

Parte I

**Fundamentos
y Proyectos Educativos**

QUÍMICA COTIDIANA: ¿AMENIZAR, SORPRENDER, INTRODUCIR O EDUCAR?

*M^a. Rut Jiménez Liso*¹, *M^a. Ángeles Sánchez Guadix*², *Esteban de Manuel Torres*³

¹Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales
Universidad de Almería. e.m.mrjimene@ual.es

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

³Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada

La multitud de fenómenos cotidianos que pueden introducirse en el currículo de Química es inmensa. La incorporación paulatina al aula de estos procesos químicos cotidianos, teniendo en cuenta las condiciones de uso que se exponen en este trabajo, conllevaría un mejor conocimiento de la materia a enseñar por parte del profesorado (intentando explicar lo que sucede antes de introducirlo en sus clases), promueve una renovación de las actividades y metodologías de enseñanza, y genera en los estudiantes un interés y una actitud más activa por la Química y por buscar explicaciones al mundo que nos rodea. Los fenómenos químicos que transcurren a nuestro alrededor, los que realizamos en el hogar al cocinar, al limpiar, etc. (la Química cotidiana o etoquímica) pueden pasar desapercibidos para el alumnado y, con ello, desperdiciar su alto valor educativo. Además, el alumnado puede considerarlos, con un carácter peyorativo o despreciativo, al considerarlos como unos ejemplos para “adornar”, como una Química “light”, descafeïnada, frente a los contenidos químicos de siempre (“los duros, los realmente importantes”). Muy al contrario, la Química de siempre puede transformarse (e innovarse) incorporando cuestiones y fenómenos cercanos y atractivos (incluso actuales, como el hundimiento del Prestige y la densidad del fuel) si tenemos precaución con los fenómenos que se incorporen, si los seleccionamos en función del nivel de exigencia y si los adecuamos al nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos. En suma, si concretamos qué objetivos didácticos queremos lograr y de qué manera (fenomenológica o teórica), los queremos aplicar.

1. INTRODUCCIÓN

El justo reconocimiento de la Química cotidiana como eje central del estudio de la Química requiere organizar el currículo en función de los fenómenos que suceden a nuestro alrededor. Esta orientación en la elaboración del currículo conlleva la conexión entre la ciencia escolar y la ciencia de la calle, con lo que se pretende lograr uno de los objetivos más deseados y perseguidos (al menos idealmente) de la educación científica: la alfabetización científica de toda la ciudadanía y, sobre todo, de los estudiantes de ciencias de cualquier nivel educativo.

La introducción de la Química cotidiana en el currículo obligatorio y post-obligatorio (incluido el nivel universitario), por tanto, puede ser asumida por todo el profesorado de estos niveles, aunque la manera con la que introducir esta Química cotidiana puede variar en función de los objetivos particulares: puede parecer que quien asuma como objetivos fundamentales (y casi exclusivos) de la E.S.O., el *adquirir conocimientos sobre teorías y hechos científicos y preparar a los estudiantes para poder seguir sin dificultades los estudios posteriores*, difícilmente centrará todos los contenidos de la Química en torno a la interpretación de los fenómenos químicos cotidianos.

Sin embargo, creemos que la Química cotidiana puede cumplir plenamente esos objetivos y, además, el resto de los objetivos marcados para la educación científica en Secundaria (y por extensión, los de cualquier nivel), como *despertar la conciencia respecto a la necesidad de conservar el medio natural y la salud; adquirir conocimientos sobre aplicaciones de la ciencia en la vida cotidiana; aprender a disfrutar haciendo ciencia; desarrollar actitudes científicas como la curiosidad, el espíritu crítico, la honestidad, la perseverancia, etc.* (1).

Queremos indicar, por tanto, que la ciencia cotidiana no debe restringirse a los contenidos actitudinales, a la motivación del alumnado, a introducir de una manera novedosa y atractiva para los alumnos los contenidos conceptuales y teóricos de siempre sino que es convertir el estudio de toda la Química en torno a las explicaciones e interpretaciones de los procesos químicos que suceden a nuestro alrededor.

La búsqueda de explicaciones a estos fenómenos no sólo ameniza el currículo sino que conlleva observar, describir, comparar, clasificar, teorizar, discutir, argumentar, diseñar experimentos, utilizar procedimientos, juzgar, evaluar, decidir, concluir, generalizar, informar, escribir, leer y, por tanto, hablar Ciencia (2), hacer ciencia, y aprender Ciencia y sobre la Ciencia (3).

2. LA QUÍMICA COTIDIANA ESCOLAR NO ES NUEVA PERO SÍ INNOVADORA

La utilización por parte del profesorado de fenómenos químicos cotidianos es una inquietud que ha estado presente en la biografía escolar de muchos profesores de ciencias y en los intentos curriculares desde hace mucho tiempo, como así lo manifiestan Oliver y Nichols (4) al revisar 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* (cuyo primer número fue publicado en 1900). En estos trabajos se destaca que, con el objetivo de motivar el interés de los alumnos hacia la ciencia, se proponen numerosos cursos de Ciencia general, como el de Gooddard en 1921, centrados en los estudiantes. Con este mismo fin empiezan a aparecer cursos estructurados en torno a las prácticas de laboratorio y Wirick (1921) destaca la importancia de emparejar los contenidos químicos con sus

implicaciones sociales para que los estudiantes aprecien la relevancia de la Química en sus vidas. En el ámbito de la Física, Herriot (1927) incorpora fenómenos físicos cotidianos en los currículos de Física y Pierce (1927) señala que la Química puede ser más atractiva ¡para las chicas! si se les muestra las aplicaciones para el hogar. Partridge y Harap (1933) y Curtis (1942) utilizan un listado de drogas, 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 (4). Desde esta perspectiva histórica nos llama poderosamente la atención que muchos planteamientos actuales (que en algunos contextos se consideran como innovadores) hayan sido planteados y discutidos desde hace muchos años.

De Gabriel y Viñao (5) insisten en la importancia de que la Historia de la Educación establezca precedentes, antecedentes y limitaciones que rodearon el currículo y la práctica educativa contemporánea para evitar caer en un absurdo olvido (*presentismo* según los autores) que en ocasiones desvirtúa y empobrece los estudios sobre problemas educativos actuales. En esta línea, Bernal y Delgado (6) comentan las distintas propuestas metodológicas que surgieron en el primer tercio del siglo XX en torno a la “Escuela Nueva” y la “Escuela Activa”, basadas en la utilización de actividades centradas en los alumnos. En esa época, los contenidos de ciencias de los niveles educativos básicos debían seleccionarse en función de los intereses del niño y debían estar relacionados con asuntos que les fueran próximos y con situaciones de la vida cotidiana. En torno a estas perspectivas surgió en España un movimiento para dotar de marco pedagógico favorecedor de la Didáctica de las Ciencias que estuvo protagonizado por Margarita Comas, Vicente Valls y Rosa Sensat, con las experiencias concretas de desarrollo de enseñanza de las ciencias en el aula. Uno de los objetivos que se planteaban estas propuestas pedagógicas era mejorar la inserción en el mundo laboral, orientando las materias de ciencias hacia su aplicación en la agricultura, la industria o el comercio, su iniciación en los hábitos de higiene y cuidado corporal y, ¡para las niñas!, aplicaciones relativas a las tareas domésticas (7).

Por tanto, la inquietud por conectar la química escolar con la de la vida cotidiana no es nueva. Las inquietudes de los docentes de épocas precedentes así lo ponen de manifiesto y esta tendencia creemos se repite en la época actual. Cuando un profesor de Química quiere renovar su práctica docente parece que lo primero que piensa es en introducir más Química cotidiana. Sáez y Carretero (8), al exponer la respuesta del profesorado ante las recomendaciones de la entonces reforma educativa (9), señalan que, para los docentes, la innovación de la reforma 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*. Es decir, el objetivo ideal del profesorado por la alfabetización científica desde la ciencia cotidiana parece quedar reducida a aumentar el número de ejemplos tomados de la vida diaria.

Ahora bien, si asumimos como innovación aquellos procedimientos de enseñanza que se alejan del modelo didáctico de transmisión-recepción de conceptos

(10), la Química cotidiana no se contenta con adornar exclusivamente el currículo con ejemplos de la vida diaria ni con el aumento exclusivo de prácticas-receta de laboratorio, sino que implica alejarse de las rutinas transmisivas (tan habituales por la seguridad que aportan al profesorado). La introducción de actividades innovadoras debe ser el comienzo para aumentar poco a poco la exigencia de mejorar el currículo de Química, de ir pasando paulatinamente de pequeños cambios en el aula (innovaciones) a un diseño fundamentado y concienzudo del mismo, transformando (o tal vez conectando) las innovaciones en el aula hacia una investigación desde el aula.

A continuación, mencionaremos algunas actividades innovadoras sobre Química cotidiana para destacar que la apuesta por centrar el currículo de Química en los fenómenos cotidianos implica la decisión sobre el tratamiento que se le quiere conceder.

3. DECISIÓN SOBRE EL COMPROMISO CON LA QUÍMICA COTIDIANA: TRATAMIENTO DE LA QUÍMICA COTIDIANA

Las actividades innovadoras publicadas sobre Química cotidiana suelen girar en torno a varios centros de interés, como son: el hogar y la limpieza, la cocina y la belleza (cosmética), o las actividades profesionales. Por ejemplo, la actividad que describe Peña (11) sobre las fibras textiles y el proceso de tinte con alumnas de 3º de F.P. II de la especialidad de textil, confección y piel con el objetivo principal de conectar a Química a la rama profesional de sus estudiantes. El autor comenta algunos contenidos que se pueden desarrollar; por ejemplo, los cambios físicos y químicos dependiendo del tinte utilizado y advierte de algunas variables que sus alumnas tuvieron que considerar para teñir adecuadamente la lana: desnaturalización por efecto del calor, malos olores provocados por las plantas tintóreas, efecto de la luz sobre el proceso de tinte y efecto del material utilizado como recipiente (lata) como entonador o mordiente.

La Química en la cocina suele ser el entorno cotidiano más utilizado y los alimentos los protagonistas de ella, porque supone la aplicación de las ciencias a un quehacer importante y útil en la vida cotidiana y su estudio permite fácilmente la integración de contenidos de diferentes materias. Del Cid y Criado (12,13) diseñan varias actividades, fundamentalmente para estudiantes de magisterio, en la que se utilizan la cocción de un plato de gambas o los platos de un menú formado por ensalada de lechuga, carne con guisantes y patatas, y manzana de postre, para estudiar contenidos como la ósmosis y la solubilidad de vitaminas, la conservación de guisantes y carne (según el color se observa su frescura) y la oxidación enzimática de la patata y de la manzana.

Los productos cosméticos también ofrecen una buena oportunidad para interpretar los fenómenos químicos que transcurren en la vida diaria. Por esta razón, Vivas (14) plantea experimentos sencillos de laboratorio sobre disoluciones, coloides, suspensiones, emulsiones, etc. para alumnos de la diplomatura de maestro y para los

de secundaria. En este ámbito, Lichtin y Radd (15) definen la “Ciencia Cosmética” como el diseño, la formulación, manufactura, estabilización, mecanismos de acción, etc. de los productos cosméticos y la participación de los diferentes equipos de la industria cosmética que intervienen en el proceso. Raymond (16) muestra la importancia que las empresas de productos de belleza conceden a los términos pseudocientíficos en su publicidad y refuerzan la idea popular sobre el “progreso científico” para vender mejor los productos que anuncian.

En nuestra opinión, los fenómenos cotidianos deben servir de base para la elaboración del currículo, más que quedar relegados al papel de “adorno” del contenido. 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. Al incorporar las actividades de Química cotidiana es preciso analizar si se va a utilizar de forma anecdótica, como mero *pasatiempo*, a modo de *ejemplo*, como puro *espectáculo* o como *entretenimiento*, es decir, un tratamiento como “experiencias florero” frente al uso de la química cotidiana como base para la elaboración del currículo.

4. QUÍMICA COTIDIANA, ¡SÍ!, PERO CON CONDICIONES

Para que la Química cotidiana no se reduzca a una mera introducción, para que ésta se convierta en el centro organizador del currículo y generador de situaciones problemáticas en el aula con la que aprender Química, no puede restringirse a un aumento de ejemplos o de situaciones conocidas; no vale utilizar exclusivamente objetos cotidianos para plantear los mismos ejercicios, algoritmos o prácticas-receta de siempre; no basta con trasladar estos mismos problemas a un entorno más familiar para el alumnado, manteniendo la misma metodología de enseñanza, los mismos conceptos y criterios de evaluación. Si queremos lograr la alfabetización química de los estudiantes, si queremos que conecten la Química escolar con la cotidiana es necesaria una transformación total del currículo, no sólo en la secuenciación de contenidos (que se centrarían fundamentalmente en cuestiones cotidianas) sino también en la práctica docente que promovería la indagación, la resolución de problemas (no sólo de lápiz y papel sino que también incluyan procedimientos de casa y de laboratorio) de forma colectiva y la búsqueda de explicaciones ante los fenómenos que podemos observar en nuestra vida.

Si no optamos por la Química cotidiana presente en todos los momentos (introducción, ejemplos, aplicación, actividades, problemas, laboratorio, evaluación, etc.), si la ceñimos a una mera introducción con la que captar la atención del alumnado con fenómenos curiosos de difícil explicación, para quedarnos exclusivamente en el espectáculo, corremos el riesgo de inducir un carácter mágico a la Química y de generar una imagen de dificultad (ante la incompreensión de algunos fenómenos por su nivel de exigencia) y, por tanto, una actitud negativa hacia ella. En algunas ocasiones, el profesorado, tras introducir el “espectáculo” de la Química cotidiana, tras lograr, en el mejor de los casos, el conflicto del alumnado con sus creencias habituales

(concepciones alternativas), suelen dar una explicación rápida (a veces, con poco fundamento) para salir del paso, renunciando, por un lado, a que los estudiantes resuelvan esa inquietud (que sigue siendo la mejor forma de aprender) y, por otro lado, cortando su iniciativa de solucionar el conflicto proporcionándoles una respuesta errónea o no totalmente cierta, quizás porque la resolución completa de la duda conllevaría un procedimiento más largo o porque el fenómeno no se puede explicar con los conocimientos que los alumnos poseen.

Por tanto, podemos resumir que las *condiciones de uso* de la Química cotidiana tienen que ver, en primer lugar, con el tratamiento que se le concede, permitiéndole ocupar el papel protagonista de los contenidos, de las actividades de clase, de los materiales utilizados y de los entornos donde se enmarcan todos ellos. En segundo lugar, con el nivel de exigencia de los fenómenos utilizados: el profesorado debe seleccionar una experiencia *adecuada*. Para ello, debe desarrollar todo el proceso, físico o químico, que transcurre, para ver si se adecua al nivel de desarrollo de los estudiantes. Por el hecho de ser cotidiano no significa que sea fácil (el proceso fotográfico es cotidiano; sin embargo, no es cotidiano ni por los materiales que se utilizan ni por el nivel de exigencia tan elevado del proceso fotoquímico).

Una tercera cuestión que debe resolver el profesorado es la adecuación del fenómeno cotidiano seleccionado a los objetivos didácticos y la planificación de la enseñanza en torno a los fenómenos químicos cotidianos.

Por último, un aspecto que también hay que considerar es la metodología didáctica en la que se insertan las referencias cotidianas. El proceso de utilización de los fenómenos debe ser un camino de ida y vuelta: partir de las referencias cotidianas para facilitar el aprendizaje de los contenidos teóricos implicados y que éstos se puedan aplicar a la vida cotidiana. Como hemos indicado, la metodología didáctica deseable tiene que ser la que potencie la investigación del alumnado.

5. APLICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE USO A VARIOS FENÓMENOS COTIDIANOS

Para poder seleccionar los fenómenos cotidianos necesarios para cada contenido es necesario contar con un abundante banco de referencias cotidianas. Los libros de texto proporcionan escasos fenómenos y algunos con un nivel de exigencia elevado para los estudiantes a los que, supuestamente, van destinados. Los medios de difusión de educación científica (congresos, revistas, secciones de innovación, webs, etc.) suelen ser otra fuente habitual de selección de actividades. Estas vías se ven enriquecidas si ampliamos la búsqueda a través de los “trucos domésticos” que aparecen en numerosas revistas.

En nuestro estudio hemos analizado 3600 “trucos domésticos” que aparecen en varios monográficos de tres revistas de tirada nacional (*Cosas de casa*, *Mía* y *Diez Minutos*). En una primera clasificación, los hemos agrupado según su función: “trucos” de limpieza, de cocina o de belleza. En cada uno de esos grupos hemos encontrado

numerosos productos de uso doméstico (vinagre, aceite, acetona, agua oxigenada, amoníaco, lejía, bicarbonato, limón, parafina, pasta de dientes, etc.) que ofrecen una amplia variedad de utilidades. La segunda clasificación la hemos desarrollado según el proceso químico que tiene lugar, con el fin de facilitar una primera selección a la hora de planificar y secuenciar la utilización de los fenómenos químicos cotidianos en el aula de Enseñanza Secundaria.

A continuación mostramos dos ejemplos tomados de ese estudio para destacar algunos de los obstáculos que suponen la utilización indiscriminada de la Química cotidiana:

- Uno de los trucos seleccionados de los propuestos por las revistas citadas es el uso del vinagre y la sal (o del limón y la sal) para la limpieza de objetos de cobre (incluidos los céntimos de euro). El cobre, por la acción del aire, forma una pátina que, fundamentalmente, está formada por óxidos, carbonatos y, en ocasiones, sulfuros de cobre. La experiencia ha enseñado que estos objetos vuelven a quedar relucientes si se limpian con vinagre y sal o con limón y sal. Un estudio teórico del proceso implicaría manejar simultáneamente muchos equilibrios (disociación del agua, del cloruro de sodio, del sulfuro de cobre, del ácido acético o del cítrico, de los acetatos o citratos de cobre, etc.). La actividad que podríamos proponer dependerá del nivel educativo en el que la apliquemos. Sería inadecuado emplear fenómenos químicos múltiples en la E.S.O. y en el Bachillerato, incluso para los estudiantes del último curso, pues éstos acaban de conocer por primera vez la naturaleza del equilibrio químico con lo que proponerle que controlen todas las variables de varios equilibrios es, cuanto menos, pretencioso. Sin embargo, nos parece aprovechable esta experiencia si la enfocamos como una pequeña investigación empírica en la que los alumnos deben llegar a la conclusión de que el ácido que contiene el vinagre (o el limón), juntamente con la sal, son imprescindibles para lograr la limpieza de los objetos de cobre con pátina.

El planteamiento del trabajo puede ser abierto (huyendo así de las experiencias-receta), los interrogantes de partida son, por ejemplo: ¿Es efectivo el procedimiento para lograr una buena limpieza?, ¿bastaría la sal?, o ¿bastaría el vinagre (o el limón)?.

El estudio fenomenológico, que hemos podido aplicar con estudiantes de 4º de E.S.O., lleva a la solución de que el vinagre por sí solo no limpia lo suficiente, de que la sal no se puede utilizar para frotar el cobre (los céntimos), y que es imprescindible añadirla al vinagre para que se limpien. Los estudiantes, tras realizar diversas observaciones con óxido de cobre, añadiéndole vinagre, acético y la mezcla de ambos con sal, midieron con pH-metros los valores del pH de las cuatro disoluciones, comprobando que al añadir la sal al vinagre o al acético (10%) se reducía el valor del pH. Este fenómeno hubiera requerido un tratamiento bastante complejo para dar una explicación adecuada, sin embargo, de forma fenomenológica los estudiantes pudieron comprender por qué tradicionalmente se añade sal al vinagre para limpiar el cobre.

- Un segundo caso que abordamos con los estudiantes (tanto de 4º de E.S.O. como de 1º de Magisterio, especialidad de Enseñanza Primaria) fue analizar por qué la Coca-Cola normal se hunde en un cubo lleno de agua mientras que la Coca-Cola *light* flota, con objeto de tratar un contenido químico fundamental en Primaria y en la E.S.O.: la densidad. Cuando se les plantea esta cuestión a los estudiantes, suelen lanzar hipótesis con las que el profesor podría indicar cuál es la correcta (cortando cualquier iniciativa del alumnado a la experimentación) o incitar a los estudiantes a que comprueben experimentalmente cuál o cuáles pueden ser las correctas. Previamente a la experimentación, los estudiantes debatieron sobre el procedimiento que iban a seguir. Algunos de los procedimientos más repetidos fueron: pesar las latas sin abrir, pesar los líquidos y las latas por separado, medir los volúmenes de los líquidos, etc. Antes de comunicar los resultados, la profesora les comentó la posibilidad de que la lata de Coca-Cola *light* tuviera menor densidad que el agua y, por ello, flotara. El argumento “científico” utilizado fue que la lata era de aluminio y éste es menos denso que el agua. Resultó curioso que los estudiantes renunciaran a los resultados de su experimentación (en los que se ponía de manifiesto la densidad menor del líquido “*light*” aunque pesara más la lata de Coca-Cola *light* frente al líquido “normal”) para asumir el argumento erróneo aportado por el profesorado. Este cambio de actitud permitió el debate sobre los argumentos pseudocientíficos, sobre no asumir como única y verdadera la información “de prestigio” y la importancia de los procedimientos y metodologías científicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. N. Sanmartí, *El diseño de unidades didácticas*, en F.J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 239-266, Ed. Marfil, Alcoy (2000).
2. J.L. Lemke, *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Ed. Piados, Barcelona (1997).
3. D. Hodson, Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, **1994**, Vol. 12 (3), 299-313.
4. J.S. Oliver y B.K. Nichols, *School Science and Mathematics*, **1999**, Vol. 99 (2), 102-105.
5. N. de Gabriel y A. Viñao, *La investigación histórico-educativa. Tendencias actuales*, Ed. Ronsel, Barcelona (1997).
6. J.M. Bernal y M.A. Delgado, *Innovación y tradición en la enseñanza de las ciencias: Rosa Sensat y las lecciones de ciencias de la vida cotidiana*, en M. Martín y J.G. Morcillo, *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias*, pp. 245-251, Ed. Nivola (2001).
7. J.M. Bernal, *Alambique*, **2001**, Vol. 30, 111-119.
8. M.J. Sáez y A.J. Carretero, *Revista de Estudios del Currículum*, **1999**, 2 (2), 114-141.

9. M.E.C., *Real Decreto 1006/1991, de 14 de Junio por el que se establecen las enseñanzas mínimas para la Educación Primaria*, BOE de 13 de Septiembre de 1991.
10. F.J. Perales, J.L. Sierra y J.M. Vilchez, *Alambique*, Vol. **2002**, 34, 71-81.
11. J.L. Peña, *Alambique*, **2001**, Vol. 28, 63-68.
12. R. del Cid y A. Criado, *Alambique*, **2001**, Vol. 28, 77-83.
13. R. del Cid y A. Criado, *Aprendamos Física y Química preparando una ración de gambas*, en N. Elórtegui y otros, *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Universidad de La Laguna (2002).
14. E. Vivas, *Alambique*, **2001**, Vol. 28, 69-76.
15. J.L. Lichtin y B.L. Radd, *J. Chem. Educ.*, **1987**, Vol. 64, 619-620.
16. N. Raymond (1988). *Cosmetics Advertising: A Look at the Foundations*. Paper presented at the Annual Meeting of the Association for Education in Journalism and Mass Communication, p. 41 (documento CS506326 de la base de datos ERIC).

ESTUDIO DE LOS CAMBIOS QUÍMICOS A TRAVÉS DE FENÓMENOS COTIDIANOS

*Aldo Borsese*¹, *Soledad Esteban*², *Luis Miguel Trejo*³

¹ Departamento de Química y de Química Industrial, Universidad de Génova
Vía Dodecaneso 31, 16146-Génova, Italia. educ@chimica.unige.it

² Departamento de Química Orgánica y Biología, Facultad de Ciencias
Universidad Nacional de Educación a Distancia, Senda del Rey 9, 28040-Madrid

³ Departamento de Fisicoquímica, Facultad de Química
Universidad Nacional Autónoma de México
Edificio B (102), Ciudad Universitaria, 04510-México D.F.

El concepto de reacción química es básico y eje central de los programas educativos de Química. En general, para introducirlo se utiliza la distinción entre cambio físico y cambio químico. A este propósito, investigaciones recientes indican que existe gran dificultad en los alumnos de todos los niveles escolares para diferenciar entre esos tipos de cambios que sufren los materiales. En este trabajo realizamos una revisión y análisis de la bibliografía más reciente sobre el concepto de cambio químico y exponemos algunas consideraciones y reflexiones que pueden favorecer la enseñanza de estos contenidos. Tal sería, entre otros medios, el empleo como ejemplificación en esta temática de fenómenos y materiales relacionados con la vida cotidiana.

1. OBJETIVO

Realizar un análisis bibliográfico sobre los aspectos que dificultan la diferenciación de los cambios químicos y físicos y plantear recomendaciones respecto a la didáctica de los cambios de la materia en el ámbito de la enseñanza secundaria.

2. METODOLOGÍA

Se realiza una revisión de la bibliografía reciente sobre las ideas que acerca de cambio químico y cambio físico presentan algunos autores de artículos de opinión y de investigación educativa. Se selecciona y analiza todo ese material bibliográfico, que se compara con información para ser racionalizada y organizada.

3. INTRODUCCIÓN

El aprender y enseñar Química es una actividad humana muy compleja. En parte por el carácter mismo de esta disciplina, que contiene gran cantidad de conceptos sumamente relacionados entre sí, de manera que el aprendizaje de unos -aunque sean muy simples- va a depender del conocimiento previo de muchos otros, requisitos pues

de aquéllos. Además, su comprensión conceptual requiere que el alumno correlacione varios modos de representar la materia (niveles macroscópico, microscópico y simbólico) y sus interacciones (1,2).

Entre las ideas o principios más importantes de la Química está el concepto de cambio químico (3,4). Normalmente este concepto se define desde un punto de vista microscópico. Así, por ejemplo, se afirma que involucra interacciones de nubes electrónicas entre los átomos de la materia (5) o que ocurre cuando los átomos se unen entre sí de manera distinta y se forman nuevas sustancias con propiedades diferentes (4) o que da como resultado nuevas partículas con un reagrupamiento distinto de los átomos implicados (6).

Como profesores de Química, consideramos que sería suficiente que al mostrar a los alumnos diversas reacciones químicas, fuesen capaces de comprender qué ocurre con las partículas involucradas. Sin embargo, los resultados de investigaciones educativas recientes (7-10) concluyen que suelen tener muchas dificultades en hacer una distinción entre cambios químicos y cambios físicos. Así, algunos alumnos piensan que una disolución, un cambio de estado, una dilución (como sería la de un concentrado de zumo con agua), etc., son reacciones químicas; otros creen que un cambio químico se asocia a una pérdida de masa, a una expansión de volumen o a un cambio de color producidos durante un calentamiento (11,12). En definitiva, como el mundo molecular y el lenguaje de la Química son familiares para el docente pero son abstractos y confusos para el estudiante “novato” de los primeros cursos de enseñanza secundaria (13), no resulta demasiado importante y ni siquiera oportuno subrayar la diferencia entre cambios físicos y cambios químicos de la materia en los cursos de química básica de esos niveles.

4. ENSEÑANZA TRADICIONAL SOBRE CAMBIOS QUÍMICOS Y FÍSICOS

El concepto de cambio químico, junto con el de conservación de la masa, están presentes en los primeros temas de la mayoría de cursos de Química de nivel de enseñanza secundaria desde hace más de un siglo (5). En la enseñanza tradicional del concepto reacción química se llevan a cabo numerosas actividades, sobre todo pequeños experimentos relacionados con la vida cotidiana (14). Para explicar éstos se parte de átomos y se procede a hablar de moléculas, de compuestos, de mezclas y de elementos para llegar así hasta la reacción química (11).

Un cambio físico se define como aquél en que la forma de la materia cambia, pero no sus propiedades químicas, como romper un papel, fundir hielo, o disolver sal o azúcar en agua (5). Y para distinguir si un cambio material es químico o físico se emplean diversos criterios (15,16), como se refleja en la tabla 1.

De esta manera, la disolución de sales en agua se propone como cambio físico, mientras la disolución de sales en los ácidos se considera como cambio químico.

Tabla 1. *Criterios establecidos para distinguir entre cambio químico y físico.*

Criterio	Cambio químico	Cambio físico
Energético	Produce grandes cantidades de calor	Produce pequeñas cantidades de calor
Reversibilidad	Difícilmente	Fácilmente
Apariencia	Incluye un cambio de color o de aspecto físico	No hay cambio de color o de aspecto físico
Enlace	Implica la ruptura de un enlace	No se rompe ningún enlace ¹

5. RESULTADOS DE INVESTIGACIONES RECIENTES SOBRE CAMBIO QUÍMICO Y CAMBIO FÍSICO

Con respecto al lenguaje, la palabra “cambio” se presenta muy frecuentemente sustituida por palabras como fenómeno, proceso, transformación o reacción. Y haciendo referencia concreta a *cambios de la materia*, se utilizan indiferentemente los términos “transformación”, “proceso”, “fenómeno” o “cambio”, aunque seguidos por los adjetivos “físico” o “químico”, en la convicción de efectuar una distinción útil y significativa (14).

Los alumnos, en general, confunden el concepto de “sustancia” con términos más generales como material o producto. Al no tener claro el concepto de sustancia, no distinguen entre mezcla y compuesto, ya que no tienen herramientas macroscópicas ni microscópicas para determinar si hay una o más sustancias. Es decir, entender el concepto de cambio de la materia supone la comprensión de la teoría atómica de Dalton y la visión de la naturaleza corpuscular de la materia (8-11).

A los alumnos de primeros niveles educativos les resulta confuso hacer la distinción entre cambio físico y químico porque muchos de ellos no captan el concepto de sustancia pura; por ejemplo consideran la fusión del hielo en agua como un proceso químico porque toman al hielo como una sustancia diferente al agua (8)².

Para los alumnos, en un primer nivel de comprensión conceptual (observan los cambios macroscópicos pero no comprenden por qué ocurre un cambio), una reacción química es más bien un hecho con manifestaciones inusuales e inesperadas, tales como efervescencia, explosión o cambio de color. No aprecian que en un cambio que implique dos o más materiales hay una interacción mutua. No captan la idea de

¹ En realidad, también en los cambios de la materia que se denominan como físicos hay ruptura de “enlaces” .

² Por otra parte, esta distinción “macroscópica” entre cambio físico (en el cambio permanece inalterada la sustancia) y cambio químico (en el cambio se obtiene una sustancia diferente respecto a la de partida) no tiene sentido en un nivel “más microscópico”, donde los cambios se interpretan como debidos a ruptura y reconstitución de enlaces.

transformación como un proceso interactivo, que lleva de un estado inicial a uno final. Centran su atención en uno solo de los materiales participantes y luego consideran ese material como la causa del cambio que observan (7, 11). No tiene sentido, pues, para estos alumnos hacerles distinguir en las transformaciones de la materia entre físicas y químicas.

Los estudiantes en el segundo nivel de comprensión (intermedio) identifican un fenómeno químico como la formación de un nuevo producto. Sin embargo, presentan formas de razonar muy curiosas: a) Si existen dos reactivos, ocurre un cambio químico (disoluciones de azúcar en agua, ebullición del agua, etc.) pero si se parte de un solo material, el cambio ya no es químico (leche cortada, huevo cocido, etc.); b) Cuando aparece “algo más”, es decir, un nuevo material, no distinguen si se han formado nuevos productos (sustancias) o si es que los reactivos se han conservado durante la transformación. Esto muestra que no construyen el concepto de sustancia química (7). Se ha observado que muchos alumnos de este nivel intermedio piensan que los productos son una mezcla de reactivos (10).

Y en el tercer y último nivel de comprensión conceptual (relación entre la observación macroscópica y la estructura de la materia) los alumnos ya pueden relacionar las transformaciones químicas con cambios estructurales de los reactivos y de sus moléculas (7). Es decir, la visión microscópica e ideas de átomos y cambios en enlaces permiten que se entienda el fenómeno (10).

En resumen, la didáctica tradicional de las transformaciones de la materia ha sido poco satisfactoria en el sentido que los estudiantes comprendan esta temática.

6. LA OPINIÓN DE ESPECIALISTAS SOBRE LA DISTINCIÓN ENTRE CAMBIO QUÍMICO Y CAMBIO FÍSICO

En el siglo XIX se consideraban cualitativamente diferentes los enlaces llamados físicos de los químicos, razón por la cual se hizo la distinción entre cambio físico y cambio químico. Sin embargo, en el siglo pasado, la mecánica cuántica demostró ampliamente que la naturaleza de los enlaces es única, exclusivamente electromagnética, manifestada entre los electrones y las cargas nucleares. Los enlaces difieren sólo en grado y no en calidad (14).

Opiniones similares a éstas señalan que es redundante distinguir entre cambio químico y físico. Por una parte, porque estos términos intentan reemplazar a un espectro continuo de cambios con una dicotomía innecesaria (5, 17, 18) y, por otra, porque para cada uno de los criterios empleados para mostrar esa diferencia se puede encontrar un contra-ejemplo (16). En resumen, al no poderse establecer unos límites nítidos entre los cambios físicos y los químicos, hacer esta distinción en el aula no representa una ayuda pedagógica ni tampoco resulta significativo desde el punto de vista científico (14) y este hecho ayuda, en cambio, a establecer que el conocimiento científico no es algo rígido e imposible de ser modificado. (15).

7. PROPUESTAS DE ENSEÑANZA SOBRE CAMBIO QUÍMICO Y FÍSICO

A pesar de la controversia de enseñar o no la distinción entre cambio químico y físico, consideramos que estudiar la temática de los cambios de la materia con propuestas novedosas ayudaría a que el alumno progresase en el desarrollo de sus ideas científicas.

En general, los maestros y los educadores sabemos que a los estudiantes les atrae el espectáculo, la diversidad, la posibilidad de relacionar los principios de la Química con aspectos familiares. Les gusta también oír acerca de los últimos avances en Química y sentir que es un campo de estudio dinámico y perteneciente a su mundo cotidiano. De esta manera, al desarrollar los principios de la Química se recomienda el uso de contextos familiares, de elementos y compuestos comunes, y de acciones habituales (4), tales como añadir sal a la sopa, añadir azúcar al café, romper vidrio, emplear piezas metálicas y plásticos, lavarse las manos con jabón, hervir agua, fundir el hielo, evaporar alcohol, derretir cera o mantequilla, hacer caramelo, preparar “palomitas” en un horno de microondas, hornear un pastel, cocer un huevo, quebrar sal de mesa y azúcar, quemar papel, prender una vela, ver madurar un plátano verde, observar cuando la leche se corta, blanquear la ropa con lejía, observar la corrosión de metales, etc. (7). Lo más deseable y adecuado sería así buscar un buen equilibrio entre estas experiencias y las desarrolladas en el laboratorio de Química.

El tema de los cambios de la materia puede introducirse y discutirse vía observaciones de transformaciones reales realizadas por el alumno en el laboratorio y, en segundo término, como experiencias de cátedra en vivo o en vídeo (3). Habría que evitar el tratamiento tradicional y, en su lugar, facilitar que los estudiantes, por ellos mismos, se den cuenta de que una reacción química significa producir nuevas sustancias que no existían antes (12), y promover que hagan preguntas, que realicen observaciones, que generen especulaciones, que argumenten,... (8, 19).

Una propuesta es estudiar las sustancias y sus transformaciones, haciendo ver la diversidad de materiales que nos rodean, tratando de buscar explicaciones a las interacciones que ocurren entre ellas (20).

Lo más recomendable sería iniciar este tratamiento introduciendo conceptos científicos básicos, permaneciendo en el nivel macroscópico, a fin de entender el concepto de cambio de la materia como algo observable, como preámbulo para que el alumnado pueda llegar, más adelante, desde el mundo perceptible de lo macroscópico hasta el nivel microscópico (14).

Después se puede proceder a la definición operacional de sustancia química a partir de sus propiedades específicas (apariencia, color, olor, etc.) y también diferenciar ésta del concepto de mezcla vía actividades experimentales (21). De esta manera, se conseguirían integrar los conocimientos estudiados.

Entonces se puede llegar a la interpretación de los cambios de la materia a nivel microscópico. Si se afirma que “la Química es romper y formar enlaces”, entonces en todos los cambios químicos en los que está involucrada la materia habrá

ruptura de unos enlaces y formación de otros nuevos (14). En este punto, se recomienda establecer las relaciones adecuadas entre los niveles macroscópico y microscópico para que el alumno emplee criterios científicos (21). Por ejemplo, se recomienda evitar el criterio de irreversibilidad para identificar un cambio químico (9,10).

8. CONCLUSIONES

Nuestro estudio pretende ayudar al progreso de las ideas de los alumnos acerca de los cambios de la materia. Consideramos que la distinción convencional entre cambio químico y cambio físico no tiene demasiado sentido en cursos básicos de química donde los alumnos no poseen los requisitos necesarios para comprenderlo. Tampoco parece útil diferenciar los cambios de la materia con alumnos que se encuentran en lo que hemos llamado “segundo nivel de comprensión”, mientras que en cursos avanzados, con estudiantes que tengan un buen conocimiento de la Química y que han alcanzado el “tercer y último nivel de comprensión”, la discusión sobre las razones históricas que condujeron a esta distinción favorecerá la reflexión y una visión menos dogmática de esta ciencia. En cualquier caso, es fundamental tener claro el concepto de sustancia.

Finalmente, para los cursos básicos de Química, recomendamos realizar un balance entre experiencias cotidianas y de laboratorio, haciendo énfasis en la observación, discusión, explicación y razonamiento, a fin de favorecer la secuencia en la comprensión conceptual de esta temática.

REFERENCIAS

1. D. Gabel, *The Complexity of Chemistry and Implications for Teaching*, en B.J. Fraser y K.G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*, Ed. Kluwer, Dordrecht (1998).
2. A. H. Johnstone, *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, **2000**, Vol. 1 (1), 9.
3. R.J. Gillespie, *J. Chem. Educ.*, **1997**, Vol. 74, 862.
4. J. Holman, *Educ. Chem.*, **2001**, Vol. 38, 10.
5. W. B. Jensen, *J. Chem. Educ.*, **1998**, Vol. 75, 817.
6. T. W. Shiland, *The Science Teacher*, **2002**, Vol. 69 (7), 48.
7. H. Stavridou y C. Solomonidou, *Int. J. Sci. Educ.*, **1998**, Vol. 20 (2), 205
8. M. Ahtee y I. Varjola, *Int. J. Sci. Educ.*, **1998**, Vol. 20, 305.
9. P. Johnson, *Int. J. Sci. Educ.*, **2000**, Vol. 22, 719.
10. P. Johnson, *Int. J. Sci. Educ.*, **2002**, Vol. 24, 1037.
11. R. Driver, A. Squires, P. Rushworth y V. Wood-Robinson, *Dando Sentido a la Ciencia en Secundaria: Investigaciones sobre las Ideas de los Niños*, Ed. Visor, Madrid (1999).

12. V. Barker, *Educ. Chem.*, **2000**, Vol. 38, 147.
13. K. Taber, *Educ. Chem.*, **2001**, Vol. 38, 28.
14. A. Borsese y S. Esteban, *Alambique*, **1998**, nº. 17, 85.
15. A. Dronsfield, *Educ. Chem.*, **2002**, Vol. 39, 122.
16. L. Glasser, *Educ. Chem.*, **2002**, Vol. 39, 39
17. T. Brosnan, *Educ. Chem.*, **1999**, Vol. 36, 56.
18. A. Goodwin, *J. Chem. Educ.*, **2002**, Vol. 79, 393.
19. Y. Reynolds y T. Brosnan, *School Sci. Rev.*, **2000**, Vol. 81 (296), 61.
20. C. Furió, R. Azcona, J. Guisasola, y C. Domínguez, *La Enseñanza y el Aprendizaje del Conocimiento Químico*, en: F.J. Perales Palacios, P. Cañal de León (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Ed. Marfil, Alcoy (2000).
21. R. Azcona, C. Furio, S. Intxausti y A. Alvarez, *¿Es Posible Aprender los Cambios Químicos sin Comprender qué es una Sustancia Química?: Importancia de los Prerrequisitos*, Actas del VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, I.C.E. de la U.A.B., Barcelona (2001).

QUÍMICA COTIDIANA A TRAVÉS DE LA QUÍMICA SALTERS: LA QUÍMICA DEL COLOR Y LA QUÍMICA DE LAS MEDICINAS

*Aureli Caamaño*¹, *M.Tura Puigvert*², *Rosa Maria Melià*³,
*M^a. Angels Llaveria*⁴, *Josep Corominas*⁵

¹ I.E.S. Barcelona-Congrés, ² I.E.S. Alexandre Satorras (Mataró, Barcelona)

³ I.E.S. Sant Adrià del Besós (Barcelona), ⁴ Escola GEM (Mataró, Barcelona)

⁵ Col·legi Escola Pía de Sitges (Barcelona)

acaamano@pie.xtec.es

Uno de los objetivos fundamentales del proyecto “Química Salters” es enfatizar la relación de la química con nuestra vida cotidiana, a la vez que se intentan mostrar las áreas punteras de la investigación química y los métodos que utilizan los químicos y las químicas en el mundo de hoy. La presente comunicación desea destacar cuáles son los aspectos de la vida cotidiana que la Química Salters toma como puntos de partida para el aprendizaje de la Química, y cuál es el interés y los resultados de un enfoque de esta naturaleza en nuestro bachillerato, haciendo especial énfasis en la presentación de las dos últimas unidades adaptadas: “Color por diseño” y “¿Qué es una medicina?”.

1. INTRODUCCIÓN

La Química Salters (1) es una adaptación del proyecto británico *Salters Advanced Chemistry* (2) para la enseñanza de la Química en el bachillerato en España, que se ha publicado en tres versiones, dos en lengua castellana (3, 4) y otra en catalán (5). La característica principal de este proyecto es su enfoque de Ciencia-Tecnología-Sociedad (C.T.S.) (6) y su estructuración a partir de una serie de relatos o lecturas químicas, en el curso de las cuales se introducen los conceptos y las actividades precisas para la comprensión del tema y el aprendizaje de los contenidos curriculares de la Química de bachillerato.

La tabla 1 resume las unidades que constituyen el proyecto Química Salters: las ocho primeras corresponden a la adaptación realizada para cubrir los objetivos y contenidos del curriculum de Química del bachillerato, además de la unidad sobre una Visita a una industria química y la unidad sobre el Trabajo de investigación individual. Las tres últimas corresponden a tres unidades complementarias, desarrolladas por el grupo Salters de Cataluña, sólo disponibles de momento en catalán. Las dos últimas unidades: Color por diseño (7) y ¿Qué es una medicina? (8) constituyen excelentes ejemplos de esta orientación contextualizadora de la Química, que toma aspectos de la vida cotidiana para desarrollar, a la vez, los conceptos, los procedimientos y las actitudes propias de la Química en el bachillerato.

Tabla 1. *Unidades del proyecto Química Salters.*

1. Elementos de la vida
 2. Desarrollo de combustibles
 3. De los minerales a los elementos
 4. La atmósfera
 5. La revolución de los polímeros
 6. Aspectos de agricultura
 7. La química del acero
 8. Los océanos
 - V. Visita a una industria química
 - I. Investigación individual
- Unidades complementarias:*
9. El uso de la luz solar
 10. Color por diseño
 11. La química de las medicinas (¿Qué es una medicina? y Medicinas de diseño)

2. QUÍMICA COTIDIANA EN LAS UNIDADES DE LA QUÍMICA SALTERS

La **Química Salters** estructura los contenidos a partir de ocho narraciones sobre aspectos de la vida cotidiana, tales como los elementos químicos que constituyen los seres vivos, el desarrollo de combustibles y la disminución de la contaminación provocada por los gases que se producen en la combustión; la obtención de elementos químicos a partir de minerales y las propiedades y aplicaciones de estos elementos y sus compuestos; la revolución que ha supuesto la obtención de polímeros en la vida diaria de las personas; el problema de la destrucción de la capa de ozono por parte de los CFCs y otros gases; el problema del incremento del efecto invernadero por el aumento del dióxido de carbono resultante de actividades humanas; la importancia de la agricultura en la producción de alimentos, y de los fertilizantes y pesticidas en optimización de las cosechas; la importancia del acero y los métodos para prevenir su corrosión; y la importancia de los océanos en la regulación del clima de la Tierra y de la cantidad de dióxido de carbono presente en la atmósfera.

A continuación abordaremos con más detalle los aspectos de la Química presentes en la naturaleza y en la sociedad que se abordan en cada una de las unidades Salters.

En **Elementos de la vida** se parte de un estudio de los elementos del cuerpo humano, de su papel en los organismos vivos y de su relación con algunas enfermedades. En particular, se relaciona la falta de hierro (II) con la anemia y la falta de calcio con la osteoporosis.

En **Desarrollo de combustibles** se realiza un estudio de los combustibles y, en concreto, de la gasolina. Se estudia cómo se obtiene, los distintos procesos a que se someten los derivados del petróleo para obtener gasolinas con un buen índice de octanaje, y el diseño de convertidores catalíticos de tres vías para conseguir reducir la contaminación que provoca la emisión de gases de los motores de combustión. A continuación, se analizan y se investigan algunos combustibles alternativos a la gasolina, como son los alcoholes.

En **De los minerales a los elementos** se realiza un estudio de la extracción y uso de tres elementos químicos: el bromo, el cobre y el plomo. El relato del **bromo** explica su extracción a partir de los bromuros del agua del mar, gracias a la reducción de los iones bromuro mediante cloro, y las medidas de precaución que deban tomarse para su transporte. A continuación se describen las aplicaciones actuales del bromo en la producción de ignífugos, la purificación del agua, la obtención de colorantes, de productos para la agricultura, y de bromuro de plata para la fabricación de películas fotográficas.

El relato del **cobre** explica su extracción a partir de diferentes minerales, el uso que se hizo del cobre en las antiguas civilizaciones, las minas de cobre más importantes del mundo, las antiguas minas españolas de Río Tinto, el proceso metalúrgico de obtención del cobre a través de las etapas de extracción, concentración, fusión y refinamiento electrolítico, y las aplicaciones actuales del cobre como material para elaborar objetos de decoración y de arte, así como la fabricación de cañerías de agua y cables eléctricos. Por último se estudian las aplicaciones de algunas de sus aleaciones (bronce, latón, y cupro-níquel).

En el relato del **plomo** se explica la importancia que ha tenido este elemento en la minería española, se describe el proceso de producción del plomo (a partir de la galena), la importancia de las aplicaciones del plomo en la actualidad (vidrios emplomados, soldaduras, pintura, esmaltes, pantallas de protección en las instalaciones de rayos X, baterías y acumuladores, etc.), y se llama la atención sobre su toxicidad.

La **Revolución de los polímeros** es un estudio del desarrollo histórico de los polímeros desde su descubrimiento hasta nuestros días y de los problemas de los residuos que generan. En esta unidad se cuenta la historia del descubrimiento y usos del polietileno de baja densidad (fabricación de aislantes eléctricos, bolsas, envases, etc.) y de alta densidad (fabricación de palanganas, bidones, tubos para conducciones, etc.); y de la invención del *nylon* y su impacto en la fabricación de fibras sintéticas. A continuación, se abordan las propiedades y aplicaciones de otros polímeros de interés: polímeros conductores, el *kevlar* y el PEEK(poli-éter-éter-cetona). Finalmente, se abordan los problemas que generan los residuos plásticos, profundizando en el debate sobre el uso de plásticos biodegradables o la alternativa del reciclaje.

La **Atmósfera** es una unidad que estudia la composición del aire de la atmósfera y la importancia de los procesos químicos y físicos que se producen en ella sobre la vida en la Tierra. El tema central de esta unidad son los cambios que se

producen en la atmósfera provocados por actividades humanas y sus efectos potenciales sobre la vida. Se evalúan dos problemas principales: la destrucción de la capa de ozono y la influencia de las actividades humanas en el calentamiento de la Tierra, como consecuencia del efecto invernadero. Se inicia la unidad con el estudio de la composición del aire y el papel del ozono de la atmósfera como protector de la radiación ultravioleta proveniente del Sol. A continuación, se estudia el proceso de formación y destrucción del ozono, la historia de los CFC y la gravedad de la crisis de la capa de ozono. En la segunda parte de la unidad se estudia la radiación que entra y que sale de la Tierra y los gases que producen el efecto invernadero para, a continuación, centrarse en las fuentes de producción y desaparición del dióxido de carbono.

Aspectos de agricultura analiza la importancia de la agricultura como actividad destinada a obtener alimentos para la humanidad. Se considera la naturaleza química del suelo y de algunos de los procesos que tienen lugar cuando las plantas crecen y mueren. A continuación, se estudia cómo pueden aplicarse nuestros conocimientos químicos sobre estos procesos para optimizar las cosechas y asegurar un buen suministro de alimentos. Finalmente se estudian los procedimientos químicos para el control de las plagas. En particular, se investiga el desarrollo de pesticidas que no persistan en el medio ambiente y se examinan las aplicaciones de algunos herbicidas.

Química del acero trata sobre los aspectos fundamentales de la producción del acero. Se estudia su composición y cómo se fabrica. A continuación se aborda uno de los problemas más importantes en la química del acero, su corrosión, y los diferentes métodos para su prevención. Un caso práctico lo constituye el estudio histórico de los problemas que generó la corrosión del hierro de las latas en la conservación de los alimentos enlatados, y de cómo fueron resueltos gracias a la química de los complejos metálicos. Por último, se discute la importancia del reciclaje del acero y los problemas que es preciso superar para conseguirlo.

Los océanos trata de la importancia que tienen los océanos en la regulación y distribución de la energía que nuestro planeta recibe del Sol, gracias a la evaporación del agua del mar, y en la regulación del dióxido de carbono presente en la atmósfera, al constituir un sumidero de este compuesto. Por otro lado, se estudia cómo las diferencias de temperatura del agua de los océanos originan corrientes marinas y corrientes de aire que afectan sensiblemente el clima de la Tierra.

3. LA QUÍMICA DEL COLOR

Mirando a nuestro entorno, observamos compuestos coloreados por todas partes. Gracias a la Química moderna se ha podido dar un color estable a materiales de propiedades muy diferentes y para usos bien dispares. Esta unidad aborda la idea de

construir los conceptos sobre la naturaleza del color, a partir del estudio de los colores de las pinturas, de los tejidos, de las tintas de impresora y de las fotografías en color.

La unidad **Color por diseño** comprende un conjunto de lecturas que tratan de las sustancias que se utilizan para dar color, desde las más tradicionales hasta los colorantes y pigmentos actuales, que se fabrican controlando las características del color y adaptándolo a las necesidades del usuario.

Las sustancias que se utilizan para dar color pueden clasificarse químicamente en dos grandes grupos: los pigmentos y los colorantes. En las lecturas de esta unidad se hace un recorrido histórico acerca de la utilización de estos dos grandes grupos de sustancias y cada sección de la unidad se dota de contenido químico añadiendo los conceptos químicos que todavía no se han desarrollado en otras unidades anteriores del proyecto Salters. Las actividades prácticas que se proponen son muy variadas, desde las preparaciones de mezclas y las pruebas de tubo de ensayo, propias de una clase de Química, hasta algunas síntesis y algunos análisis orgánicos que deben considerarse materiales de ampliación del programa preceptivo de bachillerato. También se cita el uso de aparatos de los que sólo suelen disponer los laboratorios de investigación. En este caso, se limita a describir brevemente cómo funcionan y a mostrar cómo se trabaja la comparación de resultados.

Tenemos noticia de la presencia de pigmentos en la vida cotidiana desde las huellas que nos han dejado los primeros grupos humanos. Por ejemplo, ya algunas tribus de Neandertal, que vivían en Europa, recubrían los cuerpos de los muertos con ocre rojo, óxido de hierro (III). Durante miles de años, los humanos preparaban sus colores a partir de los minerales que encontraban en las rocas. Otros testigos del uso de los pigmentos minerales son los colores de las cerámicas, de las pinturas y de los maquillajes.

Cuando las pieles de abrigo se transformaron en tejidos y ropa de vestir, los pigmentos, que hasta ese momento se habían utilizado para ornamentar el cuerpo humano, resultaron ineficaces para dar un color estable a los tejidos. El pigmento formaba una pasta, se secaba y endurecía el tejido, que muchas veces no conservaba la intensidad del color. Fue entonces cuando nacieron otro tipo de sustancias y otra técnica de aplicación del color: los colorantes y las tinturas.

Los primeros colorantes se obtenían de productos vegetales como bayas, flores, raíces y hojas; otros tintes provenían de animales como el rojo de la cochinilla o la púrpura del molusco murex. Las explotaciones de grandes extensiones de plantas tintoreras impulsaron la economía de varios países hasta el descubrimiento de los colorantes sintéticos que se inicia con el malva de Perkin a mediados del siglo XIX.

El estudio de los conceptos químicos relacionados con esta unidad puede llevarse a cabo siguiendo distintos niveles de profundización. Si bien es cierto que algunos conceptos de reactividad orgánica o de técnicas de análisis se alejan del nivel obligatorio en la Química de bachillerato, su presentación puede adaptarse al nivel de comprensión de los alumnos, sin que pierda interés o calidad.

La diferenciación entre pigmento y colorante nos sitúa ante el complejo mundo del comportamiento físico y químico de las sustancias. El estudio de los pigmentos y los colorantes nos permite tratar conceptos como solubilidad, tipos de mezclas, enlaces intermoleculares, dipolos, compuestos orgánicos, compuestos inorgánicos, sustancias naturales y de síntesis, y reacciones de precipitación.

El estudio del origen y la naturaleza del color es una buena manera de comprender los fenómenos de interacción de la luz con los átomos y moléculas que forman las sustancias. Podemos trabajar las ideas sobre el color de los compuestos como resultado de la interacción de ellos con la luz, de la misma manera que observamos los colores del cielo como el resultado de la acción de la luz solar que incide en la atmósfera y viaja a través de sus componentes hasta nosotros. El análisis de los pigmentos y colorantes es el marco idóneo para construir los conceptos químicos sobre el color como resultado de una interacción concreta entre los átomos, las moléculas y la luz, y las ideas científicas sobre absorción, fluorescencia y fosforescencia.

La identificación de sustancias coloreadas se realiza mediante técnicas modernas, la mayor parte basadas en la espectroscopía y la cromatografía. Es una buena forma de introducir los fundamentos y aplicaciones de la espectroscopía IR, UV y visible, análisis microespectral por láser, fluorescencia de rayos X, así como la cromatografía de capa fina y la cromatografía de gases.

Creemos que el estudio del color, los colorantes y las tinturas, son temas importantes que deben ser tratados en el bachillerato. No habría que dejar para los estudios universitarios un tema tan próximo a la vida cotidiana de nuestros alumnos, ya que cualquier ciudadano con estudios generales debería ser capaz de interpretar fenómenos relacionados con los colores de su entorno (9).

4. LA QUÍMICA DE LAS MEDICINAS

En un momento en que las ciencias químicas corren el peligro de asociarse con actitudes negativas de nuestra sociedad, ser capaces de reforzar su conocimiento desde lo cotidiano es prioritario. Es importante aprender a observar nuestro entorno desde la perspectiva del estudio de la materia y los cambios químicos, tanto más si tenemos en cuenta el importante papel que la Química ha jugado, juega y jugará dentro de la mejora de la expectativa de vida de nuestra sociedad.

La unidad **Química de las medicinas**, que engloba las unidades “¿Qué es un medicamento?” y “Medicamentos de diseño” del proyecto inglés original, presenta la Química desde la perspectiva de la utilidad de la ciencia. En esta unidad se profundiza en aspectos importantes de la Química Orgánica, en diversas técnicas de análisis químico, en la estructura de la materia y su relación con la reactividad química, y en las interacciones de los medicamentos con las estructuras biológicas de nuestro cuerpo.

La sección **¿Qué es una medicina?** trata el tema de la industria farmacéutica, presentando las necesidades y dificultades de una industria que se ocupa de nuestra salud. Se muestran los factores que intervienen en la producción de un medicamento de gran alcance, como la aspirina, tales como el diseño, el proceso de mejora, el ensayo de seguridad, la producción y el coste del conjunto del proceso. Se muestran técnicas analíticas como la espectroscopía de masas, la espectroscopía infrarroja y la espectroscopía de resonancia magnética nuclear, necesarias para identificar compuestos farmacológicos. Se estudian también las funciones orgánicas y las reacciones químicas que nos permiten construir moléculas y compuestos activos esenciales para nuestro bienestar.

La sección **Medicinas de diseño** se centra en el mundo de la investigación de medicamentos más eficientes y más selectivos. Se estudian, inicialmente, las vías por las cuales un compuesto interacciona con su “blanco”, ya sea éste un componente del propio cuerpo o un organismo invasor (como una bacteria), mostrando así la conexión entre las ciencias de la vida y la Química. A partir del conocimiento de nuestra fisiología, de las reacciones que intervienen en los cambios fisiológicos y de las sustancias que pueden afectarlos, se propone el diseño de nuevas sustancias que actúen de forma más selectiva y eficaz sobre los receptores, dando lugar a los efectos deseados.

El concepto de reconocimiento molecular permite explicar la importancia de la estructura molecular espacial de un medicamento y nos ayuda a conectar la enseñanza de la Química con el de la Biología en el bachillerato. La incursión de la Química dentro del campo de la informática viene dada por la necesidad de diseñar programas que ayuden a imaginar nuevas moléculas activas. A su lado, la síntesis orgánica tiene un papel muy importante en la obtención de nuevos compuestos que mejoran los ya existentes. En esta unidad, al lado de experiencias clásicas de síntesis y análisis, se proponen otras actividades más novedosas, bien experiencias de laboratorio, bien actividades que implican el uso de las nuevas tecnologías.

Esta unidad proporciona una visión básica sobre el mundo de la Medicina a los alumnos que enfoquen sus intereses hacia las Ciencias de la salud. Dentro del ámbito propio de la Química, nos presenta la Química Orgánica como una parte de esta ciencia con entidad propia, presente diariamente en nuestras vidas, ayudándonos a mejorar nuestra calidad de vida. Por último, refuerza la comprensión de conceptos de Química general que van desde el enlace hasta la reactividad y el análisis químico.

5. EXPERIMENTACIÓN Y USO DE LAS UNIDADES DE LA QUÍMICA SALTERS

Las unidades del proyecto Química Salters fueron experimentadas en Cataluña, Comunidad de Madrid y Valencia en más de 30 centros de enseñanza secundaria durante los cursos 96-97, 97-98 y 98-99. Los profesores experimentadores del proyecto manifestaron, en las reuniones de coordinación, un gran entusiasmo por

el carácter innovador de los materiales y, en particular, de las lecturas y de las actividades, aunque mostraron su preocupación por la falta de tiempo para poder cubrir de manera adecuada los contenidos conceptuales y la resolución de problemas en que se basa la prueba de Química de acceso a la Universidad. (10, 11).

Esta situación se ha agravado posteriormente con los nuevos cambios que han tenido lugar en la estructura del bachillerato (incremento de las horas dedicadas a humanidades y disminución de materias optativas) y en el currículo de Química en particular (eliminación del bloque de contenidos C.T.S. en el decreto de mínimos) (12).

Las nuevas unidades de Color por diseño y Química de las medicinas han sido experimentadas parcialmente en algunos centros de enseñanza secundaria de Cataluña y presentadas en cursos de formación durante las dos últimas Escuelas de Verano de Enseñanza Secundaria, organizadas por el Colegio de Doctores y Licenciados (julio de 2001 y julio de 2002).

En la actualidad, las unidades de la Química Salters en Cataluña se están utilizando fundamentalmente como una fuente de recursos para introducir aspectos C.T.S. y de la vida cotidiana en el currículo de Química, como una fuente de trabajos prácticos contextualizados y como material de partida en el que basar trabajos de investigación sobre Química en el bachillerato; sin olvidar su uso como material de soporte para la enseñanza de la materia optativa de Química Moderna, de carácter C.T.S..

Sin embargo, queda pendiente una revisión con detenimiento de los materiales que constituyen la edición experimental de la Química Salters para que puedan constituir en un futuro próximo una alternativa a los cursos tradicionales de Química, y ser un referente viable para acometer una enseñanza de esta Ciencia centrada en sus aplicaciones en la vida cotidiana (13).

REFERENCIAS

1. Grupo Salters, *Cuadernos de Pedagogía*, **1999**, nº. 281, 68-72.
2. W.G. Burton, J.S. Holman, G.M. Pilling, D.J. Waddington, *Advanced Chemistry Salters: Chemical Storylines, chemical ideas, activities and assessment pack: Teacher's guide*, Heinemann, Oxford (1994).
3. Grupo Salters, *Química Salters. Bachillerato: Materiales didácticos*, Generalitat Valenciana, Consellería de Cultura i Educació (2000).
4. Grupo Salters, *Química Salters. Bachillerato*, Centro de Investigación y Documentación Educativas (C.I.D.E.), Madrid (2000).
5. Grup Salters, *Química Salters. Batxillerat. Materials de treball: 8 Unitats. Guia didáctica. Visita a una indústria química. El treball de recerca*, Generalitat de Catalunya, Departament d'Ensenyament, Barcelona (1999).

6. A. Caamaño, M.A. Gómez-Crespo, M.S. Gutiérrez, R. Llopis, M.J. Martín-Díaz, *Proyecto Salters: un enfoque C.T.S. para la Química del bachillerato*, en P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*, Narcea, Madrid (2001).
7. Grup Salters, *Química Salters. Batxillerat. Materials de treball. Color per disseny*, Generalitat de Catalunya, Departament d'Ensenyament, Barcelona (2003).
8. Grup Salters, *Química Salters. Batxillerat. Materials de treball: La Química dels medicaments*, Generalitat de Catalunya, Departament d'Ensenyament, Barcelona (2003).
9. M.T. Puigvert, J. Corominas, A. Llaveria, A. Caamaño, *La Química del color i de les medicines: l'aproximació Salters a la Química del batxillerat*, Actes del VI Simposi sobre l'Ensenyament de les Ciències de la Natura, pp.500-502, Balaguer (2002).
10. M.A. Gómez Crespo, M.S. Gutiérrez, M.J. Martín Díaz, A. Caamaño, *Un enfoque ciencia-tecnología-sociedad para la química del bachillerato. El proyecto Salters*, en I.P. Martins (ed.), *O Movimento CTS na Península Ibérica*, Universidade de Aveiro (2000).
11. M.T. Puigvert, *Revista del Col.legi*, **2000**, nº. 111, 55.
12. A. Caamaño (coord.), *Alambique*, 2003, Vol. 36.
13. A. Caamaño, *Alambique*, **2001**, Vol. 29, 43-52.

DÉJATE SORPRENDER POR LA QUÍMICA EN TU VIDA COTIDIANA

*Fernando Mijangos Ugarte*¹, *Gorka Zabala López de Maturana*²

¹Departamento de Química Física, Facultad de Ciencias, Universidad del País Vasco
UPV/EHU, Apartado 644, 48080-Bilbao. qfpmiugf@lg.ehu.es

²Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias
Experimentales, Universidad del País Vasco UPV/EHU

El objeto de la presente comunicación es exponer la experiencia, en el ámbito universitario, que un grupo de profesores de Química hemos desarrollado durante los cursos de verano organizados por la Universidad Vasca de Verano, Udako Euskal Unibertsitatea, UEU, durante sus últimas seis ediciones celebradas en Pamplona, Iruñea; concretamente en las ediciones 25 a 30, que corresponden a los últimos años (1997-2002). El objetivo principal era examinar los compuestos químicos y la Química que utilizamos a lo largo del día, casi sin darnos cuenta, pero es tan amplio el tema del estudio que nos faltaron horas la primera vez, y ya llevamos seis años seguidos intentándolo.

1. INTRODUCCIÓN

Bien es cierto que la actividad cotidiana no nos deja en muchas ocasiones ni tiempo libre para pensar, ya que tenemos suficiente trabajo con tener que responder a nuestras obligaciones y, a menudo, tenemos que dejar tareas para el día siguiente ya que las 24 horas de un día no son suficientes para cumplimentarlas. Eso mismo nos ocurrió a los químicos y químicas que nos reunimos en Iruñea en los cursos de verano.

Antes de ofertar este tema en los cursos de verano, un grupo de profesores de Química de distintos Departamentos (analítica, orgánica, inorgánica, química física y didáctica de las ciencias) y Facultades (Ciencias, Farmacia, Magisterio y Química) nos reunimos en seminario permanente para hablar del tema. Nos planteamos preguntas del tipo: ¿Cuántos compuestos químicos distintos utilizamos a lo largo del día?, y ¿cómo dividir y describir sus características químico-físicas de una forma fácil?. A la hora de dar respuesta a éstas y parecidas cuestiones, la metodología que aplicamos fue fácil: ¿Por qué no describimos de una manera química un día cotidiano? Y, más concretamente: desde que nos levantamos de la cama hasta volver a ella ¿hemos utilizado compuestos químicos o Química?.

Si al principio el recuento de los materiales químicos fue saliendo de una manera pausada, cuando cogimos el tranquillo salieron tantos compuestos químicos que nos ha hecho viable poder seguir ofreciendo este tema durante seis años seguidos, y no parece que tenga cerca el final.

2. INVENTARIO

Cuando estamos en la cama, y al vestimos, estamos rodeados de ropa, es decir de tejidos hechos ya sea con fibras naturales como algodón, lana, seda, etc., ya sea con fibras sintéticas, como pueden ser las poliamidas, poliacrilonitrilos, poliésteres sintéticos, etc. A la hora de estudiar estas fibras, hay que tener en cuenta que son macromoléculas y que éstas se consiguen mediante polimerizaciones. Gracias a estas polimerizaciones utilizamos también poliestireno, poli(etilén tereftalato) o incluso celulosa (papel). A este grupo de materiales, denominados macromoléculas o polímeros, pertenecen los termoplásticos, los elastómeros y los termoestables.

Al levantarnos de la cama seguramente iremos a asearnos, utilizando para ello: agua, jabones, geles, pasta de dientes, champús, etc.; es decir, sales sódicas de ácidos grasos. Después, utilizaremos cosméticos para “maquillarnos”, colonias (aceites esenciales disueltos en alcohol), ceras especiales para pintar los labios, colorantes para colorear el pelo,... Resumiendo, se trata del grupo de detergentes y cosméticos.

Al mencionar que la siguiente actividad sería seguramente el desayuno todos comprendimos que nos venía encima. Ni más ni menos, la Química de la alimentación, ya que cualquier alimento está compuesto por glúcidos, lípidos y prótidos (hidratos de carbono, ácidos grasos y proteínas respectivamente). Los alimentos nos dan energía y material de construcción de nuestros organismos y tejidos en el proceso llamado metabolismo. Mantener los alimentos en unas condiciones adecuadas pide la ayuda de técnicas de conservación para que puedan durar largo tiempo, y ello se puede conseguir gracias a los aditivos que se añaden, que no son más que compuestos químicos para retardar procesos de fermentación.

Pero eso no es todo, ya que en la cocina habremos calentado nuestro desayuno quizás con la ayuda del butano, o del gas ciudad, o quizás con una placa eléctrica (vitrocerámica) o en el microondas. Es decir, aparece el grupo de tipos de energía, cómo conseguirla, cuál utilizar,... Sobre este tema, nos dimos cuenta que tenía más implicaciones además de la cocina.

También en la cocina, seguro que se han utilizado vasos de vidrio, polímero inorgánico de la sílice (arena de playa), cucharas y tenedores metálicos, ollas a presión, o sartenes protegidas por teflón para que no se adhieran los huevos fritos. Un nuevo grupo de compuestos químicos se abre, estudiándolo como la Química de los materiales, donde se incluye también el cemento, yeso, pinturas, adhesivos, etc.

Tras desayunar, seguramente estaremos de acuerdo en que salimos a la calle para acudir a nuestro trabajo u obligaciones. En esos momentos en que respiramos aire fresco se nos viene a la cabeza el oxígeno atmosférico, el color rojizo pardo que está por encima de nuestras cabezas debido al *smog* fotoquímico, o podemos pensar si el agujero de ozono estará sobre nuestras cabezas y la radiación ultravioleta que no es filtrada nos producirá alguna ligera quemadura. Hablando del aire, oxígeno y dióxido de carbono, se nos pone un poco la carne de gallina al pensar en el efecto invernadero y en el calentamiento global medio del planeta.

Al mencionar la Química de la atmósfera y su contaminación, nos miramos de reojo al pensar nuevamente en el agua, depuración de aguas residuales, demanda biológica de oxígeno, etc. El agua, la molécula más corriente, es también una de las más especiales. Y si ya hemos intuido el estado gaseoso y el estado líquido, ¿ocurrirá lo mismo en el estado sólido?. Es decir, ¿qué ocurre con los plásticos que no son degradables aunque sean reciclables, o con todos los pesticidas, plaguicidas, abonos nitrogenados que estamos echando a la tierra continuamente?.

Estando haciendo el recuento de la Química y de los compuestos químicos que utilizamos en nuestra vida cotidiana de una manera muchas veces inconsciente, decidimos hacer un pequeño descanso, momento en el que un colega aprovechó para preguntar si alguno de nosotros/as tenía una aspirina. Rápidamente aprovecharon la ocasión los químicos orgánicos para decir que la aspirina es ácido acetil salicílico, y que todos los fármacos que tomamos como antibióticos, analgésicos, estimulantes, drogas (el alcohol etílico, el hachís o tetrahidrocannabinol, etc.) no son más que compuestos químicos orgánicos.

Ni que decir tiene que la Química Orgánica, con todos sus grupos funcionales, sus isómeros y su multitud de compuestos, es un grupo tan amplio que podríamos estar años y años sólo con ellos. Pero de repente, oímos la señal que da un reloj electrónico al cambiar de hora; más de uno pensamos cuántos relojes, radios, calculadoras, etc., se pararían si no utilizáramos la energía eléctrica que suministra una reacción redox. Las pilas alcalinas, de botón, las baterías, y la fotosíntesis de las plantas verdes son procesos redox; reacciones químicas que pueden suministrar un flujo de electrones y hacer mover las máquinas. ¡Y claro que las utilizamos de una manera cotidiana y casi de manera inconsciente!.

No podemos comparar la cantidad de energía eléctrica obtenida mediante las pilas y baterías con la energía conseguida gracias a la combustión de combustibles fósiles (derivados del petróleo, gas natural o carbón), madera o, incluso, energía nuclear. Aparte de la conseguida así, también se puede obtener energía por fuentes renovables, como mediante el efecto fotoeléctrico, aerogeneradores (que tanta importancia tienen en Navarra), o incluso por aprovechamiento del material orgánico de las aguas residuales y su fermentación anaeróbica para producir metano. Por tanto, el grupo de compuestos químicos y fuentes de energía esta presente en nuestro recuento.

Este tipo de inventario de materiales se suele realizar escribiendo con un trozo de grafito (lápiz) que deja una marca sobre el papel (celulosa), o tecleando sobre unas piezas de plástico que al ser pulsadas abren y cierran una serie de circuitos que funcionan gracias a la propiedad semiconductor que tienen el silicio y los actuales *chips* electrónicos. La escritura, el bolígrafo, la tinta, los ordenadores, y la impresión en papel no serían posible si no existieran o utilizáramos compuestos químicos para ello.

Después de un largo día de trabajo y estudio, solemos hacer un rato de deporte para tonificar nuestro cuerpo y poder descansar. Por ejemplo, nos vestimos una ropa y

calzado adecuado para ir a correr, con tejidos que dejan transpirar pero que no dejan que el agua penetre, como el *Goretex* (politetrafluoroetileno), vamos a la piscina con los trajes de baño de licra, se anda en bicicleta con aleaciones cada vez más ligeras, se utilizan piraguas hechas de *composites* reforzados, y se juega al ping pong con sus pelotas de nitrocelulosa. En fin, que hasta en el deporte que hacemos podemos ver compuestos químicos que nos facilitan la tarea.

Tras caer en la cama agotados, decidimos, con nuestros últimos pensamientos racionales, poner el despertador para el día siguiente, quitarnos nuestros anillos y collares de oro, plata y similares (metales nobles) y apagar la luz. Pensamos así en las bombillas de wolframio o las fluorescentes, los láseres, los fuegos artificiales, las luciérnagas, las cerillas o las velas; es decir, la Química de la luz.

3. EL CURSO

El curso, o mejor dicho los cursos, han tenido desde el comienzo la finalidad de divulgar la Química cotidiana entre un alumnado que estuviera un poco familiarizado con el lenguaje químico, con objeto de que no se asustaran con los nombres de los compuestos químicos. Estos cursos se han podido utilizar como créditos de libre elección en los estudios universitarios de muchas licenciaturas y, así, cabe decir que entre el público que ha acudido figuran profesionales de la Química, alumnos de Filosofía, de la especialidad de música en Magisterio y estudiantes de carreras técnicas.

La duración del curso ha sido intensiva durante una semana, tanto por la mañana (en dos sesiones de 9,30 a 11,00 y de 11,30 a 13,00) como por la tarde (16,00 a 18,00).

La asistencia a estos cursos se planificó con un número mínimo de cinco alumnos y uno máximo de veinte, habiendo sido la asistencia media de nueve alumnos por curso. Cabe destacar que han sido cursos ofrecidos íntegramente en euskara y en la segunda quincena de julio.

Estos cursos han estado acompañados de toda una serie de actividades complementarias, bien en el laboratorio, con la realización de una serie de prácticas, bien mediante salidas para visitar la industria química en la zona de Pamplona y Navarra. Quisiéramos agradecer la cordial acogida que nos han dedicado en nuestras visitas y todas las atenciones prestadas.

Los temas abordados en los sucesivos cursos se resumen en los siguientes epígrafes.

Año 1997. “Química cotidiana: compuestos químicos que utilizamos a lo largo del día”

- Presentación del curso.
- Pilas.
- Ensayo práctico.

- Plásticos.
- Materiales.
- Exposición de materiales.
- La luz.
- Combustiones.
- Quimioluminiscencia: Luciérnagas.
- Contaminación.
- Principios activos en fármacos.
- Visita a una depuradora de aguas residuales.
- Alimentos.
- Pesticidas.

Año 1998. “Química cotidiana (II)”

- Fuentes energéticas y efecto invernadero.
- Energía eólica. Generadores eólicos.
- Visita a un parque eólico.
- Fibras sintéticas.
- Drogas de diseño.
- Análisis de pastillas.
- Tratamiento de aguas.
- Visita a una planta potabilizadora.
- Color y fotografía.
- Nuevos excipientes en los medicamentos.
- Perfumes y olores. Exposición.
- Visita a CINFA.
- Biodiésel: utilización de aceites en motores diesel.
- Alimentos y *snacks*.

Año 1999. “La asombrosa química de las cosas corrientes”

- Extracción de la cafeína y del limoneno. Ejercicio práctico.
- Visita a una industria cosmética en Cintruénigo. Perfume “Navarra: ir es volver”.
- Alcohol etílico y vino.
- Cata de vinos y olores.
- Ni Dios ni Darwin. ¿Espacio y tiempo, o sólo tiempo?
- Gestión y tratamiento de residuos plásticos.
- Alcoholímetros. Reacciones redox. Práctica de laboratorio.
- Internet y Química.
- Compresas que dan frío o calor. Práctica de laboratorio.
- Hierbas medicinales. Salida a un parque botánico.
- Obtención de hidrocarburos a partir de desechos.

- Biodiéselos. Aceites de fritanga. Práctica de laboratorio.

Año 2000. “La Química de los objetos que tenemos entre manos”

- Química combinatoria. Descubrimiento de nuevos compuestos.
- Macromoléculas de última generación.
- Cerveza y alcohol.
- Olores y perfumes. Desde la literatura a la Química.
- Olores y perfumes. Salida a Azketa.
- Aceros y composición.
- Visita a Aceralia.
- Vidrio. Vidrieras.
- Química de la industria del automóvil (Mercedes Benz)
- Obtención de un nuevo colorante orgánico. Práctica de laboratorio.
- Muerte de un montañero. Atropa Belladona.
- Análisis de las drogas que se usan en deporte.

Año 2001. Paseo químico por la industria Navarra

- Energía, efecto invernadero.
- Visita a un parque eólico.
- Tratamiento de las aleaciones metálicas.
- Visita a Transformados de Lesaca.
- Marihuana: métodos químicos para detectar los principios activos.
- Química orgánico-farmacéutica.
- Visita a la empresa farmacéutica CINFA.
- Plásticos comestibles.
- Visita a la empresa Viscofán.

Año 2002. “Química cotidiana”

- Utilización de catalizadores en la vida cotidiana.
- Preparación de un catalizador. Ejercicio práctico.
- Polímeros para jugar.
- Hazte tu *blandiblup*. Práctica de laboratorio.
- Gestión de los residuos neumáticos.
- Extracción del aceite esencial de la naranja.
- Materiales poliméricos contra el fuego.
- Combustibles alternativos en la automoción.
- ¿Ordenadores y Química?.
- Del laboratorio a la Industria.

EXPERIENCIAS DE LA VIDA DIARIA EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Gabriel Pinto Cañón

Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente
E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid
José Gutiérrez Abascal 2, 28006-Madrid. gpinto@iqi.etsii.upm.es

En este trabajo se incide en la necesidad de complementar la enseñanza de la Química con ejemplos y ejercicios extraídos de la vida cotidiana, con objeto de favorecer la motivación de los alumnos para el aprendizaje de esta Ciencia. Además, de esa manera se contribuye a la divulgación de la Química y se fomenta su papel en la Educación. Se ofrece una selección de referencias bibliográficas y direcciones de Internet donde se abordan estos temas con multitud de ejemplos y matices.

1. INTRODUCCIÓN

El afán por intentar imbricar aspectos de la vida cotidiana, bien conocidos por los alumnos, y los conocimientos aprendidos en el aula, no es, ciertamente, una cuestión novedosa ni exclusiva de la Química. Así, Petronio, hace ya cerca de dos mil años, sugería en su obra *El Satiricón*, que “*la razón por la que los jóvenes salen tan ignorantes de las escuelas es porque no han tendido contacto con nada de alguna utilidad en la vida diaria*” (1).

Una de las técnicas metodológicas más recomendadas en la actualidad, en los distintos niveles educativos, para los docentes que imparten asignaturas de Química, con objeto de motivar a los alumnos en el aprendizaje y mantener su interés, es la utilización de ejemplos de la vida diaria. De esta manera, además, se ilustra la importancia de esta Ciencia en el mundo contemporáneo (2-5).

2. DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA Y HECHOS DE LA VIDA DIARIA

Existen diversos métodos para introducir ese tipo de ejemplos, como son el análisis de noticias aparecidas en los medios de comunicación (6-8), la elaboración de trabajos breves sobre productos químicos de interés (9), o la búsqueda por los alumnos de cuestiones próximas a ellos relacionadas con la Química (10). Acerca de estos métodos y de otras técnicas complementarias, Jones y Miller (11) ofrecieron recientemente una amplia bibliografía.

Si bien prácticamente todos los libros de Química modernos, especialmente en enseñanza secundaria y primeros cursos universitarios, incluyen secciones del tipo “*Química en acción*” (12, 13), “*Mural de las Ciencia*” (14), “*Atención a...*” (15), “*Aplicaciones de la Química*” (16), y “*Disgresión química*” (17),..., con objeto de

hacer más atractiva la materia y favorecer su aprendizaje, la mayoría de los alumnos no suele prestarles atención (11), por lo que sería conveniente que los docentes les animaran a ello.

Obviamente, la didáctica de la Química entraña dificultades semejantes en los diversos sistemas educativos. Así, en el entorno británico, Cole y col. (18) señalan que no es frecuente en la práctica docente de Química la relación entre los conocimientos y cuestiones de la vida diaria, próximas y bien conocidas por los alumnos.

La sección de Educación de la Sociedad Americana de Química expuso hace unos años que *"la comprensión de la Química por parte de la ciudadanía es pobre, al percibir en gran medida que los productos químicos contaminan el medio ambiente y sin apreciar las implicaciones de esta Ciencia en la vida diaria"* (19). Esta situación es debida, a juicio de Cole (20), al menos parcialmente, a que algunos científicos no explican bien sus trabajos en términos que puedan ser entendidos por el público general, y a que algunos educadores no pueden ver nada más allá del examen de final de curso.

No sólo los alumnos, sino cualquier ciudadano actual, debería estudiar y conocer algo de Química, dado que esta Ciencia es necesaria, entre otras cuestiones, para comprender multitud de aspectos a los que se alude de forma continua en los medios de comunicación. Holman (21) señala, entre los motivos más importantes para justificar esta necesidad de formación química para el ciudadano medio, los siguientes: utilitario (es útil para la vida diaria); económico (un país necesita científicos, doctores e ingenieros); democrático (todo el mundo necesita algo de Ciencia para participar en debates sobre política pública); y cultural (la Ciencia es parte de la cultura moderna).

En este sentido, Cole informa (20) que remitió una carta al Ministro de Educación de Australia Occidental en la que, entre otras cuestiones, señalaba que *"los jóvenes tienen importantes deficiencias culturales si, después de doce años de escolarización, la mayoría ignora profundamente las propiedades químicas de las sustancias que ven y usan en su vida diaria"*. Puntualizaba así un informe del Ministro, donde se indicaba que los jóvenes presentaban importantes carencias culturales si, después de doce años de escolarización, no tenían conocimientos básicos de historia, arte, fundamentos filosóficos de su propia sociedad,... y, de forma especial, no tenían habilidad para la comprensión oral y escrita y en operaciones matemáticas.

Además de lo señalado, se constata que amplios sectores de la sociedad (y por tanto de los alumnos) perciben el avance científico con un cierto escepticismo, pensando, incluso, que los científicos (y dentro de ellos los químicos) están alejados de la vida diaria. Para ilustrar esta situación, en la Figura 1 se muestran las imágenes de dos químicos aparecidas en anuncios publicitarios de los últimos años. Al respecto, en una reciente entrevista al Dr. Avelino Corma, director del Instituto de Tecnología Química de Valencia, señalaba que *"inconscientemente e indirectamente se pasa el mensaje a la población de que la Química sólo está relacionada con los grandes procesos químicos, a los que muchas veces se asocia una imagen de contaminantes. (...). La*

Química no es la responsable de la degradación medioambiental, sino el mal uso que a veces se hace de ella por intereses económicos. La Química ha permitido mejorar nuestras condiciones de vida, erradicar enfermedades, mejorar nuestra agricultura y eliminar residuos” (22).



Figura 1. *Imágenes de químicos, aparecidas en anuncios publicitarios de los últimos años, donde se incluían los textos: “¿Sabe cuál es la fórmula para conseguir gasolina gratis?” (izquierda) e “Invéntate tu propia fórmula y personaliza la página de inicio de tu ordenador” (derecha).*

3. QUÍMICA DIVULGATIVA

Todo lo expuesto anteriormente plantea un reto para el profesorado de Química: relacionar la Química explicada en el aula con cuestiones de la vida diaria, para favorecer la motivación de los alumnos en su aprendizaje. Se trata de una doble vertiente. Por una parte, cómo los conceptos y métodos de esta Ciencia sirven para explicar los fenómenos habituales y, por otra, cómo se pueden utilizar cuestiones cotidianas para facilitar la comprensión de conceptos químicos de cierta dificultad, esto es, desarrollando analogías.

El reto que se plantea a los docentes no se circunscribe sólo a lo que se conoce como Química recreativa, mágica o divertida, sino que es una cuestión más amplia. Sin embargo, sí se valoran estas ramas de la Química, altamente interesantes por su aspecto divulgativo, con abundante bibliografía al respecto en la actualidad, como los textos de Roesky y Möckel (23) y de Ford (24), pero también con libros ya centenarios, como el de Tissandier (25), en el que explica una Física sin aparatos y una Química sin laboratorio, con cerca de 800 grabados. Cabe citar también, en este

sentido, el texto de Vitoria (26). En esta línea de Química recreativa o divulgativa, hay profesores universitarios, como Bassam Z. Shakhashiri (27), que dedican grandes esfuerzos a la cuestión, e incluso hay empresas de ocio educativo para colegios, ayuntamientos o centros comerciales (28). Además, se difunden cuestiones de este tipo en los Museos de Ciencia (29-31). Todas estas acciones son positivas, porque provocan (o al menos lo intentan) una reacción favorable hacia el mundo de la Química entre la ciudadanía y, de forma especial, entre niños y jóvenes.

Hace ya cerca de diez años, diversos Centros y Museos Científicos de Europa elaboraron un proyecto conjunto para divulgar de un modo accesible entre el público general (especialmente entre los jóvenes), una mejor comprensión de la Química en la vida cotidiana (32,33). El proyecto se centraba en ocho temas globales para estimular el interés hacia esta Ciencia y mostrar que no es tan abstracta y difícil de comprender como a veces parece, sino que aporta conocimientos esenciales para la vida diaria. Los temas y contenidos se resumen en la tabla 1. Se han llevado a cabo, dentro de este proyecto, toda una serie de iniciativas donde se plantea que la Química es el centro de la aventura científica e industrial del siglo XXI.

Como tantas veces en Pedagogía, no se pretende con este tipo de razonamientos llevar la cuestión a situaciones extremas: ni sería bueno dedicar un tiempo excesivo en el aula a comentar experiencias cotidianas, ni tampoco prescindir totalmente de ellas.

Entre las direcciones de Internet donde se ofrece información de hechos de la vida cotidiana relacionados con la Química y donde, a su vez, se sugieren enlaces a otras de temática similar, se destacan la desarrollada por el Prof. Antonio Varela (34), la creada en la Universidad de Leeds, con el título de "*Delights of Chemistry*" (35), que contiene incluso vídeos, la desarrollada dentro del proyecto "*Chemistry for life*" (36), que reúne a varios Centros Científicos y Museos de Ciencia europeos, como se indicó anteriormente, en colaboración con el *European Chemical Industry Council*, y la preparada por la Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE) (37).

4. EJERCICIOS Y CUESTIONES

De los aspectos señalados en el presente artículo, los ejercicios y las cuestiones sobre Química y la vida diaria son el tipo de herramienta educativa del que existen más referencias bibliográficas (38-43). El Prof. Ronald DeLorenzo ha recopilado varios cientos de cuestiones cotidianas que son explicadas por la Química (44), desde el comportamiento del monstruo del lago Ness a cómo, a partir de citas bíblicas, se puede deducir que el cielo es más caluroso que el infierno. Así, aplicando la ley de Stefan-Boltzmann de la radiación para el cielo, donde "*la luz de la luna será como la luz del sol y la del sol será siete veces mayor que sería la luz reunida de siete días*" (Is. 30:26), se obtiene que la temperatura allí es de unos 520 °C, mientras que en

el infierno, que es "el lago que arde con fuego y azufre" (Ap. 21:8), se estaría a unos 120 °C (temperatura de fusión del azufre).

Tabla 1. *Temas seleccionados por diversos Museos de Ciencia e industrias químicas de Europa, para estimular el interés de los ciudadanos hacia la Química (32,33).*

Tema global	Contenido
¡Tú eres química!	Química del cuerpo humano.
¡... y también lo es el resto del universo!.	La Química es una Ciencia multidisciplinar que tiene que ver con todas las Ciencias que, de una u otra forma, versan sobre la materia: biología, farmacia, paleontología, astrofísica,...
La Química inventa nuevos materiales <i>a la carta</i> .	La Química permite preparar nuevos materiales con propiedades específicas.
No existen copias mejores o peores de las moléculas: ¡sólo existen ejemplares originales idénticos!.	Erróneamente, se suele considerar "químico" como adjetivo opuesto a "natural". Las moléculas son idénticas, independientemente de su origen.
No existen sustancias tóxicas: ¡sólo existen dosis tóxicas!.	Los químicos pueden detectar cantidades inimaginablemente pequeñas de muchos compuestos. Eso es tranquilizador, aunque gracias a ello se sabe que la contaminación ha alcanzado ya los lugares más remotos.
La Química provee soluciones a sus propios problemas.	La Química permite limpiar el entorno de sustancias contaminantes.
Beethoven, Dante, Velázquez,... ¡Lavoisier!.	Los grandes triunfos de la Química son totalmente comparables a los logros culturales más elevados de la humanidad.
Ni siquiera los químicos son perfectos.	Los químicos son responsables tanto de los beneficios como de los riesgos asociados a los productos que preparan.

Aparte de un buen número de artículos sobre estos temas, con los que un profesor puede preparar ejercicios y cuestiones, la revista *Journal of Chemical Education* tiene las secciones *Chemistry for everyone* e *Interdisciplinary connections*, donde se incluyen trabajos al respecto. Asimismo, la revista *Education in Chemistry* publica regularmente multitud de ejemplos a través de sus secciones *Chemlingo*, *Soundbite molecules* y *Chemistry trails*. El autor de esta última sección es el Prof. Peter Borrows (45), quien indica que "cuando abres los ojos, puedes ver Química en cualquier entorno", y analiza químicamente cuestiones de la playa, la piscina, el cemento, ladrillos, o los ladrillos, entre otras. El profesor Simon Cotton, autor de la

sección de *Soundbite molecules*, muestra, a lo largo de sus textos, la interpretación química de cuestiones tan variadas de la vida cotidiana como son: disolvente corrector de tinta, chocolate, oscurecimiento de las manzanas, tinta invisible, sedantes, *kevlar*, zeolitas, o la utilización de un gas por el ejército ruso para liberar a los secuestrados por terroristas chechenos en un teatro en el año 2002, entre otras. Algunos textos recomendados para que los docentes preparen ejercicios y cuestiones, en el sentido expuesto se recogen en otro trabajo (5).

5. EXPERIMENTOS

Hay un buen número de experiencias conocidas de Química que se realizan con objetos de la vida cotidiana, como se recoge en la bibliografía (23,24,46) o en direcciones de Internet (27,47). Algunos experimentos ya clásicos son la pila galvánica fabricada con un limón o con una patata, la tinta invisible, o el jardín químico, entre otros. En la revista *Journal of Chemical Education* hay secciones fijas, como las denominadas *Tested demonstrations* y *Classroom activity*, donde aparecen mensualmente este tipo de actividades. En la revista *Anales de la R.S.E.Q.* aparecen también artículos al respecto en la sección da *Laboratorio de Química*.

Como ejemplos de este tipo de experimentos, se puede calcular con cierta facilidad, a partir de datos experimentales, la energía de activación del proceso de disolución de comprimidos efervescentes comerciales (48), o la del proceso de rehidratación osmótica de legumbres (49). En ambos casos, los alumnos encuentran cierta satisfacción en obtener resultados numéricos de interés químico en dos procesos tan familiares para ellos. Son además buenas oportunidades para que el profesor comente conceptos como efervescencia, composición de medicamentos, flujo osmótico, o transferencia de materia, entre otros. En la figura 2 se muestra la influencia de la temperatura en un experimento típico de hidratación de garbanzos sumergidos en agua, que el alumno puede realizar en casa. A partir de gráficas de ese tipo, los alumnos obtienen, por ejemplo, los valores de velocidades iniciales de hidratación a distintas temperaturas.

REFERENCIAS

1. R. Felder, *Chem. Eng. Educ.*, **2002**, Vol. 36, 282-283.
2. J.A. Chamizo, *Educación Química*, **2001**, Vol. 12, 194-198.
3. M. Martín Sánchez y M.T. Martín Sánchez, *Anales de la Real Soc. Esp. Quím.*, **2000**, Vol. 96 (4), 40-44.
4. G. Pinto Cañón, *Ibíd.*, **2001**, Vol. 97 (4), 29-36.
5. G. Pinto Cañón, *Ibíd.*, **2003**, Vol. 99 (1), 44-52.
6. R.S. Myers, *J. Chem. Educ.*, **1991**, Vol. 68, 769-770.
7. S. Toby, *Ibíd.*, **1997**, Vol. 74, 1285-1287.

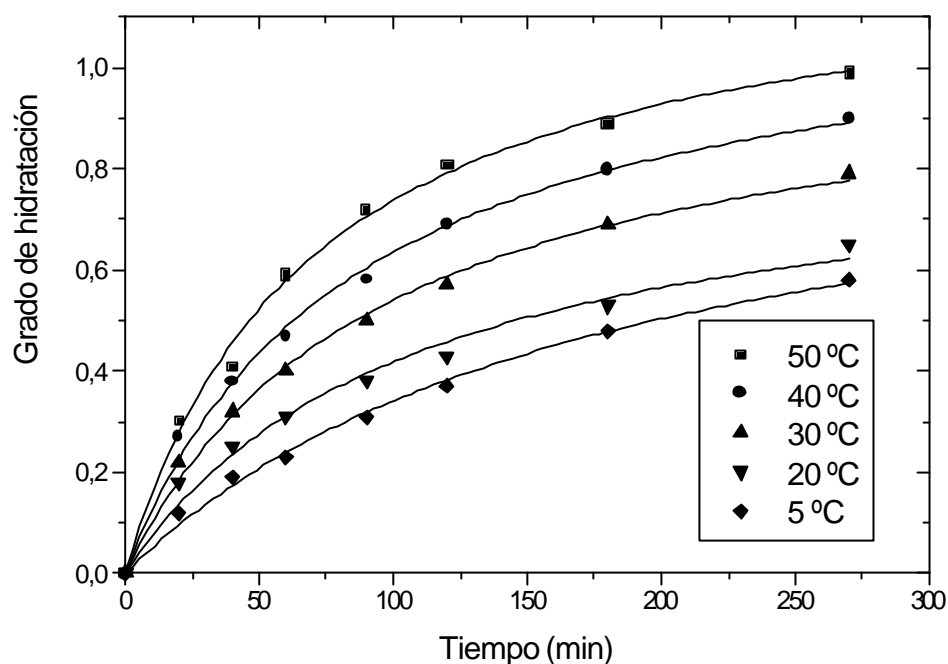


Figura 2. Influencia de la temperatura en la velocidad de hidratación de garbanzos sumergidos en agua. El grado de hidratación representa el cociente entre la masa de agua (en gramos) absorbida por los garbanzos y su masa inicial (en gramos).

8. G. Pinto, *Anuario Latinoam. Ed. Quím.*, **2003**, en prensa.
9. E.L.S. Bunyan, *J. Chem. Educ.*, **1986**, Vol. 63, 858.
10. A.M. Last, *Ibid.*, Vol. 76, **1999**, 1503-1504.
11. M.B. Jones and C.R. Miller, *Ibid.*, **2001**, Vol. 78, 484-487.
12. T.L. Brown, H.E. LeMay y B.E. Bursten, *Química, la Ciencia central*, Ed. Prentice Hall, México (1998).
13. R. Chang, *Química*, Ed. McGraw-Hill, México (1999).
14. J.I. del Barrio y M. Belmonte, *Química:Reacción*, Ediciones SM, Madrid, (1998).
15. R.H. Petrucci y W.S. Harwood, *Química general, principios y aplicaciones modernas*, Ed. Prentice Hall, Madrid (1999).
16. G. Rayner-Canham, *Química inorgánica descriptiva*, Ed. Prentice Hall, México (2000).
17. J.C. Bailar, T. Moeller, J. Kleinberg y M.E. Guss, *Química*, Ed. Vicens Vives, Barcelona (1983).
18. M. Cole, R. Janes, M. McLean and G. Nicholas, *Educ. Chem.*, **1998**, Vol. 35, 56.
19. American Chemical Society, *Tomorrow. The report of the task force for the study of Chemistry education in the United States*, Washington, D.C. (1984).

20. *Chemistry for the citizen* (por el Prof. A.R.H. Cole):
<http://www.geochemresearch.com.au/chemistrycitizen.htm>
21. J. Holman, Ed. *Chem.*, **2001**, Vol. 38, 10-11.
22. J. López Rejas, *El Cultural (Diario El Mundo)*, **2002**, 26 de Diciembre, 56-57.
23. H.W. Roesky and K. Möckel, *Chemical curiosities: spectacular experiments and inspired quotes*, Ed. VCH, Weinheim (Alemania) (1996).
24. L.A. Ford, *Chemical magic*, Ed. Dover Publications, New York (1993).
25. G. Tissandier, *Las recreaciones científicas o la enseñanza por los juegos*, Ed. De Bailly-Bailliere, Madrid (1892).
26. E. Vitoria, *La ciencia química y la vida social. Conferencias de vulgarización científica*, Ed. Tipografía Católica Casals, Barcelona (1925).
27. *Science is fun* (por el Prof. Bassam Z. Shakhashiri):
http://scifun.chem.wisc.edu/BZS_bio/biosketch.html
28. Empresa "La Ciencia es Divertida":
<http://www.aliquindoy.com/extra/cd/index.htm>
29. Museo de la Ciencia de Barcelona:
http://www1.lacaixa.es:8090/webflc/wpr0pres.nsf/wurl/mcbchome_esp
30. Parque de las Ciencias de Granada: <http://www.parqueciencias.com/>
31. Casa de las Ciencias de A Coruña: <http://www.casaciencias.org/>
32. Editorial Staff, *Educ. Chem.*, **1998**, Vol. 35, 33.
33. J. Wagensberg, *Diario El País*, **1995**, 6 de Septiembre.
34. Ciencianet (por el Prof. Antonio Varela): <http://ciencianet.com>
35. *Delights of Chemistry* (por el Departamento de Química de la Univ. de Leeds):
<http://www.chem.leeds.ac.uk/delights/>
36. *Chemistry for life* (por C.E.F.I.C.): <http://www.chemforlife.org>
37. Federación Empresarial de la Industria Química Española: <http://www.feique.org>
38. A. Ibañez, *La base de la Química*, Ed. Penthalon, Madrid (1986).
39. A. NewMark, *Colección visual Altea : Química*, Ed. Santillana, Madrid (1993).
40. C. Cooper, *Colección visual Altea : Materia*, Ed. Santillana, Madrid (1993).
41. C.H. Snyder, *The extraordinary chemistry of ordinary things*, Ed. John Wiley, New York (1995).
42. F. Vinagre, M.R. Mulero y J.F. Guerra, *Cuestiones curiosas de Química*, Ed. Alianza, Madrid (1996).
43. A. Frova, *Por qué sucede lo que sucede*, Ed. Alianza, Madrid (1999).
44. Ensayos del Prof. DeLorenzo: <http://www.educationcenter.org/lorenzo.html>
45. P. Borrows, *Educ. Chem.*, **1993**, Vol. 30, 18-19.
46. B.Z. Shakhashiri, *Chemical Demonstrations: A handbook for teachers of Chemistry*, (4 Vols.), Ed. University of Wisconsin Press, Wisconsin (1992).
47. Experimentos de Química:
<http://www.offcampus.es/interactivo.dir/recursos/exper1.htm>
48. G. Pinto, *Educ. Chem.*, **2000**, Vol. 37, 71, 81.
49. G. Pinto y A. Esín, *J. Chem. Educ.*, en prensa.

LA COCINA, EL LABORATORIO DE LA VIDA COTIDIANA

Núria Solsona Pairó

I.E.S. Josep Pla, Josep Serrano 59, 08024 Barcelona. nsolsona@pie.xtec.es

El estudio se ha realizado a pequeña escala, en la iniciación a la Química en una clase de Enseñanza Secundaria en Barcelona, durante cuatro años. Se explican unas actividades de la secuencia de aprendizaje y se presentan algunos resultados obtenidos cuando se utiliza la cocina como contexto de aprendizaje.

1. INTRODUCCIÓN

En Enseñanza Secundaria Obligatoria (E.S.O.) hay una serie de conceptos básicos de Química que son centrales en el currículo escolar y, al mismo tiempo, son indispensables para la formación de una ciudadanía alfabetizada científicamente. La iniciación a la Química en E.S.O. no siempre resulta muy exitosa y en las últimas décadas, varios estudios han analizado las dificultades de aprendizaje de los conceptos químicos (1). El ámbito de aplicación del estudio parte de la idea de concebir el aprendizaje, de acuerdo con las teorías socioculturales, como una construcción personal que se produce mediante la interacción con los otros elementos didácticos del acto educativo (2). Durante el proceso de aprendizaje se negocian significados mediante el uso sistemático del lenguaje.

La ciencia escolar con que trabajamos en el aula es el resultado de la transposición didáctica que efectuamos el profesorado, adecuada al nivel de desarrollo y a los conocimientos adquiridos por el alumnado. Mi experiencia parte de la idea de no considerar el conocimiento científico como el más válido desde el punto del aprendizaje y tener en cuenta otras formas de conocimiento como el conocimiento cotidiano. El objetivo de mi experiencia es llegar a explicar unos hechos científicos, entre ellos los culinarios, que tengan sentido para el alumnado y disponer un saber científico apropiado para E.S.O. que también incluya la experiencia y el saber de las mujeres. Es decir ir incorporando a los contenidos escolares un saber diferente del que ha sido tradicional en los libros de texto y currículo escolares.

La tradición educativa asigna un rol determinado al profesorado, que debe ajustarse siguiendo una forma de organización que facilita el control técnico de los procesos de aprendizaje. A pesar de ello, el trabajo de investigación y reflexión didáctica nos permite conectar la investigación con la acción y conseguir un grado de autonomía que refuerce nuestro papel en la intervención educativa. Entre los retos de la actividad docente se encuentra el de repensar la enseñanza de la Química y buscar nuevas prácticas educativas. Ser profesional de la enseñanza hoy requiere una implicación personal, con las virtudes y los defectos que esta implicación personal pueda tener en una relación profesional. A veces, las instrucciones de las autoridades

educativas europeas parece que intentan favorecer una intervención educativa que revalorice determinadas habilidades sociales, pero los contenidos curriculares siguen manteniendo ciertas formas de explicar e interpretar el mundo que se consideran culturalmente más válidas que otras.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La experimentación de la secuencia didáctica la realizo en 4º curso de E.S.O., en el I.E.S. Josep Pla de Barcelona, desde hace cuatro cursos escolares; los dos primeros cursos en una asignatura optativa trimestral y los dos últimos cursos como contexto de aprendizaje para la asignatura común de Química.

La experiencia parte de la idea que la cocina es un laboratorio (3). En la cocina hay sólidos, líquidos y gases. En la cocina no hay sustancias puras. En la preparación de la comida se usan y se forman mezclas, disoluciones y coloides. Y el alumnado puede determinar las propiedades de sustancias como sal, azúcar, agua, harina, leche, etc. En el laboratorio -cocina escolar se pueden estudiar los coloides, presentes en la vida diaria y en las preparaciones culinarias más apetecibles para la adolescencia. En la cocina se producen cambios físicos y químicos: ebullición del agua, la congelación del agua o un alimento, etc.. En la cocina, los cambios físicos y químicos se producen simultáneamente, como en la preparación del caramelo o de un cocido (4).

Para trabajar en el aula, he organizado una secuencia de actividades didácticas que incluyen las grandes ideas más comunes en el aprendizaje de la Química en E.S.O. (5). Las actividades de enseñanza y aprendizaje implican la realización de actividades manipulativas, experimentos de laboratorio, la preparación de recetas culinarias y la elaboración de textos científicos.

En las actividades, desde el primer momento, relacionamos las explicaciones macroscópicas de los fenómenos químicos con las microscópicas, utilizando el modelo de partículas que posteriormente evolucionará al modelo atómico-molecular. Por ejemplo trabajamos con sustancias, propiedades, modelo cinético, mezclas, disoluciones, coloides, cambios químicos, conservación de la masa, etc. En el laboratorio-cocina escolar hacemos caramelo, requesón a partir de la leche, observamos la oxidación de las frutas al cortarlas, preparamos tartas, etc.

Los datos para el estudio se han obtenido de las respuestas al cuestionario inicial y de los textos explicativos y justificativos elaborados por el alumnado. Los cuestionarios iniciales se contestaron individualmente en clase. Los textos explicativos y justificativos fueron redactados inicialmente en casa, algunos se discutieron en clase y se dio la oportunidad de modificarlos, si lo creían conveniente los alumnos, antes de la redacción final.

3. ALGUNOS RESULTADOS

A partir de las actividades de exploración, he comprobado que las estructuras de acogida de las chicas y los chicos son más ricas en el contexto culinario que en el laboratorio. La cocina activa muchas experiencias personales, vivencias y conocimientos anteriores y, en el caso de un grupo importante de chicas, incluso algunos hábitos de trabajo experimental propios de la cocina que serán de mucha utilidad para la iniciación al estudio de la Química. El contexto culinario permite relacionar las experiencias cotidianas del alumnado con el aprendizaje científico. Así, cuando un alumno va con un vaso de precipitados hacia la pila y le comento que no lo moje enseguida porque se podría romper. Edgar me explica que *“a él le ocurrió lo mismo al sacar un plato en el lavavajillas y mojarlo inmediatamente”*.

Algunas de las preguntas que se plantean las chicas en una primera actividad de exploración de las ideas presentes en la clase, son: ¿el café en la cafetera, pasa de estar sólido a estar líquido?; la diferencia entre disolver cola-cao en leche fría o caliente; ¿por qué no se atraen el agua y el aceite?; ¿por qué se corta y cómo se hace el alioli?; ¿por qué al hacer un huevo frito, la clara es transparente al principio y al ponerla al fuego se vuelve blanca?; la formación de requesón y de queso; la fabricación de galletas; ¿por qué se abren los copos de maíz con el calor del microondas?; ¿qué pasa cuando haces una *crêpe*, la gelatina, la *mousse*?; ¿cómo se pone el gas a las bebidas con gas?, etc. Una alumna plantea el siguiente problema: *“cuando el agua hierve, a veces, si me he olvidado de tirar la sal antes y la tiro cuando ya hierve, empieza a hacer espuma y, en cambio, si la tiro antes de que hierva, tarda más en hervir.”*

En otra actividad inicial, que lleva por título “¿Por qué decimos que la cocina es un laboratorio?”, analizamos las sustancias sólidas, líquidas y gases, que hay en la cocina, los instrumentos que se utilizan y los procesos que se realizan. Las listas de sustancias e instrumentos que confecciona el alumnado son muy largas y algunos de los procesos mencionados son: hervir, freír, calentar al microondas, congelar, mezclar, batir, tritura, cortar, y asar. A continuación les propongo escribir un texto que responda a la pregunta: ¿por qué decimos que la cocina es un laboratorio?.

Las chicas escriben textos de una hoja o hoja y media, donde empiezan mostrando sorpresa, para a continuación ir ordenando las ideas sobre lo que están aprendiendo. Por ejemplo, Cristina se pregunta: *¿Por qué podemos decir que la cocina es un laboratorio?*. Y responde: *“Lo cierto es que no me lo había planteado nunca, pero si me pongo a pensarlo, veo que es verdad. En la cocina se encuentran distintos instrumentos y sustancias con los que se pueden experimentar cambios químicos. Con la ayuda de los fogones, que son los que nos dan fuego, y el calor para calentar las sustancias, podemos ver y comprobar qué sustancias se pueden evaporar y a qué temperatura lo hacen. La nevera nos ayuda a mantener frías ciertas sustancias y a enfriar las nuevas que podamos formar. En la cocina, las sustancias son los alimentos, que tenemos que cocinar para poderlos comer. Al cocinarlos se*

forman, a veces nuevas sustancias, se desprenden otras y algunas cambian de forma y de estado. Hay sólidos, líquidos y gases, mezclas, coloides,... La cocina, a pesar de que la tengamos como el lugar de la casa en la que trabaja la madre, un científico también podría hacer muchas cosas, a pesar de que no todo sea hacer comida, hacer pruebas, experimentos, comprobaciones, etc. En la cocina se encuentran muchas sustancias compuestas; y más ahora que la comida es más compleja: un poco de eso, un poco de aquello y luego lo otro, y acabamos por tener una bebida refrescante. Si alguna persona que entienda un poco, se quiere distraer y tiene tiempo, puede ir a la cocina, coger alguno de estos productos y analizarlos, intentar separar alguno de sus componentes, comprobar cuáles son sus propiedades,... y todo eso, a pesar de que parezca imposible, se encuentra y se puede hacer en la cocina de nuestra casa”.

Los chicos escriben textos de una extensión que va de un cuarto a una hoja entera. Un ejemplo sería el texto de Oriol:

“¿La cocina es como un laboratorio?.

La verdad es que yo no había pensado nunca que la cocina se pudiera comparar con un laboratorio, a pesar de que físicamente no es un laboratorio y los procesos e instrumentos no son los mismos, se puede decir que se hacen los mismos tipos de cambios químicos y cambios físicos. En la cocina y en el laboratorio, los cambios físicos, también llamados cambios de estado, se hacen según el modelo cinético. Se hace una transferencia de energía de un cuerpo a otro y, al ganar energía, se utiliza para vencer a las fuerzas de atracción que hay entre las partículas. Y así se hace un cambio de estado directo como, por ejemplo, las ebulliciones, los fritos, etc. y si es indirecto es al revés, es decir, el cuerpo, al perder energía, las fuerzas de atracción aumentan y las partículas se vuelven a unir, como por ejemplo en la congelación, etc.

En el caso de los cambios químicos, se produce una reordenación atómica de las moléculas, que consiste en organizar las partículas de manera que se originen nuevas sustancias.

Por lo tanto deduzco que sí que es verdad, ya que los procesos básicos para cocinar son los que se hacen en un laboratorio”.

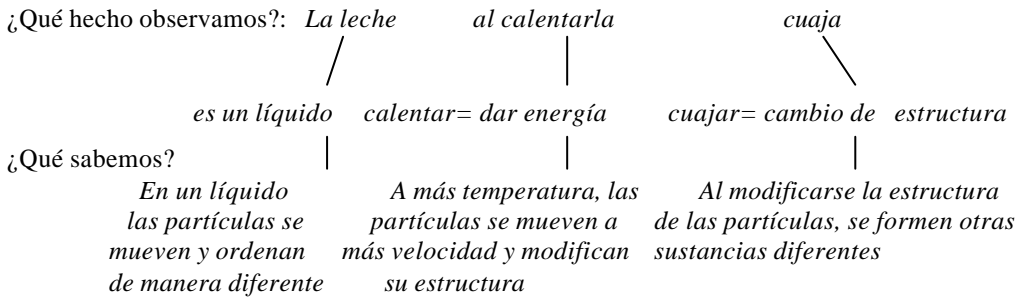
Otra de las actividades lleva por título: “La fabricación de requesón: un cambio de estructura” (6,7). Al alumnado no le resulta fácil escribir buenas explicaciones científicas. Para ello, debe conocer los modelos en los que se basa la Química para explicar un fenómeno y aprender a relacionar las palabras que utiliza para describir el fenómeno con las palabras propias del modelo. A lo largo del aprendizaje científico, el alumnado debe aprender a interpretar los fenómenos, basándose en el modelo de partículas, es decir debe aprender a justificar. Con este objetivo, les propongo que sigan el siguiente esquema adecuado al volumen de conocimientos y al nivel que se puede realizar en la E.S.O.:

Cómo justificar la observación de un fenómeno:

⊗ Calentamos leche con unas gotas de limón. ¿Qué conclusión podemos sacar de la observación de este fenómeno?

“La leche con unas gotas de limón, al calentarla cuaja y forma requesón”

⊗ Para explicar esta observación hemos de recurrir a los conocimientos teóricos de la Química. En este caso, al modelo de partículas. Esto implica “traducir” el lenguaje de los hechos al lenguaje de la teoría.

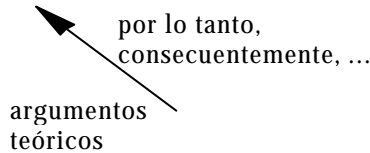


⊗ Para redactar la justificación, tenemos que conectar estos conocimientos, de forma ordenada y utilizando los conectores adecuados. Observa el esquema, el orden de las flechas y los conectores, para escribir una posible redacción de la justificación.

Nivel macroscópico

La leche, al calentarla (*causa*) cuaja y se forma requesón y suero (*efecto*)

porque,
ya que...



Nivel microscópico

Cuando calentamos la leche, es decir, al darle energía, sus partículas se pueden mover y cambiar su estructura; por lo tanto, la leche cuaja y en consecuencia se forman el requesón y el suero.

Los resultados obtenidos por las chicas, en la elaboración del informe científico son:

- Un 60% de ellas no escriben una introducción del informe o dicen simplemente: *“Hoy en clase de experimentales hemos hecho un nuevo experimento, hemos fabricado requesón y ahora explicaré cómo lo hemos hecho”*; *“si alguna vez*

queréis hacer requesón, lo que se necesita es leche y unas gotas de limón y ponerlo a calentar. Así iremos comprobando el cambio que hace". Otras chicas escriben una introducción que es más creativa y más personal que la de los informes hechos por sus compañeros de clase, y aprovechan para manifestar su sorpresa o referirse a algún sentimiento relacionado con el éxito en la realización del experimento. Por ejemplo: *"Nunca me hubiera llegado a imaginar que el requesón se hiciera tan fácilmente"; "siempre había pensado que hacer requesón era un proceso de fabricación más complejo y que no sería capaz de hacerlo... ¡pero lo hemos hecho! (de todas formas si algún día quisiéramos dedicarnos a la venta de requesón tendríamos que perfeccionar la presentación"; "al llegar a clase hicimos requesón, una cosa que no esperábamos que saliera tan buena"; "el otro día haciendo el experimento entendimos que pasa cuando se fabrica requesón y observamos que no es tan difícil hacer requesón".* Olga refleja un sentimiento de novedad: *"...hicimos requesón, una cosa que no había probado nunca. Estuvo bien el experimento, siempre es bueno aprender a hacer y observar cosas nuevas".* Y María: *"este experimento me ha parecido interesante porque no sabía el origen del requesón. Ha sido un experimento sencillo y fácil, pero por mi parte con difíciles conclusiones".* Aina indicó: *"yo nunca me había parado a pensar como se hacía el requesón, ya que siempre que lo había comido era de los que se compran en el supermercado".*

- En el desarrollo de la explicación del experimento, la mayoría no pone la lista del material necesario para realizarlo, es decir lo dan por supuesto. Todas las chicas citan las cantidades de las sustancias iniciales a utilizar: 50 g de leche y 10 gotas de limón.

- Los informes no describen con detalle el procedimiento a seguir, sino que se centran en describir las observaciones experimentales. Dan mucha importancia a los cambios de color y a la formación de coágulos que *"se ven"*. Hay una observación que parece definitiva para las chicas, para entender el cambio que ocurre y es que *"la leche se corta"* o *"cuaja"*. Marta conecta la observación con la explicación científica: *"empieza a cuajar y entonces es cuando nos damos cuenta del resultado del cambio de estructura de la sustancia"*. Clara observa: *"Mientras vamos calentando se separan dos sustancias, el suero y el requesón, que es caseína coagulada. Comprobamos que se vuelve más sólido"*. Raquel dice: *"Al calentar se forman coágulos, después el requesón se separa del suero y finalmente se desprenden sustancias volátiles. Cuando se apaga el fuego, se observan dos nuevas sustancias: el suero y el requesón"*. Anna lo explica con todo detalle: *"para empezar a hacer el requesón, añadimos al vaso de precipitados con 50 g de leche, las 10 gotas de zumo limón y lo ponemos a calentar. A los cuatro minutos de ponerlo a calentar, empieza a cuajar y va cambiando de color, se vuelve un poco más amarillo. Un minuto más tarde se separa el coágulo de la parte más líquida ya que los coágulos son más densos que el líquido y por tanto el líquido se queda en la parte de arriba. A los siete minutos hemos apagado el fogón y lo hemos dejado enfriar para después poder pasar el requesón del vaso de precipitados al papel de filtro, doblado en cuatro partes y colocado en el embudo. Como nuestro*

embudo era bastante pequeño, no hemos podido verter el requesón de golpe para que filtrara y hemos tenido que ponerlo poco a poco y nos ha quedado un poco de requesón en el vaso de precipitados. El líquido transparente y un poco amarillento que resultaba del filtrado en el erlenmeyer era suero.”

- La interpretación del cambio mejora en la conclusión del informe respecto a las observaciones realizadas durante el experimento. Un grupo dice: *“las partículas de la leche forman grandes agrupaciones en un medio de dispersión; la energía calorífica que suministra el fogón se transforma en energía cinética que se utiliza para tener más movimiento y así cambiar su estructura.”*. El nivel microscópico no siempre se usa de forma precisa y en este caso no ayuda a mejorar las explicaciones. Por ejemplo: *“se ha realizado una reacción ya que de los reactivos: la leche más el limón se forman nuevas sustancias que son el requesón y el suero, que microscópicamente son ácido y caseína”*.

- La conservación de la masa no es fácil de explicar en el informe del requesón, porque se evapora parte del agua que contiene la leche. Algunas chicas (30%) no hacen ninguna mención a la masa de leche, limón, requesón y suero que han medido. El resto hablan de la masa, pero no está claro que entiendan la conservación de la masa. Por ejemplo, una chica dice: *“pudimos comprobar que la masa del requesón es menor que la de leche y el limón juntos”*; *“la masa de las sustancias iniciales es igual a la masa de las sustancias finales menos 2,62 g”*. Un 20% da una explicación completa del tipo: *“una vez terminada la filtración, si medimos la masa del suero y el requesón vemos que es inferior, en 2,62 g de diferencia, ya que se pierden sustancias volátiles en el proceso”*. Otra matiza *“Las dos sustancias obtenidas tienen la misma masa (que las sustancias iniciales) menos 2,62 g. Probablemente se han perdido ya que teníamos que haber apagado el fuego un poco antes, para que no se hubiera volatilizado una parte de las sustancias o bien por los restos de requesón que quedaron en el vaso de precipitados y que no pudimos sacar al pesar al final”*.

- Las chicas incluyen su valoración personal respecto al resultado obtenido, en un 43% de los casos. Algunas dicen: *“añadimos azúcar al requesón y sólo los más valientes lo probaron”* y *“el requesón final no tenía muy buena pinta, pero algunos compañeros lo han probado con azúcar”*. El resto muestra su satisfacción diciendo *“finalmente probamos el requesón a pesar de que esto no entraba en los pasos del procedimiento. Realmente con azúcar estaba bueno”*; *“yo personalmente creo que este requesón ha sido el mejor que he probado en mi vida”* o *“el experimento ha sido interesante y nos ha permitido entender que todo o muchas cosas de la cocina se forman a través de cambios de sustancias”*.

Los resultados obtenidos por los chicos en la elaboración del informe científico son:

- La mayoría de los informes (unas dos terceras partes) no tienen introducción y si la tienen es muy escueta. A veces simplemente marcan el contexto químico del experimento diciendo: *“este experimento lo hemos hecho con la intención de*

demostrar un cambio de estructura de una sustancia". Hay tres chicos que expresan un sentimiento de éxito: *"es la primera vez que lo hacemos y nos ha salido muy bueno"*.

- En los informes, todos los chicos enumeran todos los materiales necesarios e indican las cantidades utilizadas en el experimento.

- Las observaciones experimentales no hablan de cambios de color. Ellos se centran en *"la aparición de burbujas (ebullición de la leche), en la coagulación de la leche y en las dificultades en la filtración"*. Sólo tres chicos dan importancia a *"la separación del requesón del suero"*.

- La conservación de la masa no se conceptualiza fácilmente. Los chicos aplican el esquema que han memorizado, pero sin hacerlo operativo ya que se refieren a las sustancias concretas. Así Ángel repite: $M_{\text{sustancias iniciales}} = M_{\text{sustancias finales}}$. Iván parece haber comprendido mejor la conservación de la masa cuando dice: *"la masa del requesón es inferior a la suma de la masa de la leche y el limón ya que se desprenden sustancias volátiles"*.

- Al final del informe, dos terceras partes de alumnos expresan su opinión personal. Por ejemplo: *"como a mí no me gusta la leche no me atreví a probar el requesón, pero fue interesante saber como se hace"*, o bien: *"Creo que hacer requesón no es nada difícil y bastante interesante"*, *"me ha gustado porque con azúcar estaba bueno y porque se necesitan pocos ingredientes para hacerlo"*. El resto de las opiniones de los chicos son satisfactorias como las de las chicas.

Uno de los objetivos de la iniciación a la Química es que el alumnado aprenda a elaborar justificaciones equilibradas entre el nivel macroscópico y el microscópico de los cambios químicos. Para ello es muy útil trabajar en el contexto culinario, es decir, en un marco diferente del laboratorio químico. Por ejemplo, en la preparación de una tarta escriben: *"cascamos los huevos, añadimos azúcar y removemos. Añadimos la harina, la leche, la levadura y la piel del limón. Así se realiza una mezcla. Las partículas de los diferentes ingredientes se colocan en los espacios vacíos que hay entre las otras partículas. Al cocer la masa de la tarta al horno se produce un cambio químico ya que se forma una nueva sustancia, el bizcocho de la tarta. Hay una reordenación de las partículas de los ingredientes a consecuencia del calor del horno"*.

En 4º de E.S.O., el estudio de la estructura de los materiales es un tema que el alumnado considera muy teórico. No obstante, el texto siguiente resulta definitivo para convencer al alumnado de su importancia: *"algunas tabletas de chocolate son mejores que otras, a pesar de que contienen los mismos ingredientes y han sido elaboradas con el mismo procedimiento. Durante la solidificación del chocolate, sus moléculas se pueden agrupar de seis maneras diferentes. En el laboratorio de una fábrica de chocolate, observaron que una mezcla de cacao y manteca de cacao (principal ingrediente que determina el sabor del chocolate) disuelta a 50 °C, si se reduce drásticamente la temperatura a 22 °C, solidifica. Se forman cristales distintos, según la temperatura de solidificación que se puede visualizar con rayos X. El cristal óptimo, el*

que resulta más sabroso, se forma a 23,86 °C". La sorpresa del alumnado ante la lectura es de máxima sorpresa, no conciben que, con los mismos ingredientes, se puedan obtener sabores diferentes y, a partir de ahí, manifiestan un interés distinto por el estudio de la estructura de los materiales.

4. REFLEXIÓN FINAL

Entiendo mi experimentación como un proceso de autorreflexión, donde intento explicitar mis valores y creencias tácitas. Además, nace del deseo de darle sentido a mi propia experiencia de cambio de la práctica docente, encontrar nuevos interrogantes y poder seguir indagando sobre la introducción de nuevos saberes en el aula. Con la Química de la cocina presento explícitamente un modelo de ciencia distinto del tradicional. Durante el aprendizaje, no se trata solamente de memorizar unos conceptos, sino de desarrollar un conjunto de habilidades y procesos que permitan adquirir unos conocimientos para interpretar los fenómenos químicos culinarios y de laboratorio. A partir de mi experiencia en el aula, trato de encontrar pistas para repensar el concepto de ciencia androcéntrico que hemos adquirido, por tradición en nuestra formación científica. Nadie debería ser indiferente a la consideración que la ciencia es el resultado de una actividad humana realizada por la comunidad científica. El currículo debería avanzar en la construcción de los saberes científicos sin la atribución de masculinidad que comportan tradicionalmente y reconocer que la ciencia incluye una serie de hábitos que se detectan a través de la mirada femenina.

Los aprendizajes que realiza el alumnado con la Química de la cocina son de índole escolar, es decir, pertenecientes a la Química escolar que es necesario aprender para cursar Bachillerato. Por ejemplo, el concepto de cambio químico, la estructura interna de las sustancias o la elaboración de textos científicos. Pero además, estos aprendizajes se pueden aprovechar en situaciones reales inmediatamente y en el futuro. Por ejemplo, para saber distinguir entre distintos tipos de azúcares o conocer la utilidad de varias salsas o coloides. Y tendrán aplicación en situaciones precisas, como en la preparación de una tarta para una merienda con la pandilla o en la preparación de una receta culinaria.

La iniciación a la Química en contexto culinario permite abordar con confianza el estudio de una materia que no siempre es recibida con entusiasmo por las chicas y algunos chicos. En la medida que muchas de las tareas que el alumnado debe realizar en clase parten de su iniciativa y creatividad, la indiferencia con que las abordan son menores que cuando se les propone realizar los mismos aprendizajes en la Química tradicional. En la adolescencia, las experiencias de las chicas y los chicos son más amplias respecto a los procesos y sustancias presentes en la cocina que sobre los procesos y sustancias químicas de laboratorio. En estas edades, el alumnado está familiarizado y disfruta trabajando con las sustancias cotidianas que come y manipula, así como con las mezclas que puede preparar para desayunar o merendar. En los

procesos culinarios, el alumnado actúa e interviene en la transformación de los materiales de manera más fácilmente y con mayor iniciativa e implicación

La integración de los saberes femeninos en los contenidos escolares no se puede llevar a cabo de manera automática. Al explorar las relaciones entre los saberes femeninos y la ciencia es muy fácil caer en posiciones científistas. Ante la sorpresa inicial, es fácil llegar a la paradoja de considerar que “todo es Ciencia”. Debemos seguir investigando en la delimitación y dimensiones de los saberes femeninos y los contenidos escolares.

Los saberes culinarios femeninos no se pueden reducir ni asimilar a los saberes científicos oficiales, ya que tienen un *plus* de valores siempre. Pero hay aspectos coincidentes, en la medida que la ciencia intenta dar una explicación a los fenómenos y procesos culinarios. Por ejemplo, el saber culinario conoce que en la preparación de la mayonesa, hay que seguir cierto orden al añadir los ingredientes y que si no se agita correctamente se corta. La Química explica que, en la preparación de la mayonesa, las sustancias forman una emulsión en la que es indispensable el papel del emulsionante. Sin las moléculas de la sustancia emulsionante, la lecitina, la emulsión no se forma.

La valoración del alumnado sobre la Química de la cocina como contexto de aprendizaje es francamente más positiva que de la Química de laboratorio. Marta escribió al terminar las clases de Química de la cocina: “*para entender la finalidad de esta asignatura creo que tendríamos que hacernos una simple pregunta: cuando cocinamos podemos observar, si nos fijamos, que se producen muchos cambios, tanto físicos como químicos, pero realmente ¿somos conscientes de que se producen estos cambios? Una cosa está clara, antes de realizar esta asignatura, yo no. Me he dado cuenta que en este aspecto sabía muy pocas cosas. Por ejemplo, nunca me había parado a pensar que cuando hacemos un pastel se produce un cambio químico...*”.

REFERENCIAS

1. N. Solsona, M. Izquierdo y O. de Jong, *Int. J. Sci. Educ.*, **2003**, Vol 25, 1, 3-12.
2. M. Izquierdo y N. Sanmartí, “Fer ciència a través del llenguatge” en N. Sanmartí (ed.) *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciència*. Edicions 62, Barcelona (2003).
3. N. Solsona, *Cuadernos de Pedagogía*, **2001**, 299, 40-43.
4. N. Solsona, *Aula para la Innovación Educativa*, **2001**, 105, 41-44.
5. N. Solsona, *Cuaderno de Educación no Sexista*, 13, Instituto de la Mujer, Madrid (2002).
6. H. D. Belitz y W. Grosch, *Química de los alimentos*. Acribia, Zaragoza (1997).
7. E. Custodio y N. Solsona, La justificació, el perquè del perquè, en N. Sanmartí (Ed.) *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciència*. Edicions 62, Barcelona (2003).

NUEVA ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN EL LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA

Ramiro E. Domínguez Danache, Carlos M. Castro Acuña
Departamento de Fisicoquímica, Facultad de Química
Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria
04510-México D.F. danache@servidor.unam.mx

Con base en el desarrollo del tema de disoluciones, presentamos una metodología para el laboratorio de Fisicoquímica, común a todas las carreras que se imparten en la Facultad de Química. Cada sesión se inicia con un organizador previo en el que se hace énfasis en los aspectos de la Química y la vida cotidiana. Se llevan a cabo actividades que promueven el aprendizaje cooperativo, los estudiantes responden un cuestionario previo, realizan el trabajo experimental en equipo, haciendo énfasis en la indagación sobre los fenómenos observados y, finalmente, elaboran un mapa conceptual.

1. INTRODUCCIÓN

En la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (U.N.A.M.), se imparten cinco carreras relacionadas con la Química, con una duración de 9 semestres: Ingeniero Químico, Químico, Ingeniero Químico Metalúrgico, Químico Farmacéutico Biólogo y Químico de Alimentos.

En los actuales planes de estudio, así como en los que deberán entrar en vigor en septiembre de 2003, todas las carreras incluyen un tronco común, en el que se ubican dos cursos de Fisicoquímica (uno de Termodinámica y otro de Equilibrio y Cinética química), cada uno con su respectivo programa de laboratorio.

Dentro de las actividades experimentales presentamos en este trabajo la unidad didáctica dedicada al tema de disoluciones.

2. DISOLUCIONES: FORMAS DE EXPRESIÓN DE LA CONCENTRACIÓN

Organizador previo:

Hace más accesible y familiar el contenido y genera en el alumno una visión global y contextual.

Tratar con disoluciones es más frecuente de lo que pensamos. Seguramente has estado cerca de las siguientes situaciones, o al menos has oído hablar de ellas:

- Al inicio del día, tomar una taza de café, que puede estar muy aguado (diluido), o bien muy cargado (concentrado). ¿Qué cantidad de café hay que poner para un litro de agua?.

- Resulta también importante la cantidad de detergente que se ponga en la lavadora para que este cumpla su función adecuadamente. ¿Qué cantidad de detergente hay que poner para una lavadora con 20 litros de agua?.

- En días calurosos apetece una agua fresca, que contenga la cantidad precisa de azúcar, para que no quede aguada y desabrida (diluida), o bien tan dulce (concentrada), que no nos quite la sed. ¿Cuántos gramos de azúcar son adecuados para un vaso de agua?.

- El suero que se administra a los enfermos contiene en algunos casos glucosa y en otros cloruro de sodio. ¿Cuántos gramos de estas sustancias se deben poner por litro de disolución?

En todos los casos resulta importante la relación que hay entre la sustancia que se está disolviendo y la cantidad de agua (disolvente) en la que se prepara la disolución.

Además del agua, existen otros disolventes, más apropiados para disolver otro tipo de sustancias como las grasas, pinturas, y muchos otros compuestos que son insolubles o muy poco solubles en agua.

En cualquier caso se tiene una disolución, que es cualquier mezcla homogénea (a nivel molecular), de dos o más componentes. Entre los componentes de una disolución el que constituye una mayor proporción de la disolución es el disolvente y el que se encuentra en menor proporción se denomina soluto. Una disolución es una fase simple y puede ser gaseosa, líquida o sólida.

La cantidad de soluto que se puede disolver en un disolvente depende de la temperatura, la presión y la naturaleza de las sustancias involucradas. Una disolución que contiene tanto soluto como puede contener el disolvente, a una temperatura dada, se conoce como disolución saturada, en tanto que si contiene más, se le conoce como disolución sobresaturada y, si contiene menos, se conoce como no saturada.

La solubilidad de una sustancia cambia con la temperatura. Si al disolverse una sustancia desprende calor, su solubilidad disminuye al aumentar la temperatura, en cambio si se disuelve con absorción de calor, la solubilidad aumenta al aumentar la temperatura.

En el caso de sólidos y líquidos, la presión no tiene un efecto significativo sobre la solubilidad, en cambio para los gases es considerable. A mayor presión la solubilidad de los gases es mayor.

Si el soluto y el disolvente son de carácter químico similar son más fácilmente solubles entre ellos. Compuestos polares disuelven a compuestos polares y compuestos no polares disuelven a compuestos no polares.

Cuando la naturaleza de las sustancias es considerablemente diferente, las sustancias no se toleran y en consecuencia la solubilidad puede ser baja o prácticamente nula.

Existen varias formas en las que se puede expresar la concentración de una disolución. Entre estas destacan:

- *M* : molaridad (moles de soluto/litro de disolución).
- *m* : molalidad (moles de soluto/kg de disolvente).
- *N* : Normalidad (equivalentes de soluto/litro de disolución).
- *x* : fracción mol (moles de soluto/moles totales en la disolución).
- *ppm* : partes por millón, (gramos de soluto/millón de gramos de disolución).
- *c* : gramos/unidad de volumen (g/mL, g/L).
- porcentaje en masa (masa de soluto/masa total de la disolución x 100).
- porcentaje en volumen (volumen de soluto/volumen total de la disolución x 100).

De las expresiones anteriores, aquéllas que están referidas a la masa son independientes de la temperatura, en tanto que aquellas que están referidas al volumen, cambian con la temperatura ya que el volumen depende de la dilatación térmica de la disolución.

El tiempo previsto para el desarrollo de esta actividad es de 20 minutos.

Las siguientes actividades se llevan a cabo en equipos de trabajo de cinco alumnos.

Componente motivacional e inicio de aprendizaje cooperativo:

Mantiene la atención y el interés del alumno; ayuda a contextualizar su aprendizaje y darle sentido.

A.1. Expresa mediante palabras o dibujos lo primero que venga a tu mente al leer los siguientes conceptos:

- | | | |
|--------------|-------------------|---------------|
| - solución | - disolución | - soluto |
| - solvente | - disolvente | - solubilidad |
| - saturación | - sobresaturación | - dilución |

- Anota tus respuestas.
- Compara con tu equipo los resultados y anótalos.
- Anota los resultados de la puesta en común.

Esta actividad: centra la atención del alumno en el tema, promueve el aprendizaje colaborativo y funciona como activador motivacional. El tiempo estimado para su desarrollo es de 20 a 25 minutos.

Preinterrogantes:

Esta estrategia se utiliza para activar el conocimiento previo y tender puentes entre el último y nuevo conocimiento.

A.2. Es muy importante tener un lenguaje común para poder entendernos, investiga en libros de Química y/o de Fisicoquímica para responder las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es una disolución?
2. ¿Qué diferencia hay entre un soluto y un disolvente?
3. ¿Qué diferencia hay entre una disolución molar y una disolución molal?
4. Conocida la concentración molal (m), ¿Cómo se puede conocer la concentración molar (M)?
5. ¿Qué material se requiere para preparar una disolución?
6. ¿Cuáles son las propiedades físicas, químicas y de toxicidad de los reactivos que se van a usar y qué medidas de seguridad deben emplearse?

Aprendizaje por indagación:

Permite aumentar el nivel de los alumnos en forma gradual dándoles la capacidad de distinguir entre conceptos.

A3. Aplica la lista de conceptos que investigaste, a cada una de las siguientes actividades y:

- a. Observa y analiza lo que sucede.
- b. Anota lo que sucede.
- c. Discute con tus compañeros de equipo los resultados.
- d. Anota los resultados de la *puesta en común* con el profesor.

Dispones de 60 minutos para estas actividades y 15 minutos para obtener conclusiones por equipo. Se debe elegir a uno de los compañeros como *coordinador* por equipo, que elabore el resumen.

a.1. Observa las tablas 1 y 2. Calcula la cantidad necesaria de cada uno de los solutos para preparar 100 mL de las disoluciones de cloruro de sodio y de sacarosa que se indican.

a.2. Pesa los matraces aforados de 100 mL limpios y secos.

a.3. Prepara 100 mL de las disoluciones de cloruro de sodio y de sacarosa que se indican en las tablas 1 y 2. Utiliza para ello los matraces aforados de 100 mL.

a.4. Pesa los matraces con las disoluciones y, por diferencia, determina la masa de la disolución.

a.5. Completa las tablas 1 y 2, calculando la masa de disolvente, la molalidad y la densidad de las disoluciones.

a.6. Construye las siguientes gráficas para cada conjunto de disoluciones:

- m-M vs. M (molalidad menos molaridad frente a molaridad).
- m vs. M (molalidad frente a molaridad)
- densidad vs. M (densidad frente a molaridad)
- densidad vs. m (densidad frente a molalidad)
- ¿Qué tipo de función se obtiene en cada caso?. ¿Son lineales?.
- ¿Qué ocurre con la diferencia m-M al aumentar la concentración:
 - Para la disolución de sacarosa.
 - Para la disolución de cloruro de sodio.
 - ¿En cuál es mayor el efecto?.
- ¿En qué condiciones la concentración molal (m) se aproxima a la concentración molar (M)?.
- ¿Ocurre esto para cualquier disolvente?. ¿Por qué?.

Finalmente, deben establecerse comentarios y conclusiones del grupo.

Tabla 1. *Disoluciones de Cloruro de Sodio (NaCl)*
(100 mL de cada disolución).

M molaridad (mol/L)	w ₂ sóluto (g)	w ₁ disolvente (g)	W disolución Total (g)	n ₂ (sóluto)	m molalidad (Moles/kg.)	m-M	Densidad de la disolución (g/mL)
0.2							
0.4							
0.6							
0.8							

Mapa conceptual

Permite al alumno contextualizar las relaciones entre conceptos y proposiciones.

A.4. Construcción de un segmento del mapa conceptual de Físicoquímica.

Ubica los conceptos involucrados en el mapa conceptual de la Físicoquímica.

Esta actividad funciona como sintetizador. El tiempo estimado para su desarrollo es de 10 a 20 minutos.

Tabla 2. *Disoluciones de Sacarosa (C₁₂H₂₂O₁₁)*
(100 mL de cada disolución).

M molaridad (mol/L)	w ₂ solute (g)	w ₁ disolvente (g)	W disolución Total (g)	n ₂ (solute)	m molalidad (Moles/kg.)	m-M	Densidad de la disolución (g/mL)
0.2							
0.4							
0.6							
0.8							

REFERENCIAS

1. R. E. Domínguez, T. Delgado, M. Téllez, X. Arévalo, J. Flores, *Proyecto: Diseño Instruccional del curso de Termodinámica. Modelo de la elaboración de Reigeluth*. Facultad de Química UNAM, Reporte interno (2001).
2. X. Arévalo, R. E. Domínguez, M.T. Herrera, *Memorias del XVII Congreso Nacional de Termodinámica*, Sociedad Mexicana de Termodinámica, **2002**, Vol. 1 (1), 603-611.

LA QUÍMICA Y LA VIDA

Enrique de las Alas Pumariño

Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE)

Hermosilla 31, 28001-Madrid. ehm@feique.org

Hoy, la enseñanza de la Química se asienta en los conocimientos teóricos y en mostrar a los alumnos cuáles son los elementos, cómo se formulan y cómo reaccionan. Sin embargo, existe una gran laguna didáctica en lo que se refiere a sus usos y aplicaciones. “La Química y la Vida” es un recorrido por los usos más frecuentes y cotidianos de los productos químicos en nuestra sociedad actual y futura. Probablemente la mayoría de la población desconoce que 15 años de nuestras vidas se los debemos a los medicamentos, o que cada día disponemos en nuestra mesa de alimentos saludables y frescos gracias a numerosos productos y procesos químicos que lo permiten, o que los CDs de música que escuchamos no serían posibles sin la Química. El objetivo es despertar vocación y admiración hacia esta maravillosa Ciencia, la que garantiza la mejora constante de nuestra esperanza y calidad de vida.

1. ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE LA QUÍMICA?

La esperanza de vida se ha ido incrementando vertiginosamente a lo largo de los siglos debido fundamentalmente a los avances de la investigación científica. A principios del siglo XX, la esperanza de vida no superaba apenas los 35 años, pero la Química, entre otras Ciencias, ha permitido que esta edad se haya duplicado en la actualidad. Todo nuestro organismo es en sí mismo un cúmulo de procesos químicos, una maquinaria que gracias a los avances científicos podemos mantener en óptimas condiciones de funcionamiento. Nuestros procesos corporales son químicos en su mayoría. Mientras respiramos, hacemos la digestión, crecemos, envejecemos e incluso pensamos, estamos siendo reactores químicos ambulantes. Los procesos químicos de las fábricas son diferentes en escala, más que conceptualmente, puesto que en ellas se procesan, se separan y se recombinan materiales para convertirlos en nuevas y provechosas formas.

2. LA QUÍMICA ES LA CIENCIA DEL SIGLO XXI

Durante los próximos 30 años, la población mundial aumentará en 2.000 millones de personas que necesitarán alimento, vestido, vivienda, proteger su salud y vivir en un entorno acogedor. La existencia de una mayor esperanza de vida, ha hecho que adquiera una importancia creciente el objetivo de combatir las enfermedades crónicas de los más ancianos: artritis reumatoide, osteoporosis, artrosis, Alzheimer,

involución senil, cardiopatías... Para superar todas estas carencias será la Química la ciencia a la que habrá que dirigirse durante el próximo milenio.

3. LA QUÍMICA Y LA SALUD

3.1. Medicinas, vacunas y productos sanitarios

La Química contribuye de forma esencial a la mejora de la alimentación y la higiene, conjuntamente con otras ciencias y tecnologías, y es la protagonista esencial, mediante los productos farmacéuticos, en la lucha contra las enfermedades y en la mejora de la calidad de vida hasta edades muy avanzadas. Klaus Heilman, director del Instituto de la Salud de Munich, calculó que 15 años de nuestras vidas (20%), se los debemos a los medicamentos. A esta revolución en la mejora de la salud humana han contribuido, entre otros, dos grupos de medicamentos: los antibióticos, que han revolucionado la cura de las infecciones causadas por microorganismos, y las vacunas, que han estado en primera línea de defensa contra las epidemias, enfermedades contagiosas y patologías previsibles.

Gracias al cloro, no sólo se potabiliza el 98% del agua que consumimos, sino que este elemento está presente en la fabricación de 8 de cada 10 medicamentos. Sin él estaríamos expuestos a terribles enfermedades como el cólera. Por ejemplo, la lucha contra la malaria y el mosquito que la transmite es absolutamente esencial si consideramos que más de 100 millones de personas (la población conjunta de España y Francia), resultan infectadas anualmente.

Además, las nuevas moléculas químicas hacen posible el transplante de órganos y la Farmacia está introduciéndose en el campo de la terapia génica. Las medicinas alivian el dolor y mejoran la calidad de vida; tan sólo en Europa, hay 30 millones de personas que sufren artritis o reumatismo, 5 millones de enfermos del corazón, 0,5 millones que padecen la enfermedad de Parkinson, de 20 a 30 millones con desórdenes nerviosos, e incontables enfermos de diabetes, epilepsia o asma.

3.2. El hombre reparado

Sin los productos químicos cientos de miles de europeos estarían hoy incapacitados. Los repuestos para las articulaciones y los miembros ultraligeros están fabricados con nuevos materiales, con propiedades especiales tales como la biocompatibilidad. Las válvulas cardíacas, los marcapasos, los riñones artificiales y el hilo de coser de los quirófanos están hechos de productos químicos de alta tecnología y muchos aparatos fabricados con ellos funcionan gracias a la Química. Los sordos pueden oír por medio de diminutos aparatos de plástico provistos de pilas, los ciegos pueden ver con córneas artificiales de materiales sintéticos y los cojos pueden andar gracias a prótesis de materiales químicos biocompatibles.

Y las reparaciones -las operaciones quirúrgicas- sólo pueden realizarse mediante incontables productos químicos como antisépticos, desinfectantes, gases industriales, finos tubos de plástico, bolsas de sangre, adhesivos, y la anestesia, que es una de las invenciones a las que prácticamente todo el mundo está agradecido por experiencia personal, y que ha hecho algo más simpáticos a los dentistas.

3.3 Materiales de Protección: la Química nos proporciona una cabeza más dura

Para prevenir los accidentes o mitigar los daños, el hombre recurre también a lo que podríamos llamar prótesis externas, como los cascos, guantes de protección, calzado de seguridad, gafas, trajes ignífugos, chalecos antibalas, e incluso trajes espaciales, fabricados todos ellos con materiales químicos ligeros y de altas prestaciones.

4. LA QUÍMICA Y LA ALIMENTACIÓN

Si preguntamos a un niño “¿de dónde vienen los alimentos?”, probablemente responderá: “de la nevera”, o, quizás, “de la tienda”. Y si le preguntamos a un adulto la respuesta puede ser “del campo y de las fábricas”, sin pensar que “el campo” da poco por sí mismo. Eso que llamamos con cierta ligereza “el campo” son “las tierras cultivables”, que constituyen un bien escaso cuya extensión está continuamente amenazada por la desertización y el crecimiento de las zonas urbanas.

Y ya que hablamos del campo: una sola planta de acrilonitrilo – que ocupa la extensión de un campo de fútbol – permite producir la misma cantidad de fibras textiles que un “rebaño” de 12 millones de ovejas que, para pastar, necesitarían una extensión del tamaño de Bélgica. La fabricación de fibras sintéticas, acrílicas, de poliéster, de nylon y otras, en centenares de fábricas distribuidas por todo el mundo, permite disponer de más tierras cultivables que en otro caso tendrían que dedicarse a la cría de ganado lanar o a la plantación de vegetales para la obtención de algodón, lino o sisal, y no habría espacio suficiente en la Tierra para abastecer las necesidades textiles.

4.1. Los Fertilizantes

El área dedicada a la agricultura en el mundo hoy en día (1.400 millones de hectáreas, que es una extensión equivalente a la de Sudamérica) es la misma que en 1950 gracias a la agricultura intensiva y sostenible facilitada por la ayuda de fertilizantes y productos agroquímicos, a pesar de que en ese tiempo la humanidad ha pasado de 2,5 a 6 mil millones de personas. Esto ha evitado la utilización de 26 millones de kilómetros cuadrados más de suelo – lo que equivale a la superficie

conjunta de los dos países más extensos de la Tierra: Rusia y Canadá - para alimentar a la población actual.

La Organización Mundial de la Salud calcula que en el año 2050 la población mundial alcanzará los once mil millones de habitantes. Indudablemente, la aplicación de avanzadas técnicas químicas permitirá que la agricultura sea capaz de producir alimentos suficientes para cubrir las necesidades de la Humanidad. Sin estas técnicas, no será posible hacer frente a las necesidades generadas por el crecimiento puramente vegetativo de la población, ni tampoco a los cambios nutricionales que se esperan.

4.2. Los Fitosanitarios

La Química moderna protege y mejora las cosechas utilizando diversos productos fitosanitarios: fungicidas, herbicidas e insecticidas selectivos, que no son perjudiciales para el medio. Debido a su mayor eficiencia y selectividad, hoy en día los agricultores sólo necesitan aplicar dosis mínimas de productos químicos por cada hectárea en lugar de las grandes dosis que utilizaban en el pasado. De esta manera no sólo se obtienen mejores y mayores cosechas, sino que los productos llegan a los mercados en mejores condiciones higiénicas. Si no fuese por estos productos para controlar las malas hierbas, las plagas, las pestes y las enfermedades, dos terceras partes de los alimentos producidos en el mundo (dos barras de pan de cada tres) se perderían.

4.3. La Salud animal

La nutrición del hombre requiere no sólo la obtención de cosechas abundantes y sanas, sino también la protección sanitaria y la alimentación de los animales. Sólo en Europa hay cerca de 280 millones de animales destinados a la alimentación, contando sólo los ganados bovino, porcino y ovino. La Química los protege contra las enfermedades y los parásitos y contribuye a su alimentación. Si no se tratara a los animales con fármacos, se perdería un 47% del ganado bovino, un 35% del porcino, un 22% del ovino y un 20% del aviar.

5. LA QUÍMICA Y LA CULTURA

La fabricación del papel – soporte tradicional de la cultura escrita - sólo es posible gracias a la Química, y los libros, que requieren papel, tintas y adhesivos, deben también a la Química su existencia. Además, la Química actualmente no sólo ayuda a obtener el soporte, sino que sus propios productos son el soporte de nuevas formas culturales. Así, los productos químicos generan la fabricación de papeles sintéticos, fotografías, cine, las cintas magnéticas de vídeo o audio, los disquetes, los discos compactos y los CD-Rom y DVD, que permiten el almacenamiento de textos

muy extensos, fotografías, sonido y vídeo, hasta tal punto de que en un solo CD-ROM caben centenares de obras literarias.

La pintura, desde los orígenes del hombre, requiere colorantes variados, estables y resistentes al medio ambiente, y para conservar el enorme patrimonio cultural de la humanidad, sometido a la acción del tiempo, los agentes meteorológicos y la acción a veces violenta del hombre, precisa de productos que sirven para reparar, reconstruir y proteger obras de arte.

Pero en la transmisión de la cultura, aún más importante que el papel, ha sido la tinta, que nos acompaña desde hace ya más de 40 siglos. Su historia es una aventura de la investigación, puesto que ha tenido que ir evolucionando a medida que se modificaban los soportes en los que debía aplicarse. Hoy en día, existe un tipo de tinta aplicable a casi cualquier tipo de superficie imaginable.

6. LA QUÍMICA EN EL HOGAR Y EN LA VIDA DIARIA

La Química permite fabricar productos para la limpieza, para el aseo personal y el cuidado de los niños, y elabora materiales para la construcción de aparatos electrodomésticos o la óptima conservación de los alimentos, facilitando de forma decisiva las tareas del hogar. En las economías primitivas, se dedicaban 16 horas al día a las necesidades básicas y, en el mundo moderno, tan sólo dos, debido a los detergentes, la ropa fácil de planchar y limpiar, o los alimentos congelados, por ejemplo. Empezando por la cocina, en ella encontramos utensilios recubiertos de plástico a los que no se adhieren los alimentos, recipientes y muebles del mismo material, placas cerámicas, filmes transparentes para envolver, bandejas antideslizantes, latas de conserva protegidas interiormente y alimentos preparados contra el efecto de hongos y bacterias. Si pasamos a la sala de estar, allí se encuentran la televisión, el vídeo, un reproductor de sonido, discos compactos, y cintas magnéticas. Todos ellos constituidos por materiales químicos. Y en todas las habitaciones hay elementos derivados de productos químicos: alfombras, tapicerías, telas, relleno de almohadas, jabón, perfumes, pintura, adhesivos, juguetes, detergentes, insecticidas, o cosméticos.

La Química nos viste para cada ocasión. Las fibras naturales son difíciles de modificar y se producen de una manera relativamente ineficiente. Las fibras sintéticas se pueden alterar para que respondan a necesidades específicas y se producen en gran cantidad fácilmente. Además, las fibras naturales no son tan naturales como parecen. ¿Ha visto usted la lana tal como la producen las ovejas, o cómo queda el algodón que, al no tener protección química, es atacado por una plaga de escarabajos?.

La Química también nos ayuda a obtener mayores rendimientos en el empleo de los alimentos, permitiendo su conservación y su transporte en cámaras frigoríficas, preservando sus propiedades y alargando su vida, tanto en los mataderos, como en los grandes almacenes, las tiendas y, por último, en los refrigeradores y neveras domésticas. Por último debe citarse la enorme importancia que tienen los envases,

fabricados con productos químicos, para la conservación de los alimentos. Estos recipientes de aspecto inocente son admirables piezas tecnológicas. Deben ser ligeros y resistentes, y los hay compuestos por numerosas capas de filmes diferentes, cada una con funciones y propiedades específicas.

7. LA QUÍMICA ES LA CIENCIA DE ESTE MILENIO

La Química se encuentra en la vanguardia del cambio. Los nuevos usos de los productos químicos crecen diariamente. La revolución química está a punto de transformar otras industrias que han permanecido inmutables desde el siglo pasado. Por ejemplo, en la construcción de puentes colgantes, los cables de acero de alta resistencia están dando paso a fibras de polietileno, que son mucho más ligeras y no se corroen. En el campo de la electrónica, la tecnología química está jugando un papel cada vez más importante. Varias compañías líderes europeas se están convirtiendo en grandes productores de arseniuro de galio, la sustancia que sustituirá al silicio en los chips del mañana, y algunas están en primera fila en la producción de fibras ópticas avanzadas y en el uso de materiales acrílicos para los cables ópticos.

Los investigadores químicos están también en las fronteras de los descubrimientos científicos. Desde luego, esto ocurre en el caso de la Biotecnología, pero también sucede en áreas como la Física. En este campo, los científicos están implicados en la carrera para alcanzar la superconductividad práctica a altas temperaturas, y están trabajando sobre nuevos materiales cerámicos que han sido diseñados para utilizar poca energía - o no utilizarla - y producir importantes efectos magnéticos. Curiosamente, hace pocos años, la gente decía que habíamos llegado al final de la senda innovadora, y que no habría más plásticos ni fibras nuevas. Casi de la noche a la mañana, la industria química se ha convertido en el corazón de una verdadera y profunda revolución industrial y ha pasado de ser una industria de chimeneas a ser una industria de alta tecnología.

8. EL TRANSPORTE

8.1. Los Aviones

El secreto del ahorro de combustible está en la ligereza de peso, conseguida a través de los productos químicos, compuestos que pueden ahorrar hasta un 30 % del peso de la estructura de un avión. Poco a poco, se está acercando la era del avión de plástico. En el Airbus Europeo A320 se emplean resinas sintéticas reforzadas con fibras de carbono, y en el nuevo avión avanzado de pasajeros (*Beechcraft "Starship"*) se emplean estos materiales en la construcción del cuerpo y de las alas. Desde que aparecieron los primeros aviones de reacción, los litros de carburante consumidos por asiento cada 100 km se han reducido a la mitad. Una disminución de un kilogramo en el peso de un avión supone un ahorro medio de 120 litros de carburante al año. Por lo

que se refiere a la seguridad, los productos químicos son capaces de apagar instantáneamente un eventual incendio de los motores y todos los reactores tienen sistemas automáticos de extinción basados en ellos.

8.2. Los Automóviles

Uno de cada doce puestos de trabajo en Europa tienen relación con el automóvil, lo que es una muestra de la gran importancia económica y social de una máquina que no sería posible sin el auxilio de sofisticados productos químicos. Los combustibles han podido ser utilizados durante muchos años con mayor rendimiento y, por lo tanto, con una mayor economía, mezclados con derivados químicos del plomo, hoy sustituidos por otros productos químicos y, si faltase el petróleo, la Química podría proporcionar, como en Brasil, metanol de origen vegetal. Del orden de 8 millones de toneladas de plásticos viajan hoy día por las carreteras europeas, sustituyendo el peso correspondiente de metales, principalmente hierro, con una densidad 7 veces mayor. Los plásticos son la mejor manera de dar forma aerodinámica a los vehículos para reducir su coeficiente de penetración y los vehículos se pueden mantener fuera del garaje debido a la pintura que los embellece y protege. Desde que los primeros automóviles aparecieron, la vida de los neumáticos se ha alargado 400 veces, añadiendo seguridad y comodidad a los viajes. Otros productos como los anticongelantes impiden los problemas del invierno, los lubricantes (que son verdaderos productos de alta tecnología, resistentes al calor, al frío y al tremendo batido al que están sometidos) reducen el desgaste de las piezas móviles, y cada fluido del coche es un producto químico especialmente diseñado para un propósito.

La seguridad pasiva del automóvil depende también en gran parte de los productos químicos, como ocurre con las lunas antichoque, las resistentes fibras de los cinturones de seguridad y los sistemas de inflado instantáneo de los *airbags*.

Pero aún no hemos llegado y ya empieza a vislumbrarse el automóvil del futuro. El desarrollo del moldeo de plásticos de micro precisión está llevando a la ingeniería a una nueva dimensión. Por todas partes, se están desarrollando motores avanzados que emplean cerámica y no precisan de refrigeración. Tampoco están lejanas las baterías fabricadas con filmes de muy bajo espesor que se pueden curvar para montarlas casi en cualquier sitio.

9. LA INFORMÁTICA

La informática se basa en los chips de silicio y en los de arseniuro de galio, cuyos circuitos están construidos mediante procesos fotoquímicos. Los soportes magnéticos y los CD-ROM están fabricados con plásticos como el policarbonato, y las pantallas están recubiertas internamente por productos sensibles a la luz. También las carcasas, los teclados, el cableado y ese ratón que usted acaricia y que le hace navegar por el ciberespacio, están hechos con polímeros.

10. LA CONSTRUCCIÓN

En la construcción se emplean un incalculable número de productos químicos con los fines más variados. La pintura, las cubiertas de los tejados, las tuberías y ahora también las puertas y las ventanas, están hechas de materiales plásticos, como el PVC, produciendo un gran ahorro de madera y ayudando a evitar la deforestación.

El "calor de hogar" se mantiene gracias a espumas de materiales aislantes y los graves problemas de corrosión que afectan al hormigón armado han llevado a la introducción de materiales aeroespaciales en la construcción. Ya hace algunos años se empezó a utilizar, en lugar de acero, fibra de vidrio con resinas de poliéster, para reforzar el hormigón en la construcción de puentes de carretera.

Tanto si la tarea es restaurar, como modernizar o construir nuevos edificios, la industria de la construcción se enfrenta continuamente con el problema de preservar y crear ambientes cada vez más acogedores y mejor adaptados a las necesidades del hombre. Sin la contribución de la Química esta tarea no podría abordarse.

11. LA QUÍMICA Y EL DEPORTE

Si los deportistas están batiendo continuamente sus propias marcas es debido a la evolución de los equipos basados en nuevos materiales químicos, más flexibles, más ligeros y más fuertes que permiten llegar más lejos, más alto y con mayor velocidad. La madera, el hierro, el cuero y otros materiales tradicionales han dejado paso a otros compuestos de simple o alta tecnología

Tanto si el hombre desea alcanzar los picos más altos, la profundidad de los mares o simplemente divertirse el fin de semana, debe aproximarse a la Química, pues necesita cuerdas ligeras y resistentes, trajes protectores, botas especiales, cremas, oxígeno, gafas o raquetas y palos de golf ligeros, fuertes y elásticos. Posiblemente no haya otras moléculas que hayan recibido más patadas que las de los polímeros y elastómeros empleados en la fabricación de balones.

12. TODO ES QUÍMICA

Todo lo que nos rodea es fruto del trabajo constante de investigadores y científicos que han utilizado la Química para mejorar la calidad de vida del hombre. Sin las aportaciones de esta ciencia, no existiría un solo medicamento, no habría alimentos suficientes para todos ni agua potable, y la informática, la aeronáutica o las telecomunicaciones serían tan solo meras quimeras.

Porque en definitiva, átomos y moléculas son la única herramienta que tiene el hombre para crear.

QUIMICA EN ACCIÓN: UNA EXPERIENCIA DE DIVULGACIÓN DE LA QUÍMICA

Facultad de Química, Universidad de Alcalá
Campus Universitario, Carretera Madrid-Barcelona km. 33
28871-Alcalá de Henares, Madrid. decanato@quimica.uah.es

Se exponen los aspectos organizativos, metodológicos y prácticos de una experiencia divulgadora de la Química llevada a cabo en la Universidad de Alcalá. Se incluye una valoración de la misma y se presenta un modelo para la creación de un grupo estable de difusión y divulgación.

La Química ha pasado a engrosar la lista de otras disciplinas científicas, como la Física o las Matemáticas, que se están enfrentando a un proceso paulatino de descenso de estudiantes interesados en su aprendizaje. Durante algún tiempo, este proceso no mereció la atención de los responsables académicos, que llegaron a considerarlo, en algunos casos, como una oportunidad para reducir de forma natural la masificación que sufrían estas titulaciones en la década de los ochenta y principios de los noventa. Sólo muy recientemente se han disparado las alarmas al constatar como este proceso se ha acelerado en los últimos años, dando como resultado un elevado número de plazas vacantes en los primeros cursos como consecuencia de una demanda de plazas muy por debajo de la oferta que efectúan las Universidades.

La caída demográfica, la proliferación de universidades y el aumento de titulaciones, entre otros factores, van agravar la situación que ya padecen muchas Facultades de Química, hasta el punto que algunas de estas pueden llegar a ser inviables por la ausencia del factor que en su día determinó su creación: los estudiantes.

Aunque en distintos niveles académicos e industriales se va tomando conciencia de la gravedad de la situación y de la urgente necesidad de “hacer algo” para conseguir que los estudiantes de secundaria recuperen el sentido vocacional por la Ciencia, se sientan intelectualmente atraídos por la Química, conozcan que tras ella hay un importante sector industrial con posibilidades de empleos de calidad y entiendan la capacidad innovadora de esta Ciencia, la consideración social de la Química, la imagen mediática que de ella se trasmite y la poco relevante presencia de ésta en el currículo de la enseñanza secundaria, pesan de forma determinante sobre los estudiantes en el momento de decidir hacia dónde orientar sus estudios superiores.

¿Cómo modificar esta situación?. Parece existir una opinión unánime en que revertir este proceso de pérdida de estudiantes no va a ser ni fácil, ni rápido. Al mismo tiempo también parece asumirse que sólo actuando en los últimos cursos de enseñanza secundaria hay alguna posibilidad, a medio plazo, de invertir la tendencia y orientar a un número creciente de estudiantes hacia los estudios de Química.

Esta reflexión es la que nos hemos hecho en la Facultad de Química de la Universidad de Alcalá (U.A.H.), asumiendo que lo que hasta hace algunos años -la difusión de la Química en nuestro entorno- era recomendable, ha devenido en necesidad, contemplando este tipo de actividades como una prioridad a la que deben destinarse medios materiales y en la que deben implicarse profesores, dedicando un esfuerzo a la divulgación que hasta hace poco tiempo se consideraba innecesario.

En este contexto, el Decanato de la Facultad de Química de Alcalá inicia en el curso 2001-2002 una campaña de divulgación de la Licenciatura entre los Institutos y Colegios de enseñanza secundaria, instalados en la zona geográfica de influencia de la UAH. Dentro de esta campaña se participa en la Semana de Madrid por la Ciencia diseñando un programa de actividades para estudiantes de 4º de E.S.O. y Bachillerato, que se realizan en las dependencias y laboratorios docentes de la Facultad. La actividad principal se centra en la visualización y participación, en grupos de 15-20 estudiantes, en demostraciones realizadas por profesores y estudiantes de la Facultad. Las experiencias se agrupan en varias áreas temáticas con las denominaciones siguientes:

1. Estados de la Materia.
2. Energía de las reacciones Químicas.
3. Electrones que van y vienen.
4. La Química y los Sentidos.
5. Química Cotidiana.

Tomando como lema el pensamiento atribuido a Confucio: *“me lo contaron y lo olvidé, lo vi y lo entendí, lo hice y lo aprendí”* la experiencia sobrepasó todas las expectativas de participación de estudiantes, hasta el punto que hubo de repetirse en varios días posteriores para atender la demanda de los Centros que se interesaron en asistir a la Facultad.

ENFOQUE DE QUÍMICA COTIDIANA EN EL ANUARIO LATINOAMERICANO DE EDUCACIÓN QUÍMICA

*Carlos Mauricio Castro Acuña*¹, *José Miguel Abraham*², *Paul B. Kelter*³

¹Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México
04510-México D.F. castroa@servidor.unam.mx

²Departamento de Química, Bioquímica y Farmacia
Universidad Nacional de de San Luis, San Luis, Argentina

³Department of Chemistry and Biochemistry
University of North Carolina-Greensboro, U.S.A.

El Anuario Latinoamericano de Educación Química (ALDEQ) cumple en 2003 quince años de publicación. Desde sus inicios se ha regido por el lema “La comunicación: un aporte a la integración” y uno de sus principales objetivos ha sido servir como medio de difusión para que muchos docentes de Latinoamérica, y otras áreas de nuestro planeta, intercambien ideas y experiencias y publiquen contribuciones donde la enseñanza de la Química esté enfocada no sólo a las aplicaciones cotidianas de esta ciencia, sino también a contribuir para resolver problemas específicos de las comunidades en las que se ubican las instituciones educativas.

1. INTRODUCCIÓN

El Anuario Latinoamericano de Educación Química (ALDEQ) surge en 1988 como un medio para fomentar la comunicación y el intercambio de ideas entre académicos de los países latinoamericanos y, desde su mismo origen, impulsa la enseñanza de la Química como una actividad que debe estar fuertemente ligada al entorno en el que se lleva a cabo.

Ante el gran empuje de las publicaciones en inglés, si bien el ALDEQ acepta artículos en otros idiomas, promueve decididamente el uso del castellano: “También deseamos pensar en la lengua de Cervantes, la cual no es impropia para expresar el conocimiento científico, sino que tiene toda la riqueza para darlo a conocer; de ahí nuestro convencimiento al pensar en esta obra, como un granito de arena, que más allá de difundir la verdad científico-educativa, contribuye a defender lo más valioso que tienen los pueblos para entenderse : su lenguaje” (1).

Otro de los principales objetivos de ALDEQ es difundir estrategias didácticas que se ubiquen en la realidad, generalmente llena de carencias, de los docentes y de los estudiantes en Latinoamérica.

2. PROYECTOS INTEGRALES DE EDUCACIÓN QUÍMICA

Acorde a una filosofía de utilizar la enseñanza de la Química para mejorar las condiciones de vida de la sociedad, el ALDEQ es también el órgano oficial de difusión de los logros obtenidos a través de los PIEQ (Proyectos Integrales de Educación Química) (2). La propuesta de creación de los PIEQ se debe a la situación de la enseñanza en muchos países latinoamericanos que se caracteriza, por ejemplo por:

- Falta de medios y recursos para garantizar una excelente formación de los estudiantes.
- Infraestructuras inadecuadas que obstaculizan e incluso a veces se oponen al empleo de metodologías modernas.
- Imposibilidad de acceder a centros de actualización y perfeccionamiento, tanto para los aspectos metodológicos como para los científicos.
- Escasa comunicación entre los centros dedicados al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias en los países de Latinoamérica.

Al iniciar el siglo XXI, podemos percibir que también en la educación se va abriendo una enorme brecha a nivel mundial. Mientras en algunas regiones una minoría de estudiantes privilegiados ya cuentan con programas informáticos que les muestran las moléculas en forma tridimensional, en otros países miles de jóvenes están esperando a que, por lo menos, su profesor de Química asista a impartir su cátedra.

Ya en 1988 planteábamos que el propósito fundamental del profesor de Ciencia es potenciar y canalizar el interés de los jóvenes por temas científicos y tecnológicos, tratando de que dichos jóvenes manifiesten sus capacidades de hacer, decir y, sobre todo, decidir. El logro de actitudes creativas, por parte de nuestros estudiantes, no se alcanza por el simple hecho de aplicar programas y planes modernos que, aunque valiosos y basados en una filosofía de la indagación, no aseguran por sí solos el desarrollo de la creatividad ni garantizan el uso de los recursos propios de la comunidad (3).

Uno de los autores de este trabajo (Abraham) y sus colaboradores han tenido la oportunidad de organizar ferias de ciencias con el lema “Participar, no competir” y con una filosofía diferente a otros certámenes que fomentan la competitividad. Muchas ferias de ciencias tienen un carácter de simple exposición con un “premio” a los mejores trabajos. Estas ferias son poco visitadas y la participación de los estudiantes se debe a que los profesores los obligan a hacerlo. Para lograr un verdadero efecto en la comunidad, nosotros proponemos que las ferias de ciencias deben contar con la participación de todos los interesados: estudiantes, profesores, autoridades y, muy especialmente, los padres de familia.

A través de varios años de investigación aplicada, los PIEQ han dado lugar a los Proyectos Educativos Integrales (PEI). Por definición, un PEI “es un espacio que permite, desde la perspectiva de la educación, la vinculación de ciertos aspectos de la

investigación básica con la investigación aplicada y aquella que el docente debe realizar sobre su propia práctica con el propósito de resolver situaciones concretas a nivel áulico y/o comunitario” (3).

Es imposible en este trabajo describir toda la filosofía de los PEI, sin embargo deseamos destacar que estos proyectos buscan siempre privilegiar la investigación dirigida a favorecer a la mayor cantidad posible de personas, esto es, dar una gran importancia a la dimensión humana.

La estrategia PEI no está diseñada para confrontarla con otras formas tradicionales o convencionales de llevar a cabo una investigación. Lo que pretende es tomar todos los componentes valiosos de estas investigaciones dándole mayor peso a su efecto en la sociedad y menor importancia a su medio de publicación.

3. PROYECTO CUIDEMOS NUESTRO MUNDO

Cuando estamos enfocados a lograr que la enseñanza de la Química resulte realmente útil para que los estudiantes mejoren su calidad de vida y contribuyan a crear una sociedad más capacitada y más justa, llegamos en forma natural a los temas de Ecología y Medio Ambiente.

En 1988, prácticamente en forma conjunta al surgimiento de ALDEQ, se inicia el Proyecto Cuidemos Nuestro Mundo (CNM), cuyo lema es “ De la educación recibida, el hombre podrá ser causa de su destrucción o de su esperanza”. Los proyectos CNM están destinados a resolver problemas específicos de las comunidades y buscan que los profesores de ciencias se conviertan en líderes de acciones que involucren a todos los miembros de la sociedad. La enseñanza de la Química se vincula definitivamente con la de la Biología y la Ecología, para dar a los estudiantes una visión global de cómo el buen o mal uso de los productos químicos determina las condiciones de vida en una comunidad. En 1993, ALDEQ se convierte también en el órgano oficial de difusión de CNM.

4. LA QUÍMICA EN NUESTRA VIDA COTIDIANA: DIFERENCIAS Y SIMILITUDES EN TRES PAISES

Para ampliar sus horizontes, desde hace varios años ALDEQ cuenta con la colaboración de investigadores educativos que trabajan en países fuera del área latinoamericana. Esto nos ha permitido, contar con la información necesaria para contrastar nuestra situación educativa en general, con la que existe en países considerados como de mayor desarrollo, particularmente con los Estados Unidos de América (EUA). La gran influencia que esta nación ejerce sobre Latinoamérica y por otra parte el tremendo crecimiento de la población de origen hispano en ese país han contribuido a nuestro interés en mantener un contacto con investigadores estadounidenses quienes, a su vez, han reconocido la importancia de conocer lo que está sucediendo fuera de sus fronteras.

A través de la colaboración desarrollada en los últimos seis años, nuestros proyectos de investigación educativa nos han llevado a concluir que la enseñanza de la Química en los EUA, es tan diferente de un Estado a otro, como puede serlo entre México y España o entre México y Argentina. Así como reconocemos grandes carencias en muchas poblaciones latinoamericanas, también el nivel educativo en los EUA es muy heterogéneo y está íntimamente ligado a la capacidad económica de las diferentes comunidades. Las zonas de mayor pobreza también tienen una educación pobre y el aparente desarrollo que percibimos desde fuera es muchas veces un espejismo.

En la Facultad de Química de la UNAM enfrentamos graves problemas al impartir los primeros cursos de Química General debido principalmente a que los estudiantes traen una preparación deficiente del bachillerato. Es interesante notar que la situación es casi igual en la Universidad de Nebraska-Lincoln (4).

En un estudio llevado a cabo en el período 2000-2001 (5), encontramos, entre otros factores que afectan a la enseñanza de la Química, tanto en México, como en Argentina o los EUA, tres puntos que deseamos comentar en más detalle en este trabajo: el número de alumnos en cada grupo, la supremacía de la investigación frente a la docencia y la importancia de la enseñanza experimental.

En la Facultad de Química de la UNAM, en 1971, se intentó dar clases a grupos de 150 alumnos. El experimento resultó fallido y al poco tiempo se desechó este sistema. Actualmente los cursos de Química General no tienen más de 50 estudiantes y en el laboratorio los grupos son aún más reducidos. En contraste, en muchas universidades de los EUA las clases de Química General se dan a grupos muy numerosos de alumnos. Es nuestra opinión que esto no es aceptable desde un punto de vista didáctico y que debe rechazarse el modelo largamente aceptado que establece que es correcto, o al menos necesario, comprimir a los estudiantes de primer año en grandes auditorios. Trabajar con grupos muy numerosos está en conflicto directo con uno de los principios fundamentales de la enseñanza, que es conocer a cada estudiante para poder evaluar adecuadamente lo que entiende y desea saber. Debemos poder interactuar con nuestros alumnos dentro del aula y, si es necesario, en nuestros despachos o por correo electrónico. Cualquier sistema en el que, después de seis semanas de clases no conoces a tus estudiantes, necesita cambiarse. Para un profesor es vital conocer realmente a sus alumnos y esto no es posible en un grupo muy numeroso (6).

En lo que respecta al tiempo dedicado para investigación y para docencia, entre los profesores universitarios en general, tanto en México como en Argentina, se estimula la comunicación escrita por medio de uno o dos artículos por año publicados en una revista con "alto índice de impacto" lo que prácticamente obliga a que la publicación se haga en inglés. Sin embargo, la vital comunicación entre profesores y alumnos está relegada a un segundo plano y a veces ni siquiera se le considera importante. De igual manera, no se favorece el intercambio de ideas entre los mismos académicos, lo que suele dar como resultado que cada profesor sea el dueño absoluto

de su cátedra y no se establezcan objetivos comunes ni siquiera entre profesores que están desarrollando el mismo curso.

Nosotros opinamos que una investigación que logra una mejoría para la sociedad es de mucho mayor impacto que una publicación en una revista prestigiosa que es leída por unos cuantos. Incluso consideramos más valioso generar un buen conjunto de notas y apuntes que beneficien a cientos de estudiantes.

El prestigio de una institución educativa debe evaluarse por la buena formación que obtienen los estudiantes que egresan de ella. Sin embargo, cómo esto resulta difícil de medir, en ocasiones se pretende basar la excelencia en el número de artículos que sus académicos publican. Por esta razón, algunos académicos consideran que es más valioso escribir un artículo, que “perder” su valioso tiempo enseñando a un montón de estudiantes de primer año. Nosotros consideramos que en la mayoría de los países de Latino América, los académicos deben cumplir adecuadamente con su labor docente y contribuir a formar los recursos humanos que nuestras naciones requieren. Esto es precisamente vincular a la enseñanza con el beneficio social que debe aportar. Es claro que en todas las instituciones hay profesores que son buenos investigadores y además cumplen en forma entusiasta y acertada con su labor docente. Éste es un buen modelo a seguir y nuestra propuesta, en este caso, es que se fomenten las líneas de investigación enfocadas a resolver problemas de la comunidad en la que se encuentran. Que la relación entre la Química y la vida diaria pase de ser un comentario en el aula para convertirse en una realidad tangible para los estudiantes (7).

Finalmente, deseamos hacer un comentario respecto a la importancia de los laboratorios. El desarrollo de experimentos es fundamental para establecer un vínculo entre la Química y los fenómenos que observamos en nuestra vida cotidiana. En alguna ocasión, en la Facultad de Química de la UNAM, se ha propuesto que la enseñanza experimental se ponga en manos de los estudiantes de postgrado, reforzando así la idea de que los profesores de laboratorio pueden ser simples ayudantes con poca o ninguna experiencia docente. Sabemos que en muchas universidades de los Estados Unidos de América sucede algo similar, ya que es común que a los estudiantes extranjeros se les contrate como profesores asistentes de laboratorio, cuando en ocasiones todavía no dominan el idioma inglés y mucho menos cuentan con experiencia didáctica. También en muchos países se observa el peligro de una tendencia a reducir las horas que los estudiantes deben pasar en el laboratorio, lo que generalmente se basa en una estrategia para ahorrar dinero en equipo y reactivos, sacrificando las valiosas habilidades que los estudiantes adquieren al realizar experimentos.

5. CONCLUSIONES

Nosotros afirmamos que los académicos de más prestigio y los mejores docentes son precisamente los que deben estar a cargo de los cursos en los primeros semestres y que estos grupos no deben ser numerosos. Así mismo, son los profesores

más capacitados los que deben tener un papel muy activo en la enseñanza experimental ya que ésta es la base de una buena formación en el área científica.

En estos momentos, es prioritaria la formación de recursos humanos y debemos dar una gran importancia a la docencia. Tal vez podamos darnos el lujo de tener unos cuantos magníficos investigadores que sean profesores apenas regulares, pero esto debe ser la excepción; nuestras universidades requieren de magníficos docentes y para esto debemos lograr que esta actividad sea justamente evaluada.

Los miembros del Comité Editorial del ALDEQ invitamos a toda la comunidad académica a expresar sus opiniones en este medio y contribuir así a una mejor comprensión de cómo la Química, cuando se estudia y se investiga dentro de una dimensión humana, se convierte en una gran herramienta para contribuir a que todos vivamos en un mundo mejor.

REFERENCIAS

1. J. M. Abraham, *ALDEQ*, **1988**, Vol. 1, prólogo.
2. J. M. Abraham, M. L. Azar, C. Elorza, *ALDEQ*, **1988**, Vol. 1, 91.
3. J. M. Abraham, M. L. Azar, R.F. Segovia, *ALDEQ*, **2002**, Vol. 15, 207.
4. J. Niemoth-Andersen, G.A. Carson, D. Dormedy, C. Emal., E.J.Haas, T.L. Johnson, J. Mazlo, T.M.Urlacher, P.B. Kelter, M. Llano, G. Müller, R. Domínguez, C.M. Castro-Acuña, *ALDEQ*, **1998**, Vol. 10, 185.
5. P.B. Kelter (Marie Foscue Rourk Professor) , C. M. Castro Acuña, *ALDEQ*, **2001**, Vol. 13, 153.
6. M.B. Rowe (editora), *The process of knowing*, NSTA, U.S.A. (1990)
7. M. R . Jiménez Liso, M. A. Sánchez Guadix, E. y de Manuel Torres, *Educación Química*, **2002**, Vol. 13 (4), 259.

MANIFESTACIONES QUÍMICAS EN ENTORNOS COTIDIANOS

*M^a. Antonia Dosal¹, Víctor M. Feregrino², Laura R. Ortiz²,
J. Clemente Reza², José Luis Córdova³*

¹ Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México
dosala@servidor.unam.mx

² Escuela Superior de Ingeniería Química, Instituto Politécnico Nacional, México

³ División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México

Se presenta un proyecto de actividades didácticas extracurriculares para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje, en las que los alumnos deben relacionar su cotidianidad con los conocimientos adquiridos en clase y acercarse a la información técnica que complementa su visión de la Ciencia. Los resultados del proyecto, probados y evaluados con estudiantes del curso de Química General de la ESQIE del Instituto Politécnico Nacional, muestran que estas actividades refuerzan el aprendizaje de los contenidos curriculares de la asignatura y aumentan el interés de los alumnos al percatarse de la importancia de esta Ciencia en el avance tecnológico.

1. INTRODUCCIÓN

Los planes y programas de estudio de los niveles de bachillerato (o equivalente) y licenciatura que se ofrecen en México, se estructuran en colaboración con agrupaciones profesionales, gremiales y representantes de la industria, relacionados todos ellos con las carreras que se ofrecen en cada Escuela y con el consenso de las correspondientes Academias, las cuales, a partir de su experiencia y criterio organizan los contenidos de cada asignatura, bajo el modelo educativo institucional vigente.

La vinculación académica entre miembros de importantes instituciones educativas nacionales y extranjeras ha permitido vislumbrar las ventajas del desarrollo de los programas de estudio de las Ciencias Básicas bajo el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (C.T.S.), por considerarse una opción integradora de los conocimientos adquiridos en los diferentes niveles de estudio y que promueve el desarrollo de habilidades del pensamiento.

El Departamento de Ciencias Básicas (DCB) de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), atiende a la población de nuevo ingreso, interesada en cursar las carreras de Ingeniería Química Industrial, Ingeniería Química Petrolera e Ingeniería Metalúrgica. En los dos últimos años, los profesores de la Academia de Química

General han diseñado actividades didácticas que apoyan al Proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA, incluida la evaluación); esto es, que permiten que los alumnos conozcan y compartan el lado agradable de la Química y otras ramas de la Ciencia así como el desarrollo de habilidades para el aprendizaje.

Cabe mencionar que los profesores de la asignatura de Química, impartida en el nivel medio superior de esta misma Institución, plantean el enfoque C.T.S. a través de los ejemplos utilizados en el PEA; así por ejemplo, se mencionan aspectos de medio ambiente, desarrollo tecnológico, etc., sin embargo, aún no existe el consenso sobre la presentación del nuevo enfoque, debido a la estructura institucional.

2. DESARROLLO

En este proyecto, el enfoque C.T.S. se logra gracias a actividades extracurriculares en las que se solicita al alumno relacionar su cotidianidad con los conocimientos adquiridos en clase o el acercamiento a la información técnica que complementa su visión de la Ciencia; cabe mencionar que los contenidos curriculares no disminuyen, por el contrario, se refuerzan.

Para ello se seleccionan aquellos temas del curso que los alumnos puedan abordar con una orientación oportuna por parte de sus profesores, considerando la disponibilidad de tiempo, recursos y espacio de los estudiantes. En una segunda etapa, se selecciona o diseña el tipo de actividad que deberán realizar los alumnos y la forma en que se hará la presentación de resultados. En la tercera etapa los estudiantes llevan a cabo la presentación del material en forma no tradicional (para incluir el factor creatividad), se desarrolla la discusión sobre las ideas centrales y, en la cuarta y última etapa, se retroalimentan los resultados al grupo.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de las actividades extraclase desarrolladas en relación con el curso de Química General del DCB-ESIQIE:

Actividad 1: Búsqueda en ambientes virtuales de las biografías breves de los científicos más ligados al desarrollo de la teoría atómica actual.

Objetivo: Identificar el contexto histórico-social del trabajo de los principales contribuyentes a la construcción de la teoría atómica actual.

Tiempo de realización: 15 días.

Forma de presentación: Sesión de carteles con duración de 90 minutos.

Tiempo de presentación: Máximo 10 minutos por equipo.

Objeto de la discusión: El papel de los avances tecnológicos en el desarrollo de un descubrimiento o en el planteamiento y validación de una teoría.

Resultados: Cuando este tema se presenta en la forma tradicional es usual mencionar alrededor de ocho científicos; sin embargo, con esta modalidad, los alumnos identifican a más de 50, cuyas aportaciones han sido minimizadas. Esta identificación favorece:

- la valoración del trabajo científico,

- la relación de este trabajo con las demandas de la sociedad, y
- el papel que juega la tecnología como detonante de nuevas investigaciones.

En breve, esta modalidad permite al estudiante considerar a la Ciencia como un cuerpo de conocimientos no acabado, sino en continua evolución y resalta la importancia de la interdisciplinariedad. Por otro lado, es una excelente oportunidad para mostrar la faceta humana del científico, los errores que comete y las aproximaciones que realiza en cada planteamiento.

Actividad 2: Búsqueda en diferentes fuentes de información de las propiedades físicas y químicas de los elementos y de sus compuestos más usuales.

Objetivo: Identificar las fuentes de información más completas para realizar un estudio descriptivo de un grupo de elementos de la tabla periódica.

Tiempo de realización: 15 días.

Forma de presentación: vídeo VHS de un noticiario, revista, catálogo o periódico elaborados con la información obtenida.

Tiempo de presentación: 15-20 minutos.

Objeto de la discusión: Usos cotidianos y aplicaciones tecnológicas de los elementos de la tabla periódica y sus compuestos más comunes.

Resultados: La forma de presentación del material permite al estudiante hacer un esfuerzo para sintetizar la información recabada. En el caso de los videos, los alumnos ponen en juego sus dotes histriónicas, descubren la imagen que proyectan y la manera en que se comunican, de tal suerte que son capaces de corregir algunos vicios de lenguaje y dicción; además ayudan a disminuir el temor a hablar en público. Por si esto fuera poco, las discusiones posteriores a las presentaciones, permiten destacar la importancia del desarrollo de nuevos materiales, bajo el enfoque de la conservación del medio ambiente y el uso racional de la energía.

Actividad 3: Ejemplificación de mezclas y diluciones con soluciones de uso cotidiano.

Objetivo: Detectar y cuantificar el grado de "eficiencia" de la sustancia activa de un producto comercial en función de su concentración.

Tiempo de realización: 7 días.

Forma de presentación: Experiencia de cátedra e informe técnico.

Tiempo de presentación: Máximo 10 minutos por equipo.

Objeto de la discusión: Superar la barrera imaginaria de la aplicación de los principios teóricos a situaciones cotidianas.

Resultados: Permite a los alumnos, ampliar su visión sobre las sustancias químicas (en particular de las mezclas y soluciones) y el papel que representan en su vida cotidiana. La realización de mezclas y diluciones con las sustancias de su elección (líquidos para limpieza, blanqueadores, refrescos, etc.) y la cuantificación de las variaciones de la concentración en cada caso, les permitieron identificar los límites

de utilización eficiente de dichas soluciones y, lo más importante, vencer la barrera auto impuesta para la aplicación de los conocimientos, técnicas y algoritmos de cálculo adquiridos en el aula, a situaciones de la vida diaria. Del mismo modo, sirve para descartar algunas recomendaciones populares como "cuanto más (sustancia) use, funciona mejor".

Actividad 4: Experimentación con sustancias de uso cotidiano cuya mezcla conlleva una reacción química.

Objetivo: Identificación del tipo de reacción involucrada en el consumo de algunas sustancias comestibles de uso común en la vida diaria de los estudiantes.

Tiempo de realización: 5 días.

Forma de presentación: Demostración experimental e informe técnico.

Tiempo de presentación: Máximo 10 minutos por equipo.

Objeto de la discusión: Identificar el carácter ácido-base de sustancias comestibles.

Resultados: La limpieza de objetos metálicos con salsa picante "Valentina" (marca muy popular, consumida con frecuencia en México), manifiesta la presencia de reacciones entre la capa de impurezas del objeto y el principio ácido de la salsa comercial. La limpieza de una llave de bronce o de una moneda de cobre es más efectiva con la salsa que con jugo de limón o agua jabonosa. En otra experiencia, se realizan "titulaciones ácido-base" de muestras de la salsa concentrada y diluida con la suspensión comercial antiácida conocida como "Melox" de $\text{Al}(\text{OH})_3$ y $\text{Mg}(\text{OH})_2$ e indicador fenolftaleína. Los resultados obtenidos revelan el carácter fuertemente ácido de la salsa Valentina "normal" (existen dos grados más altos de picante), lo cual invita a reflexionar acerca de los hábitos alimenticios.

3. CONSIDERACIONES DIDÁCTICAS

Este tipo de actividades permite que los alumnos se percaten de que la Ciencia tiene como objetivo satisfacer las demandas de la sociedad, apoyada por el avance tecnológico y que, si desean participar en el mismo, deberán prepararse en forma integral, desarrollar habilidades para el autoaprendizaje, manifestar actitudes de solidaridad hacia la sociedad e integrarse a equipos multidisciplinares para la resolución de problemas.

Debido al bajo estrés involucrado en las presentaciones y discusiones de los productos de sus investigaciones, este tipo de actividades permite que los alumnos cambien su actitud de rechazo hacia el estudio de la Química; así se constató en los resultados de las evaluaciones.

El trabajo docente en el DCB-ESIQIE bajo el enfoque C.T.S., no ha tenido la debida difusión para interesar al resto de los profesores a conocerlo e incorporarse a él. Sin embargo, conscientes de la importancia de esta corriente, hemos establecido un canal de comunicación con los profesores de Química del nivel medio superior de

diversas instituciones con el propósito de que el PEA resulte más gratificante para los actores y al mismo tiempo, no desperdiciar la etapa (biológica, psicológica) en la vida de los alumnos para conservar su interés en el estudio de la Ciencia. Para apoyar lo anterior, es necesario que el docente realice un cambio de actitud frente a su trabajo y se actualice en técnicas de enseñanza y en sus concepciones teóricas.

BIBLIOGRAFÍA

1. J.C. Reza, A.E. Domínguez, L.R. Ortiz, *Habilidades del ingeniero. Acciones en la ESIQIE*, Ponencia presentada en la Conferencia de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI) (1999).
2. J.C. Reza, A.E. Domínguez, L.R. Ortiz, *Programa para el desarrollo extra curricular de habilidades*, Ponencia presentada en la Conferencia de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI) (1999).
3. A. Vilchis, Seminario "*Relaciones C.T.S. y la Educación Científica*" impartido en la Facultad de Química, UNAM, marzo de 2000.

UM EXEMPLO DO TRATAMENTO DO TEMA ÁCIDO-BASE CENTRADO NA INTERACÇÃO CIÊNCIA-TECNOLOGIA- SOCIEDADE E NA RESOLUÇÃO DE SITUAÇÕES PROBLEMÁTICAS³

Maria de Fátima Paixão

Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Castelo Branco, R Faria
Vasconcelos, 6000-266 Castelo Branco, Portugal. fatimapaixao@ese.ipcb.pt

A Química, enquanto disciplina escolar, pode contribuir para uma melhor compreensão da vida quotidiana se, cada vez mais, se promover o estudo de problemas reais nas interfaces da Ciência, Tecnologia e Sociedade. Deste modo, a proposta de abordagem didáctica do tema ácido-base que se apresenta parte de uma situação problemática de interesse social associado à região onde se situa a escola e desenvolve-se implicando os alunos em pesquisa e em trabalho experimental com orientações pós-positivistas sobre a natureza da ciência. A proposta foi aplicada em sala de aula e professora e alunos consideram-na interessante.

1. INTRODUÇÃO

A pertinência da inclusão da Química no currículo do ensino obrigatório sustenta-se nas orientações para o ensino das ciências em que sobressai a importância de uma formação científica do cidadão comum para a compreensão da vida quotidiana. As actuais orientações para o ensino da Química seguem as perspectivas relevadas pela célebre tríade de Hodson (1), e que outros autores também corroboram ou desenvolvem (2), no âmbito de um quadro pós-positivista da visão da ciência: aprender ciência (que significa adquirir conhecimento conceptual e teórico), aprender sobre ciência (desenvolver a compreensão da sua natureza e métodos e as complexas interrelações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade CTS) e fazer ciência (envolver-se e desenvolver habilidades na investigação e resolução de problemas). Aliás, um dos aspectos essenciais para que apontam algumas propostas relativamente ao ensino da Química é o de ajudar os alunos a compreenderem o papel e o significado da ciência nas sociedades modernas e, em particular, promover o estudo de problemas reais nas interfaces Ciência/Tecnologia/Sociedade. Tal aspecto aponta para que se desenvolvam os conteúdos com a preocupação de que respondam a questões centrais, despoletadas por assuntos da actualidade ou relacionados com a vida quotidiana. Esta abordagem é tanto mais significativa se pensarmos nas turmas em concreto, de alunos inseridos nos seus meios e a perspectiva e preocupação se situarem na intenção de contribuir para a

³ Se ha mantenido este trabajo en lengua portuguesa, por entender que es fácilmente comprensible para el lector en español con conocimientos del tema.

formação de cidadãos cultos, críticos e intervenientes na sociedade. O maior problema actual na escola é a falta de interesse e a desmotivação profunda de um grande número de alunos. Só o ensino contextualizado e apoiado na resolução desafiadora de problemas pode dar um contributo para a literacia científica e tecnológica.

São, portanto, de considerar as orientações do movimento CTS (3,4,5) que considera o tratamento de situações problemáticas relevantes e interessantes, capazes de favorecer e incentivar uma atitude de pesquisa nos alunos, e no sentido de serem um contributo para os preparar para uma cidadania mais atenta, capazes de assumir responsabilidades sociais e tomar decisões científica e tecnologicamente informadas.

Para ser uma alternativa viável ao ensino tradicional da Química, a perspectiva CTS deve ser capaz de encontrar necessidades e interesses locais num quadro global de referência e serem suficientemente flexíveis para se ajustarem às circunstâncias em mudança (6). Utilizar as perspectivas CTS, desenvolvidas numa abordagem problemática, actual e com contexto relevante pode ajudar a desenvolver e aprofundar os conceitos e a mudar as atitudes perante a ciência e o conhecimento científico. Como refere Cachapuz (7) "esta parece ser uma via promissora em termos de maior motivação intrínseca dos alunos, de melhor preparação destes para darem uma resposta mais adequada e socialmente mais correcta aos problemas científico-tecnológicos e ambientais do mundo". Deste modo, defende-se uma nova orientação para o trabalho experimental e para a resolução de problemas (8, 9, 10), actividades estas que são agora vistas como instrumentos de mudança epistemológica e metodológica que tem que acompanhar a mudança conceptual.

Algumas vias facilitadoras da introdução de tal perspectiva no ensino apontam para inclusões deste enfoque, mesmo que pontuais, ao longo do currículo. Consideramos que a proposta que apresentamos se insere nessa via, que não sendo de ruptura frontal com modelos tradicionais representa um desafio relativamente ao que é habitual nas aulas de Química e abre caminhos a propostas mais arrojadas.

2. ENQUADRAMENTO DA PROPOSTA NAS ORIENTAÇÕES CURRICULARES

O trabalho que se apresenta resumidamente foi desenvolvido no âmbito do módulo de Didáctica Específica da Física e da Química do Curso de Formação em Serviço para Professores (11). A planificação foi posta em prática por uma das professoras participantes no Curso. Com ela se pretende introduzir o estudo do assunto Ácidos e Bases, no 8º ano de escolaridade⁴.

Existem em Portugal recentes orientações curriculares oficiais para o ensino básico, sendo que as Ciências Físicas e Naturais constituem um bloco com orientações particulares no sentido do desenvolvimento de competências específicas, integradas,

⁴ Em Portugal a contagem da escolaridade faz-se sequencialmente, com início aos seis anos de idade. Contudo, no ensino básico e obrigatório, está dividida em três ciclos de 4 anos, 2 anos e 3 anos. Segue-se o ensino secundário, não obrigatório, com três anos. Os alunos do 8º ano de escolaridade têm 13-14 anos.

contudo, num conjunto de competências gerais para o 3º Ciclo. Ao mesmo tempo, as orientações curriculares salientam a importância da exploração dos temas numa perspectiva interdisciplinar, em que a interacção Ciência - Tecnologia - Sociedade - Ambiente (CTSA) constitui uma vertente integradora e globalizante da organização da aquisição dos saberes científicos (Figura 1 (12)).

O assunto escolhido, Ácidos e Bases, insere-se no tópico Reacções Químicas, do tema "sustentabilidade na terra". O tema envolve as componentes científica, tecnológica e social, e pretende-se que os alunos tomem consciência da importância de actuar ao nível do sistema terra, de forma a não causar desequilíbrios, contribuindo para uma gestão regrada dos recursos existentes.



Figura 1. Esquema organizador dos quatro temas.

Valorizam-se as aprendizagens activas e contextualizadas, feitas numa perspectiva global e interdisciplinar, no sentido do desenvolvimento de competências de pesquisa, de comunicação, de tomada de decisões, de forma a que contribuam para um futuro sustentado, a par das aquisições conceptuais (12).

Ao planificar tem-se em mente promover o desenvolvimento de algumas competências gerais adoptando, para tal, estratégias conducentes à sua operacionalização através das experiências/actividades didácticas propostas aos alunos. Os conteúdos seleccionados para a abordagem deste tema são: Comportamento de soluções ácidas, básicas e neutras; Indicadores químicos e escala de pH; Reacções de neutralização. A partir do esquema organizador do tema a que pertence este assunto facilmente se percebe que as competências essenciais a atingir implicam a compreensão destas noções, associadas: - ao reconhecimento das implicações do progresso científico e tecnológico na rentabilização dos recursos; - ao reconhecimento

de que a intervenção humana na exploração e transformação dos recursos, exige conhecimento científico e tecnológico; - à tomada de decisão face a assuntos que preocupam as sociedades, tendo em conta factores ambientais, económicos e sociais.

3. A ABORDAGEM ESCOLHIDA

É no âmbito do quadro apresentado que o assunto que seleccionámos se desenvolve propondo aos alunos uma pequena pesquisa centrada numa situação concreta, com impacto social evidente na região em que habitam e mesmo envolvendo situações familiares, recorrendo a diversas estratégias, com destaque para o Trabalho Experimental envolvendo diversas modalidades (demonstração e planeamento pelos alunos). Deste modo o trabalho experimental está virado para a resolução de um problema interessante mas, particularmente, contextualizado. A resolução desse problema envolvendo trabalho experimental e Trabalho de Campo será equacionado segundo um modelo citado em Praia e Coelho (13) envolvendo alguns passos que se iniciam com o reconhecimento do problema, decisão sobre o que medir, projecto/planificação experimental, realização da experiência, recolha de dados, interpretação dos dados, avaliação de resultados e métodos, até ao encontro/apresentação da solução do problema.

A sequência didáctica:

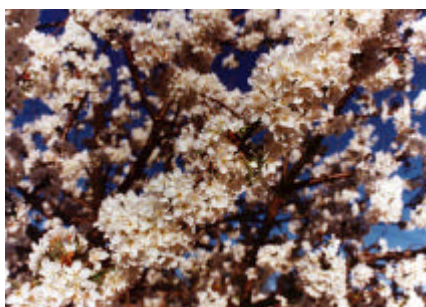


Figura 2.



Figura 3.

Aproveitando o facto de a região em que se insere a escola em que foi aplicada a proposta de planificação ser bem conhecida pela sua produção de cereja (Figuras 2 e 3) e de haver uma relação estreita entre a produção agrícola e o pH dos solos (texto em anexo), uma questão-problema condutora da sequência de ensino pode ser colocada da seguinte forma: "Será que o pH do solo do quintal da minha casa é adequado para produzir cerejas?".

Pretende-se que os alunos partam da análise deste problema concreto e relacionado com as suas vivências próximas para a compreensão de conceitos da unidade didáctica, que se prevê necessite de 7 aulas. Uma tal proposta integra visões

de vários saberes disciplinares, nomeadamente permite e incentiva uma partilha com a Língua Portuguesa (construção de artigos de jornal, comunicação oral de resultados e sua discussão) e com a Geografia (análise de condições para o desenvolvimento da agricultura e causas e impactos económicos e ambientais... ao mesmo tempo que considera as questões físicas do terreno na delimitação das áreas agrícolas privilegiadas para o cultivo de espécies particulares...). Na componente de Trabalho Experimental e na perspectiva de promover aprendizagens que possam responder de forma adequada às actuais e futuras competências de uso de recursos informáticos, privilegia-se a utilização de equipamento informático de aquisição e tratamento de dados, nomeadamente o sensor de pH.

4. DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO

Inicia-se pela leitura e análise de um artigo extraído de um jornal regional/local, relativo à importância económica das cerejas, para a região (Figura 4 - *in* Jornal do Fundão, 5 de Abril de 2002). Segue-se um debate.

Introduz-se a questão problema: “Se quiser produzir cerejas, será o solo do meu quintal adequado?”



Figura 4.

Faz-se a leitura e análise de um texto (anexo) sobre a importância da agricultura, as características adequadas do solo e o papel da Química na agricultura.

Destaque para as noções de pH, acidez, basicidade (que aparecem no texto referido anteriormente). Tais termos, no texto, criam a necessidade e o interesse de os alunos conhecerem os conceitos para poderem vir a dar resposta ao problema.

Seguem-se algumas aulas relativas à identificação /estudo das características de soluções ácidas e básicas do dia a dia, sobre informação sobre ácidos e bases usados no laboratório e realçando o papel da água no comportamento de ácidos e

bases, sobre indicadores e escalas de pH; é altura, por exemplo, para a referência a chuvas ácidas ou a questões relacionadas com a azia no estômago ou as cáries dentárias. Deve realçar-se a importância das reacções ácido-base em muitos domínios da vida diária - pode dar-se um texto ou algum filme e realizar actividades experimentais simples para determinação do comportamento químico de várias soluções e determinação do respectivo pH

É então altura de recolocar o problema de partida e dinamizar um debate na aula para definição de estratégias de resolução do problema, planificando o trabalho de campo e laboratorial, nomeadamente com definição de tarefas. Desse planeamento faz parte a preparação do trabalho de recolha das amostras de solo a analisar e dos contactos a realizar com agricultores da região para questões sobre o assunto. Além disso seleccionam-se e organizam-se os recursos e identificam-se as técnicas de análise a efectuar. Na aula seguinte preparam-se as amostras de solo recolhidas e realizam-se as actividades experimentais, nomeadamente a determinação do pH do solo com o sensor. A organização dos dados é um aspecto que deve ser realçado, o que implica o registo cuidadoso dos dados. Com os diferentes resultados obtidos pelos diversos grupos de trabalho, a partir de amostras de solo provenientes de locais diferentes, pode ser traçado no mapa da região (em escala adequada) as previsíveis zonas de melhor produção de cerejeira. Divulgação dos resultados e discussão final, confrontando os dados com a realidade local.

Novos problemas podem, na sequência, ser colocados: Supondo que o pH dos solos não é adequado para o fim pretendido, que alterações podem ser realizadas? Uma tal questão faz a ligação com as reacções ácido base que dão sequência lógica ao assunto tratado e que implicam muito directamente a Química na solução de problemas da agricultura e do ambiente.

Um tipo de proposta como a que é apresentada impõe que se encare a avaliação dos alunos numa perspectiva integrada com o ensino.

5. A APLICAÇÃO DA PLANIFICAÇÃO

A planificação, aqui apresentada em traços muito gerais e realçando particularmente os aspectos que se prendem mais directamente com a procura da resposta à questão-problema inicialmente colocada, foi posta em prática numa turma de 8ºano e a sua aplicação decorreu de acordo com o previsto, com apenas alguns reajustes pouco relevantes, nomeadamente no que diz respeito ao tempo. Nas fotos seguintes (Figuras 5 e 6) mostram-se algumas situações dos alunos no decorrer das actividades desenvolvidas.

6. ANÁLISE E REFLEXÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DIDÁCTICA

Os alunos que participaram na proposta apresentada fizeram as suas reflexões

sobre as actividades desenvolvidas e referiram alguns aspectos: "adquirimos a noção de prática e de pesquisa"; "aprendemos coisas novas"; "ficamos a saber informações importantes do dia a dia"; "a professora depositou confiança em nós"; "nós a realizar experiências ficamos a saber mais, pois torna-se mais fácil compreender"; "pudemos fazer autonomamente o trabalho".



Figura 5.



Figura 6.

É opinião da professora que pôs em prática tal planificação que durante a abordagem do tema em estudo os alunos manifestaram bastante entusiasmo em todas as tarefas da aula. Foi notório o interesse despertado, logo na primeira aula, pela leitura do artigo de jornal sobre o impacto económico e turístico da produção de cerejas para a sua região. Mesmo os alunos habitualmente pouco participativos, sentiram-se impelidos a intervir por se tratar de um assunto que lhes era familiar, gerando-se uma troca de ideias interessante sobre os actuais problemas, nomeadamente de desemprego da região.

Após a questão guia ficou instalado o clima de curiosidade sobre o desenvolvimento do assunto. A partir daí foi fácil fazer a ligação ao texto sobre a agricultura, que permitiu a introdução dos conceitos centrais no tema.

A abordagem foi desafiante para os alunos que se sentiram estimulados a conhecer mais e a pesquisar sobre o assunto.

Na reflexão da professora sobressaem ainda aspectos que se prendem com o desenvolvimento de competências nos alunos e com a aquisição de conhecimentos que lhes permitem actuar e compreender o real: "Relativamente às competências específicas que se pretendia desenvolver, os alunos, através do seu desempenho nas actividades laboratoriais, da participação nos debates promovidos nas aulas e pelas actividades escritas, demonstraram, progressivamente, conhecer os conteúdos explorados ao longo das aulas e notou-se uma evolução positiva relativamente à aquisição e mobilização dos conhecimentos adquiridos, para a explicação e exploração do real.

Os alunos foram capazes de desenvolver um plano coerente de trabalho para dar resposta ao problema colocado".

Para a professora a utilização de recursos e actividades diversificadas, a interdisciplinaridade promovida e a abordagem contextualizada e com carácter experimental, foram os aspectos fundamentais que contribuíram para que o trabalho fosse bem sucedido.

A sequência desenvolvida contribuiu para uma maior motivação dos alunos e, por essa razão, para maior interesse e participação nas actividades e, em particular, para que encarassem a Química numa perspectiva de maior proximidade pela estreita ligação ao quotidiano. Tratou-se de um trabalho que exigiu à professora um maior investimento na procura e actualização da informação contudo ela considerou-o muito gratificante.

Afinal, através de uma situação contextualizada, surgiu como consequência a necessidade de recorrer à Química e surgiu a Química como uma área do saber estreitamente ligada à vida do quotidiano.

ANEXO: AGRICULTURA E SOLOS

Com o aumento da população mundial, a agricultura teve de se tornar muito mais intensiva para a sustentar. Grande parte das terras são hoje utilizadas na produção de 30 culturas principais que alimentam o mundo; destas, o trigo, o arroz, o milho e a batata são as mais importantes. A investigação científica procura continuamente novos processos de aumentar a produção: afectando maior área à agricultura, aumentando a produtividade das terras aráveis existentes mediante a utilização de fertilizantes, desenvolvendo novas variedades...

Os principais factores determinantes duma determinada cultura são o clima – temperatura e pluviosidade – e a natureza do solo.

A química pode exercer uma grande influência nos factores ligados ao solo, nomeadamente com a produção de fertilizantes, mas não só.

A **natureza química do solo** e o seu valor de **pH** dependem da rocha de que se formou e condicionam o desenvolvimento de uma comunidade vegetal específica. A maioria das plantas, incluindo as de interesse agrícola, exige diversas condições favoráveis ao seu desenvolvimento, nomeadamente o pH do solo.

Um testemunho que evidencia que as plantas não são indiferentes ao pH do solo é o caso das hortênsias e das plantas de interior.



Figura 7.

As plantas para se desenvolverem em boas condições, requerem solos com valores de pH adequados. Enquanto que umas espécies crescem melhor em solos

ácidos (por exemplo a batata e a vinha), outras fazem-no em solos alcalinos (por exemplo a beterraba e o feijão) e outras ainda, só se produzem em solos neutros, como é o caso do milho.

Cada cultura possui um valor ideal de pH para o seu bom crescimento.

Na tabela seguinte podem ver-se os valores de pH favoráveis para o bom desenvolvimento de algumas culturas.

O excesso de alcalinidade e sobretudo de acidez, constituem condições adversas para a vida.

Tabela 1. *Valores de pH favoráveis às culturas.*

Culturas	pH
Arroz	5,0-6,5
Batata	4,5-7,0
Ervilha	5,0-8,0
Arvores de fruto	6,0-7,5
Morangueiro	7,0-8,0
Nabo	5,5-7,0
Oliveira	6,0-7,5
Trigo	6,0-7,2
Fava	6,0-7,5
Cevada	6,5-8,0
Beterraba sacarina	7,0-7,5

Um solo ácido, entre outras coisas, impede que determinados macronutrientes sejam retirados do solo pelas plantas. Já um solo muito básico impede a retirada de micronutrientes, necessários para um bom desenvolvimento da planta.

A determinação do pH dos solos é de grande importância, pois permite escolher a cultura adequada ao tipo de solo, ou mesmo corrigi-lo, modificando o seu pH (adaptado).

REFERÊNCIAS

1. D. Hodson, *The School Science Review*, **1992**, Vol. 73 (264), 65-67.
2. R. Millar, *School Science Review*, **1996**, Vol. 77, 23-32.
3. J.A. Acevedo Díaz, *Enseñaza de las Ciencias*, **1996**, Vol. 14 (1), 35-44.
4. P. Membiela Iglésia, *Enseñanza de las Ciencias*, **1997**, Vol. 15 (1): 51-57.
5. I. Martins, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, **2002**, Vol. 1(1). (<http://www.saum.uvigo.es/reec>)
6. M.F. Paixão, *Da construção do conhecimento didáctico na formação de professores. Conservação da massa nas reacções químicas. Um estudo de índole*

- epistemológica* (Dissertação de Doutoramento, não publicada). Universidade de Aveiro (1998).
7. A. Cachapuz, *Perspectivas de ensino*, Centro de Estudos de Educação em Ciências, Porto (2000).
 8. D. Gil-Pérez, & J. Carrascosa-Allis, *Science Education*, **1994**, Vol. 78 (3): 301-315.
 9. G. H. Wheatley, *Science Education*, **1991**, 75 (1), 9-21.
 10. J.B. Lopes, *Resolução de problemas em Física e Química-Um modelo para estratégias de ensino-aprendizagem*, Texto Editora, Lisboa (1994).
 11. A.P. Boto, *Planificação de uma estratégia de Ensino-Aprendizagem*, Trabalho no âmbito do Módulo de Metodologia Específica Física e Química, Escola Superior de Educação Castelo Branco (2002).
 12. Competências Essenciais, *Departamento de Educação Básica*, Ministério da Educação, Lisboa (2001).
 13. J. Praia, & J. Coelho, *Educare-Educere*, **1997**, Vol. 2 (3).