2. Referencias cotidianas en documentos, ilustraciones y prácticas de laboratorio.

Curso/ Elemento analizado	1°	2°	3°	4°
Documentos y anexos	11/14 (79%)	7/13 (54%)	22/45 (49%)	8/16 (50%)
Prácticas de laboratorio	33/38 (86%)	14/22 (63%)	46/74 (62%)	15/44 (34%)

Los resultados de la tabla 1 muestran la tendencia de los autores de libros de reducir las referencias cotidianas de las actividades iniciales a las finales y del primer curso al último (4°). Esta disminución de referencias cotidianas al aumentar de curso también se pone de manifiesto en las prácticas de laboratorio (tabla 2). Una primera lectura de estos resultados parece indicar que los libros de texto suelen tratar los aspectos químicos de la vida cotidiana como introducción a los contenidos relacionados con los cambios químicos y como ejemplos.

Hemos centrado el análisis de la vida cotidiana en los libros de texto en *cómo* la utilizan (como introducción y excluyéndola de la aplicación de la teoría) y también en *qué* vida cotidiana utilizan. Para ello, se han identificado las referencias cotidianas aparecidas en los libros de texto, agrupándolas por similitud y cuantificándolas (número de veces que aparecen en los libros). En la tabla 3 mostramos los resultados de los cambios químicos cotidianos. En dicha tabla también hemos incluido una columna en la que exponemos algunos comentarios sobre los cambios químicos utilizados por los libros como si realmente son observables, si tienen muchos procesos colaterales que manifiestan un nivel de exigencia alto, etcétera.

La frecuencia con la que algunas referencias cotidianas aparecen en los libros pone de manifiesto cuáles son las que alcanzan mayor popularidad y difusión. Las combustiones (de papel a la cabeza) y los procesos ácido-base (sosa cáustica y agua fuerte) son los más utilizados.

Uno de los objetivos de este análisis era obtener un banco de referencias cotidianas con el que poder disponer a la hora de diseñar una propuesta de enseñanza la Educación Secundaria Obligatoria (12-16 años). Nos ha sorprendido la falta de variedad en una gama amplia de libros (N=24).

Reflexiones finales

En cuanto a las observaciones que hemos realizado, hay que destacar que uno de los principales obstáculos con que nos enfrentamos a la hora de realizar propuestas de enseñanza centradas en la Química cotidiana es secuenciar adecuadamente los fenómenos que se pueden utilizar; por ejemplo, el cemento es un material de uso cotidiano; sin embargo, los procesos que intervienen se escapan del contenido perseguido (cambios químicos) y, por tanto, no debe ser utilizado con este fin.

La presencia en las propuestas curriculares durante mucho tiempo (casi un siglo) de la ciencia cotidiana no puede considerarse como intentos frustrados de lograr la alfabetización científica que se plantea actualmente como objetivo de la Educación Secundaria Obligatoria (12-16 años), sino que deberíamos aprender de las formas de utilización para plantear propuestas de enseñanza que giren en torno a centros de interés de los estudiantes y que apunten de lleno al objetivo marcado (alcanzar la alfabetización científica).

La utilización *adecuada* de los cambios químicos cotidianos *convenientemente* para las enseñanzas medias (12-16 años), por parte de los libros de texto, sería un buen comienzo para lograr la alfabetización científica. Sin embargo, somos conscientes de que este amplio objetivo no se consigue exclusivamente mediante un cambio en los textos o en los currículos oficiales (que siempre será lo más rápido y fácil de cambiar). Más bien hemos pretendido llamar la atención sobre el peligro de reducir la alfabetización científica a un término teórico (o a un objetivo utópico, que puede considerarse como inalcanzable) y la ciencia cotidiana (ethosciencia) a una introducción motivadora sin que tenga presencia a lo largo de todo el proceso de enseñanza y aprendizaje (sin aprovechar su potencial como creadora de centros de interés). ∞

Tabla 3. Cambios químicos cotidianos utilizados en los libros de Educación Secundaria Obligatoria (para estudiantes de 12-16 años, N= 24).

Cambio químico cotidiano	Frecuencia	Observaciones (*)
<i>Redox</i>		
Hierro + azufre	9	— La reacción del hierro con el azufre no suele ser completa a pesar de tener la precaución de utilizar cantidades estequiométricas. Por ello, siempre queda hierro sin reaccionar, con lo que sus propiedades magnéticas se siguen manifestando. — En este nivel educativo es conveniente incidir en que las oxidaciones de metales (cobre, hierro, etcétera) se producen por acción del oxígeno sobre el metal (creando conflicto con la concepción alternativa de que es el agua quien los oxida). — La oxidación del aluminio no es observable debido a que se pasiva.
Azufre + cobre (S + Cu)	1	
Otras:		
- Estatua de cobre (formación de pátina)	1	
- Oxidación del aluminio	1	
<i>Combustiones</i>		
Papel	29	— Hay que tener precaución con la utilización exclusiva o mayoritaria de las combustiones porque pueden inducir a que los alumnos consideren que ningún proceso químico cotidiano es reversible o que no se conserva la masa. Sería conveniente simultanearlas con otros procesos donde sí se observen la reversibilidad y la conservación de la masa.
Butano	6	
Azufre	5	
Alcohol	2	
Vela	1	
Otras combustiones (madera, carbón, etc.)	14	
<i>Ácido-base</i>		
Neutralizar ácidos del estómago (carbonato de magnesio)	11	— Consideramos que los procesos ácido-base cotidianos son los que mejor permiten introducir al nivel macroscópico los procesos químicos. El fenómeno observable más cotidiano es el cambio de color de los indicadores (sobre todo de los naturales, como el caldo de lombarda o el vino tinto) y en el contexto educativo será conveniente incidir en la observación de la reversibilidad del cambio de color. La reacción ácido-base con cambio de color permite introducir la reversibilidad y la conservación de la masa.
Neutralizar suelo para sembrar	1	
Neutralizar picadura abeja/avispa	1	
Bicarbonato + vinagre	2	
NaOH (sosa cáustica) + HCl (agua fuerte)	5	
NH ₃ (amoníaco) + HCl (agua fuerte)	1	
Descomposición del carbonato de calcio o proceso contrario	7	— La Historia de la Química muestra cómo Berthollet se dio cuenta de que el gran exceso de cloruro de sodio en las salmueras que se concentraban por evaporación, podía hacer que la caliza se convirtiera en carbonato de sodio.
Fermentación	2	— Los procesos que tienen lugar son complejos para la Educación Secundaria Obligatoria (12-16 años), el nivel de exigencia es elevado por la cantidad de componentes puestos en juego (muchas variables a controlar). La manifestación de la reacción química es el sabor y, para evitar la costumbre de probar los productos, en general, habría que tener precaución de no recomendar esta observación a los alumnos.
El vino se agria	4	
Respiración celular	1	— La principal observación es que implica procesos muy complejos (alto nivel de exigencia). Algunos de ellos, además, no son observables a simple vista.
Nutrición de seres vivos	3	
Fotosíntesis	1	
Cocción de los alimentos	3	
Crecimiento de las plantas	1	
Películas fotográficas	1	— La reacción que ocurre en el laboratorio fotográfico no es cotidiana aunque sí lo sean las fotografías.
Fabricación de jabón	1	— La reacción de saponificación tiene un nivel de exigencia muy elevado; sin embargo, se puede utilizar la fabricación de jabón, al nivel macroscópico, como ejemplo y aplicación de las reacciones químicas.
Formación de sal común	4	— La sal común es cotidiana pero los reactivos son desconocidos y peligrosos.
Fraguado de cemento	2	— La reacción que ocurre en el fraguado del cemento no es observable. El endurecimiento del cemento se debe a la cristalización de uno de sus componentes.
Formación de estalactitas	2	— La formación de estalactitas es un proceso muy lento como para ser observable; sin embargo, puede ser comentado.
Quemar azúcar	2	— Al quemar azúcar se pone muy de manifiesto que una sustancia sea transformada en otras con propiedades observables muy diferentes. El inconveniente es que no se incide de forma experimental.
Vapor de agua con hierro	1	— Sería conveniente evitar experiencias que refuercen la concepción de que el agua es el único agente que oxida a los metales.
Oxidación de grasas (enranciamiento)	1	— El enranciamiento de las grasas requiere conocimientos de Química Orgánica, por lo que tiene un nivel de exigencia muy elevado; sin embargo, se puede utilizar al nivel macroscópico.

(*) No hay que olvidar que estas referencias cotidianas están sacadas de su contexto, por lo que es preciso advertir que algunas de estas observaciones vienen incluidas en los libros. Sin embargo, queremos llamar la atención sobre ellas porque consideramos que no sólo basta con advertirlo en el texto sino que habría que proponer actividades concretas para que el alumnado no las eluda.

Bibliografía

- Cajas, F. (2001). La alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), p. 243-254.
- Cañal, P. (2000). Las ciencias y la alfabetización científica en Primaria. *Alambique*, 24, p. 46-58.
- Cortizo, X. (1996). A vida cotián como eixe para unidades didácticas en ciencias sociais. *Adaxe*, 12, p. 17-24.
- Del Río, P. y Álvarez, A. (1992). Tres pies al gato: significado, sentido y cultura cotidiana en la educación. *Infancia y Aprendizaje*, 59-60, p. 43-61.
- Domínguez, P.L. y otros. (1999). Alfabetización científica por internet. El caso del C₆₀. En Martínez Losada, C. y García Barros, S. *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias Actuales*. Servicio de publicaciones de la Universidad de La Coruña. p. 501-513.
- Gil, D.; Gavidia, V.; Vilches, A. y Martínez-Torregrosa, J. (1998). La educación científica ante las actuales transformaciones científico-tecnológicas. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 12, p. 43-63.
- Hodson, D. y Reid, D.J. (1988). Science for all motives meanings and implications. *School Science Review*, junio.
- Jenkins, E. (1999). Comprensión pública de la ciencia y enseñanza de la ciencia para la acción. *Revista de Estudios del Currículum*, 2, p. 7-22. (Traducción del original de 1994 publicado en el *Journal of Curriculum Studies*, 26 (6), p. 601-611).
- Jiménez-Liso, M.R.; Sánchez, M.A y de Manuel, E. (2001). Aprender química de la vida cotidiana más allá de lo anecdótico. *Alambique*, 28, p. 53-62.
- Kempa, R. (2001). Research and Research utilization in chemical education. En Cachapuz, A. (org) 2001, *A Chemistry Odyssey. Programme and Abstract of 6th ECRICE and 2nd ECICE*. University of Aveiro-Portugal.
- Layton, D.; Jenkins, E.; McGill, S. y Davey, A. (1993). *Inarticulate science? Perspectives on the public understanding of science and some implications for science education*. Studies in Education. Nafferton.
- Marco, B. (1997). La alfabetización científica en la frontera del 2000. *Kikirikí*, 44-45, p. 35-42.
- Marco, B. (2000). La Alfabetización Científica. En Perales, F.J. y Cañal, P. (dir.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Marfil. Alcoy. p. 141-164.
- Mato, M.C.; Mestres, A. y Repetto, E. (1994). Actividades de la vida cotidiana en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales. *El Guiniguada*, 4-5, p. 273-288.
- Membiola, P. (1997). Alfabetización científica y ciencia para todos en la Educación Secundaria. *Alambique*, 13, p. 37-44.
- Moreno, M. (1994). Problemática científica y problemática social en la enseñanza. *Aula de innovación educativa*, 27, p. 9-12.
- OCDE (2001). *The OECD programme for international student assesment*. <http://www.pisa.oecd.org>
- Oliver, J.S. y Nichols, B.K. (1999). Early days. *School Science and Mathematics*, 99 (2); p. 102-105.
- Sáez, M.J. y Carretero, A.J. (1999). El cambio en la innovación: el nuevo currículum para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Estudios del Currículum*, 2 (2), p. 114-141.
- Sanmartí, N. E Izquierdo, M. (2001). Cambio y conservación de la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Alambique*, 29, p. 71-83.
- Shamos, M. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick. New Jersey.
- Solsona, N. (2001). Saber doméstico y cambios químicos. Pasteles, tortillas y sustancias. *Cuadernos de pedagogía*, 299, p. 40-43.
- Wynne, B. (1991). Knowledge in context. *Science, Technology and Human Values*, 16 (1). p. 111-121.
- Ziman, J. (1991). The cultural contexts of science and mathematics education: preparation of a bibliographic guide. *Studies in Science Education*, 8, p. 27-44.