

- PRO, A. (1995): «Reflexiones para la selección de los contenidos procedimentales en ciencias». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 6, pp. 77-87.
- (1997): «¿Cómo pueden secuenciarse contenidos procedimentales?». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 14, pp. 49-60.
- (1998): «¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de Ciencias?». *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), pp. 21-41.
- (1999). «Análisis de unidades didácticas planificadas por los profesores: tipos de actividades de enseñanza». *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), pp. 411-429.
- (2000): «Actividades de laboratorio y enseñanza de los contenidos procedimentales», en SEQUEIRA, M. y otros: *Trabalho prático e experimental na educação em Ciências*. Braga. Universidade do Minho, pp. 109-124.
- (2003): «La construcción del conocimiento científico y los contenidos de ciencias», en JIMÉNEZ, M.P. y otros: *Enseñar Ciencias*. Barcelona. Graó, pp. 33-54.
- PRO, A.; SAURA, O.; SÁNCHEZ, G. (1999): «¿Qué contenidos procedimentales seleccionan los profesores de ciencias cuando planifican unidades didácticas?», en MARTÍNEZ, C.; GARCÍA, S.: *La didáctica de las ciencias experimentales. Tendencias actuales*. A Coruña. Serv. Public. Universidad, pp. 115-128.
- SERÉ, G. (2002): «La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia?». *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), pp. 357-368.

2

¿Puede enseñarse química en primaria?

Mercè Izquierdo
Universitat Autònoma de Barcelona

Introducción

¿Es necesario aprender química, cuando hay tanta gente que, sin tener conocimientos sobre esta materia, va por el mundo tan tranquila? Si además es tan difícil de aprender, ¿por qué nos empeñamos en enseñarla? Rebatir estos argumentos se convierte en una ardua tarea y afirmar que sí, que es importante saber química y que se puede aprender en el colegio desde los primeros cursos, porque de la química, de tanto tildarla de complicada, se ha dejado de hablar de ella cuando se enseñan ciencias naturales y ha llegado a ser invisible e inútil para la mayoría de personas, que ahora sólo la asocian a desastres y a cosas «artificiales». Así, se va perdiendo la capacidad de explicar fenómenos como por ejemplo los procesos de limpieza, el cuidado del agua, una vela que quema, la corrosión del hierro, incluso procesos de la vida, como por ejemplo la digestión y la respiración..., que son químicos pero que parecen, simplemente, naturales.

Probablemente, la química se ha ganado merecidamente esta mala fama, porque se presenta como si fuera cosa de fórmulas, de gente que prepara pócmas extrañas con líquidos de colores que explotan o que humean,

Artículo publicado en *Guix. Elements d'Acció Educativa*, 326-327, pp. 28-36, julio-agosto 2006.

de especialistas encerrados en laboratorios que trabajan al margen de todo lo que es realmente interesante, de profesores que se empeñan en hablar y en escribir de una forma críptica, difícil de entender. Todo sería muy distinto si se mostrara como una ciencia que contribuye a construir, en clase, las primeras imágenes científicas de un mundo en el cual se producen «cambios químicos» que siguen una pauta determinada, según unas «reglas del juego» que es necesario ir aprendiendo. Enseñar y aprender química sería intervenir en fenómenos como los que acabamos de mencionar más arriba para entender cómo funcionan, para comprender que, a pesar de ser aparentemente muy diferentes, pueden relacionarse de manera bastante convincente si los miramos desde los ojos de los químicos.

Respecto a si esta materia se puede aprender en primaria o no, debe pensarse que nada puede ser más difícil que enseñar a leer y a escribir, a contar, a obedecer y a compartir... Comparado con todo esto, aprender química tendría que ser lo más sencillo del mundo, porque las ideas básicas en las cuales se fundamenta son pocas y sencillas, y hacer química es una actividad útil y divertida, al alcance de los niños de todas las edades.

En las páginas siguientes se intentará demostrar, o al menos hacer verosímil, que se podría enseñar, en el colegio, una «química natural» o «química de los fenómenos químicos» que ayudara a intervenir en aquellos que influyen más en la vida de cada día, a pensar y a comprenderlos. Si se consigue, seguro que, entre todos, se encontrará el camino para enseñar y aprender la química que se esconde tras muchos de los fenómenos que nos rodean; si no lo encontramos, la respuesta a la cuestión que aparece en el título de este artículo tendrá que ser, finalmente, negativa.

¿Qué es aprender química?

La «química de los fenómenos químicos» debe empezar por «mostrar» que hay una clase de cambios, diferentes de otros, que son químicos, y enseñar a reconocerlos, a saber qué son, a aprender a intervenir y a controlarlos utilizando esta palabra (*química* o *químico*) sin miedo. No tienen que buscarse explosiones ni efervescencias desatadas, sino que sólo tendremos que estar atentos a las interacciones entre los materiales que forman parte de la experiencia cotidiana pero que, a menudo, se pasan por alto y que pueden ser débiles o fuertes. Por ejemplo, cuando se hacen bollos, el azú-

car y la almendra molida van cambiando a medida que los mezclamos..., porque «interaccionan». Seguimos teniendo, sin embargo, azúcar y almendras, y por eso se dice que la interacción es débil. También hay interacción cuando se enciende una cerilla, pero entonces la interacción entre la madera y el oxígeno es fuerte, porque, después de que se haya producido, ya no tenemos ni madera ni oxígeno, ya que se ha producido un cambio químico. O cuando se lava la ropa o las manos, cuando se hierven las patatas..., pero debemos pensar un poco más para saber cuáles son los materiales que interaccionan en estos casos, si la interacción es débil o fuerte, cómo podemos intervenir y cómo es posible controlar los cambios que se producen.

Desde el punto de vista de la química, explicar es relatar aquello que vemos desde la perspectiva de la «interacción entre los materiales», midiendo, siempre que sea posible, las cantidades que interaccionan (¡no es magia, la materia se conserva, aunque no lo hagan los materiales!) y poco más, porque las ideas básicas son pocas y van adquiriendo significado al repetirse una y otra vez a medida que se conocen más y más materiales y cambios químicos. Las preguntas: ¿qué tenemos?, ¿qué hacemos?, ¿qué sucede? y ¿por qué pasa? pueden mostrar todo aquello que interviene en la interacción.

¿Qué tenemos?

Tenemos unos materiales con nombre propio (madera, aire), porque disfrutan de diferentes propiedades. Estos materiales pasarán a ser sustancias químicas a medida que se vayan conociendo y nos sean familiares (oxígeno, hidrógeno, agua, sal, tiza...), y no son los mismos antes y después del cambio. Debemos tener la posibilidad de identificar algunos, para «verlos» tal como se presentan habitualmente: mezclados, disueltos o «invisibles», si son gases.

¿Qué hacemos?

Lo que hacemos es ponerlos en contacto, cuanto más íntimo, mejor: desmenuzándolos y mezclándolos, disolviéndolos, calentándolos..., para llegar a ponerlos en condiciones de «interaccionar» y cambiar. Una de las condiciones para conseguirlo es que la proporción entre las cantidades de los materiales que interaccionan sean las adecuadas. Si la interacción es débil, como la que se produce al preparar los bollos, las proporciones pueden ser variables, a pesar de que ya se ve que con muy poco azúcar y mucha

almendra, o al revés, los bollos no quedarán bien. Si la interacción es fuerte (en el cambio químico), la proporción pasa a ser fija: una cerilla, cuando se quema, «gasta» una cantidad fija de oxígeno y no todo el que está disponible en el aire que le rodea, y dos cerillas gastarán el doble.

Estas dos preguntas (qué tenemos, qué hacemos) combinadas dan mucho juego. A medida que se conocen materiales (la madera, el pan, la clara de huevo, las almendras molidas...) y sustancias (el azúcar, la sal, el oxígeno, el dióxido de carbono, el vinagre, la tiza, las cal cáreas, la cal, el carbón...) y cómo y con qué interaccionan, se van viendo nuevas relaciones entre ellas: la madera, el azúcar y el pan se carbonizan cuando se calientan; la cáscara de los huevos y la de los caracoles hacen efervescencia con el vinagre o el salfurno; el vinagre y el zumo de limón hacen cambiar el color del zumo de ciruela; el bicarbonato sirve para el dolor de estómago y también para preparar pasteles; el hierro, el aluminio y el cobre se parecen bastante, pero no del todo...

Se entienden mucho mejor las ideas químicas si se puede intervenir, poco o mucho, en el fenómeno que se estudia. La vela y la madera se parecen por cómo queman, pero el cambio en una vela que se quema se puede controlar mejor que no en un bosque en llamas. Sin embargo, soplando la llama de la vela, apagándola y volviéndola a encender, viendo cómo la llama ennegrece un objeto frío... se puede aprender mucho sobre las llamas de una chimenea o de una barbacoa. También nos podemos ocupar de hacer las mejores pompas de jabón, en las cuales interaccionan el aire, el agua y el jabón: ¿quién las hace mejor y por qué? A partir de esto, «vemos» otras interacciones con el aire: las espumas de los jabones o de las olas del mar, las claras a punto de nieve, las golosinas llamadas nubes. El aire «es». Lo vemos en el bote de vacío, si introducimos una burbuja, una nube de golosina o una clara batida a punto de nieve: las vemos hincharse, si extraemos el aire.

¿Qué sucede?

Los cambios que se producen son lo que sucede. Si los materiales o las sustancias iniciales ya no están, y hay otros, la interacción ha sido fuerte: se ha producido un cambio químico. Como los materiales y las sustancias se reconocen por sus propiedades, nos damos cuenta de las interacciones porque hay algunos que desaparecen y aparecen otros nuevos (si uno era blanco y desaparece y se forma otro que es rojo, vemos un cambio de color).

A veces es fácil detectarlo, pero no siempre, y se necesita entrenamiento para adquirir esta competencia. Si bien se puede ver que ya no tenemos cera cuando la vela ha quemado muchas horas y que tampoco tenemos oxígeno cuando la vela, dentro de un bote cerrado, se apaga, es más complicado ver este «antes y después» en un animal que respira, o en una depuradora de agua. Otro de los fenómenos que se dan es que hay una capacidad de interaccionar que parece caprichosa: no todos los materiales y las sustancias reaccionan de la misma forma.

Para responder a la pregunta de qué sucede, es necesario haber pensado en qué tenemos y qué hacemos, pero contribuye también a poder responderlas mejor. Si se está limpiando una sartén frotando con fuerza, se puede pensar que la grasa y el jabón interaccionan porque están en contacto y, como lo hacen en una proporción fija, la sartén quedará limpia si hay una cantidad determinada de jabón; si se pone menos, quedará sucia, si se pone más, sobraré. Pero, entonces, se puede pensar en los productos finales, preguntarse cuáles son y «situarlos» en el agua que fluye fregadero abajo.

¿Por qué sucede?

¿Por qué se producen los cambios químicos? Ésta es una pregunta muy difícil de responder, igual que lo es cuando se refiere a cualquier otro cambio. La mejor manera de hacerlo es empezar por la pregunta general: ¿por qué se producen cambios espontáneos en la naturaleza? Y constatar que se producen cambios cuando existe alguna diferencia que puede desaparecer..., y que desaparece como consecuencia del cambio que se ha producido (de temperatura, de concentración, de potencial eléctrico...). Es como si, en la naturaleza, hubiera una tendencia a la uniformidad. En el caso de la modificación química, se puede decir que el cambio se produce cuando existe una diferencia de potencial químico y que el cambio se acaba cuando ya no lo hay. Como sería bueno concretar un poco más (la afirmación que se acaba de hacer es tan general que casi es como no decir nada), es fácil ver (y es interesante mostrarlo) que el potencial químico depende de las sustancias (porque no todo interacciona con todo), de las cantidades relativas que estén presentes en el sistema y de la temperatura. Y, como la química no es magia, en las interacciones, como en todos los demás cambios en la naturaleza, se conserva la masa y la energía.

También se puede preguntar por qué no se producen cambios químicos entre determinadas sustancias, porque así se entiende mejor el significa-

do de sistema, una de las ideas generales que utilizan todas las ciencias. La respuesta radica en que, en las condiciones de temperatura y presión en las que se encuentran los materiales que tenemos (el sistema), no hay posibilidad alguna de modificar los potenciales químicos de ninguna de ellas.

Este porqué puede complementarse con un para qué, dado que las actividades humanas (y las actividades científicas lo son) tienen una finalidad que les da sentido. La química, desde tiempos muy antiguos (tanto que se puede hacer coincidir el inicio de la química con el descubrimiento del fuego), se ha interesado por provocar interacciones que son útiles (porque se producen materiales nuevos, porque se transfiere energía...) y por controlarlas con el objetivo de hacerlas bailar al ritmo conveniente. Y, en la actualidad, los químicos y las químicas siguen haciendo lo mismo. Ha sido necesario ir identificando sustancias, separarlas cuando están mezcladas, agruparlas en familias según su comportamiento, prever cuáles reaccionarán con qué, encontrar cuáles son las más elementales y cuáles son propuestas, crear lenguajes apropiados para recordar la composición de las sustancias, los cambios en los que intervienen, las precauciones que hay que tener al manipularlas, las proporciones óptimas en las interacciones... Este trabajo puede ser duro, pero es gratificante cuando se hace con el fin de mejorar la alimentación de las personas, el rendimiento de las cosechas, la salud..., cuando está al servicio del arte (de los pintores, de los escultores, de los actores, de los cocineros...), cuando se crean materiales que nunca habrían existido sin la química.

Una teoría de los contenidos que deben enseñarse para que puedan aprenderse

Hace unos años establecí, medio en broma, algunos «principios» de la enseñanza de las ciencias, el primero de los cuales era el siguiente: «Como es tan difícil enseñar, enseñamos lo menos posible». Con esto me refería a una afirmación que creo que es compartida por los maestros y las maestras de todos los tiempos, es decir: «Debe finalizarse la etapa escolar con pocas ideas muy claras». Si seguimos esta máxima (que es totalmente sensata) con la voluntad de proporcionar al alumnado una base sólida para seguir aprendiendo en el colegio y fuera de él, empieza a dibujarse una nueva teoría de los contenidos escolares (Izquierdo, 2004) que ya no son «de libro» (ni de fichas, ni de recetas), sino que constituyen una actividad en la cual participan los experimentos, las representaciones mentales que se expresan

con modelos y los lenguajes mediante los cuales se argumenta, se describe, se interpreta, se recuerda, se explica, se pregunta..., en un ambiente de clase comunicativo y discursivo.

Según este enfoque, la *finalidad* de toda la propuesta docente es lograr «competencias»: ser, hacer, conocer y convivir son dimensiones de la persona que tienen que desarrollarse a la vez y, por eso, es necesario adquirir «experiencia» sobre lo que se quiera enseñar. Una de las maneras de hacerlo consiste en presentar situaciones interesantes, problemáticas, adecuadas a los intereses del alumnado, que se puedan resolver con las nuevas ideas que tienen que aprender. Los contenidos que se han de enseñar deben ordenarse alrededor de núcleos temáticos o modelos teóricos, que son las ideas básicas (pocas y claras) que acompañan todo el proceso de aprender ciencias, uno de los cuales es el cambio químico. Para presentar los problemas o las situaciones propias de un modelo, como es el caso que ahora nos ocupa, pueden explicarse «historias», narraciones de «cosas que pasan» que incluyan episodios familiares en los cuales se puede intervenir y que pueden dar lugar a experimentos en los que se identifiquen variables y relaciones que generen, finalmente, hechos científicos. Y también es necesario adquirir criterios para saber cuándo una situación puede contemplarse desde un modelo y cuándo no, con lo cual se amplía la perspectiva disciplinaria con la cual las ciencias contemplan el mundo hacia otra más abierta que se va construyendo poco a poco (Márquez y otros, 2004).

A partir de lo que se ha dicho en el apartado anterior, se puede concebir un poco más la propuesta actual. Hay que añadir que la dinámica de enseñanza y aprendizaje, tal como se ha ido insinuando a lo largo del artículo, consiste en hacer pensar (representarse las relaciones entre las situaciones químicas que se van conociendo), actuar (interviniendo en los fenómenos, pero también discutiendo y buscando informaciones) y comunicar lo que se hace y lo que se piensa (escribiendo, dibujando, construyendo maquetas...).

Empezamos resumiendo las ideas básicas que configuran el «núcleo temático» o «modelo teórico» que denominamos *química básica* o *química paso a paso*. Éste se deriva y se alimenta de la experiencia: se crean interacciones entre los materiales, que son muy diversos porque tienen diferentes propiedades; que las interacciones se pueden provocar y controlar y, con ellas, se obtienen materiales nuevos, incluso algunos que no existirían sin la actividad de los químicos; que hay personas que aprenden a hacerlo

y a ello dedican su vida profesional. Éstas son las *grandes ideas de la química* que podrían llegar a aprenderse, es decir, que podrían llegar a funcionar (no estamos hablando de definiciones de las entidades químicas, que tienen su lugar en el aprendizaje pero que no son el fin que se quiere lograr), a la vez que se van conociendo fenómenos nuevos, instrumentos nuevos, nuevas maneras de hacer.

- En primer lugar, es necesario distinguir entre materiales y objetos y reconocer algunos por sus propiedades: la madera, la arena, el aire, el plástico, los metales. Algunos materiales son especialmente adecuados para cambiar, como por ejemplo el azúcar, la sal, el aceite..., y podemos llamarlos sustancias (A).
- En segundo lugar, se debe mostrar que algunos materiales interactúan y, en consecuencia, cambian, y que otros no lo hacen. Las interacciones modifican los materiales, y éstas pueden ser débiles (mezclas), intermedias (disoluciones) o fuertes (cambio químico). Por ejemplo, entre la arena y el plástico no hay interacción alguna. Una interacción débil es la del azúcar y la almendra molida cuando se preparan bollos y una interacción fuerte es la de la cera y el oxígeno en una vela encendida (B).
- Las interacciones fuertes se dan en proporciones fijas. Las proporciones, en las interacciones débiles, pueden ser menos precisas. Los materiales que no interactúan se pueden mezclar en cualquier proporción: podemos tener arena y plástico mezclados en cualquier proporción. Pero si queremos preparar bollos, no podemos tener azúcar y almendra en cualquier proporción, y por cada vela que se queme, necesitamos una cantidad fija de oxígeno (C).
- Igual que sucede con todos los cambios espontáneos, y los cambios químicos lo son, se producen porque hay «diferencias» que desaparecen como resultado del cambio. Las diferencias, en este caso, son de «potencia química», y ésta depende de los materiales o de las sustancias, de las cantidades relativas y de la temperatura. No existe un procedimiento general para identificar estas diferencias de potencia química, sino que se tiene que ir haciendo poco a poco, de manera que se puedan planificar los cambios que nos interesan (D).
- Nos representamos las interacciones con átomos y moléculas y hablamos con determinados símbolos que van adquiriendo el significado que conviene para explicar A, B, C y D. Las partículas, en

química, siguen unas «reglas del juego» muy complejas: hay átomos, moléculas e iones; hay muchos átomos diferentes, cada uno de los cuales tiene sus propias formas de enlazarse con los demás; hay enlaces más «químicos» que otros; las relaciones entre las propiedades de las sustancias y la estructura son complejas. Por eso, la explicación no la ofrecen las partículas, a pesar de que no sería posible representar el cambio químico, ni recordar las «historias químicas» de las sustancias sin ellas (¿dónde van a parar las que «desaparecen»?; ¿por qué unas son simples y las otras, compuestas?; ¿cómo recordamos que la masa no se pierde, que la energía se conserva?).

Cómo empezamos a hacer química paso a paso

No puede hacerse una propuesta desde un ámbito ajeno al colegio, pero sería fantástico formar un grupo de maestros que planificara la experiencia química que puede adquirirse en la etapa de primaria y que, a partir de lo que tengo, de lo que hago, de lo que pasa y de por qué pasa, fuera desarrollando una representación del cambio químico que sirviera para actuar y que pudiera ser comunicada de diversas formas. Quizá fuera útil fijarse en las condiciones en las que se produce el cambio, en el «impulso» que recibe el sistema y que lo hace cambiar; tendríamos, así, una primera agrupación de los cambios que permite ir centrando la atención en diferentes sistemas, pero todos son «químicos».

- El impulso proviene de la diferencia de temperatura que hace fluir el calor. Por ejemplo, una cerilla encendida provoca la combustión del butano o de la madera en la barbacoa. Se detectan sustancias invisibles (por el olor, por la medida, porque hacen estornudar o provocan picor en los ojos), se les pone un nombre, se puede hablar de gases formados por moléculas, se aplica una nomenclatura a los procesos, como por ejemplo *oxidación*, *combustión*, *carbonización*, que se producen al «quemar».

- El impulso lo da el agua. Algunas disoluciones «reaccionan», mientras que las sustancias no disueltas no lo hacen (las aspirinas efervescentes, por ejemplo). Se puede hablar del agua, formada por moléculas, del control del agua (de la piscina, en las depuradoras), de cambios en las aguas de los ríos y del mar, de cambios que podemos provocar en clase mezclando diferentes disoluciones.

- El impulso lo da la electricidad. Se puede hablar de los materiales conductores: los metales y algunas disoluciones, y de los cambios que se producen, o no. Por ejemplo, la obtención de hidrógeno y de oxígeno por la electrolisis del agua, la obtención de estaño y de plomo por la electrolisis de sus sales. Se pueden introducir símbolos específicos para recordar que la electricidad y las sustancias deben tener algo en común.
- El impulso lo dan las células. Se puede hablar de los alimentos y de sus transformaciones previas en la cocina. La cocina puede llegar a ser el laboratorio escolar por excelencia, en el cual se desarrolle el arte de la mezcla exquisita y del cambio controlado. Es el momento de considerar cambios de estructura en moléculas grandes, de diversas texturas, de interacciones fuertes y débiles que pueden representarse mediante maquetas.
- El impulso lo da el sol: «Cada día sale el sol y todo vuelve a empezar». En efecto, todo cambia en la naturaleza, pero todo se mantiene más o menos igual. Los elementos se conservan, hay «ciclos» que se van manteniendo, pero hay cambios que son irreversibles. Es el momento de pensar en el impacto de la actividad humana, que transforma el mundo y que debe hacerlo de manera responsable.
- El impulso lo da el dinero. Es el momento de hablar de la industria, que puede ser casera, como por ejemplo hacer jabón o yogures, que, si son para vender, tienen que seguir un proceso de fabricación controlado, rentable y deben satisfacer una necesidad: alguien tiene que comprar aquello que se fabrica.
- El impulso lo dan los científicos. Los átomos, misteriosos hasta hace poco, ahora son manipulados y se ponen a trabajar según ciertas condiciones establecidas por los científicos, que no son las que se producían en la naturaleza, hasta ahora. Es el momento de hablar de la manipulación nanotecnológica, de sus acontecimientos y de los riesgos que comporta.

Las actividades que se propusieran podrían corresponder a estos diferentes puntos y organizarse de forma que se evitase el «hacer por hacer», es decir, dando ocasión a pensar y a hablar de la manera más esmerada posible, siempre y cuando no se rompa la comunicación ni la ilusión para aportar ideas propias al trabajo conjunto de maestros y alumnos en el aula. Son

muchas las experiencias que ya se han hecho y haría falta recogerlas de manera sistemática para consolidar esta química paso a paso que se puede aprender en primaria..., si se convencen las maestras y los maestros.

Conclusiones

Si finalmente decidimos que sí, que los fenómenos químicos deben encontrar un lugar más importante del que tienen ahora en las ciencias naturales que se explican en el aula, tenemos mucho trabajo por hacer. El esfuerzo puede valer la pena, porque, para muchas personas, la química es cosa de átomos y de fórmulas, pero no es así: es una actividad humana al alcance de todos.

La química «paso a paso» o química básica podría consistir en un conjunto ordenado y gradual de fenómenos que debería conocerse, junto con las interpretaciones que, razonablemente, pueden exigirse a los alumnos. Poco a poco, se irían identificando interacciones que modifican los materiales y que pueden ser débiles (mezclas), intermedias (disoluciones) o fuertes (cambio químico); que proceden de «diferencias» que no son fáciles de identificar, porque hay muchas sustancias diferentes, y cada una de ellas tiene sus propiedades. Poco a poco, iríamos representando estas nuevas realidades con los lenguajes apropiados, hasta donde se pudiera llegar, con una visión particular de los materiales. Si, con todo esto, somos capaces de unificar experiencia, representación y lenguaje en casos concretos, iremos construyendo ejemplos que servirán de modelo para el *cambio químico*.

Aprender química es todo esto; es llevar a cabo una actividad a la medida de la escuela primaria que requiere compartir algunas de las finalidades y de las responsabilidades que se derivan de la intervención voluntaria en las interacciones que se dan entre los materiales. Al finalizar primaria, las alumnas y los alumnos serían capaces de «ver los cambios químicos» y, así, en la ESO, podrán hablar de manera más abstracta y cuantitativa, desarrollando poco a poco una teoría atómica apropiada a la química y, después, un conjunto de leyes que permitan establecer un control cuantitativo y muy cuidadoso del cambio químico.

Pero no se puede aprender cualquier química. En definitiva, son los maestros que viven la cotidianidad del colegio los que pueden ajustar la propuesta, pero me encantaría que las ideas que apporto aquí sirvieran para

establecer una «química de los fenómenos» que debería impregnar toda la docencia. De otra forma, me atrevo a pronosticar que el cambio químico llegará a ser invisible para la mayoría de personas.

Referencias bibliográficas

- IZQUIERDO, M. (2004): «Hacia una teoría de los contenidos escolares». *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), pp. 71-82 y 111-122.
- IZQUIERDO, M.; MERINO, C. (2006): «Química básica. Curso para maestros». Disponible en: <<http://av.uab.es/quimica/index.php?lang=es>>.
- MÁRQUEZ, C. y otros (2004): «La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras». *Investigación en la Escuela*, 53.

3

La ciencia en los centros educativos: un beneficio para todos

Neus Sallés
Generalitat de Catalunya

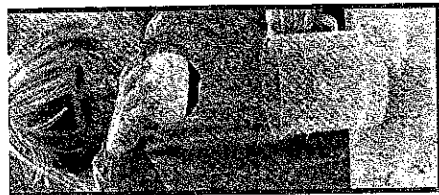
Introducción

Las producciones de la ciencia o sus objetos de estudio están siempre presentes en nuestras vidas. Ya sea para tratar aspectos positivos o negativos, constantemente encabezan titulares de los medios de comunicación: tsunami, sida y preservativo, capa de ozono, energías alternativas, biotecnología, etc.

Si nos la encontramos constantemente, como es obvio, es gracias a la gran importancia que tiene para nosotros. O de forma más clara, tanto actualmente como durante gran parte de nuestra historia, nos ha servido para mejorar vidas o sociedades. No me olvido de los efectos perversos de algunos descubrimientos científicos, pero considero que los aspectos positivos que tiene hacen decantar positivamente la balanza. Los negativos no suelen ser consecuencia de la ciencia en sí misma, sino del mal uso que se hace de ella cuando se aplica.

Sin embargo, recordamos que, a grandes rasgos, podemos dividir las ciencias en técnico-experimentales y humanístico-sociales. La evolución de

Artículo publicado en *Guix. Elements d'Acció Educativa*, 313, pp. 8-12, marzo 2005.



CLAVES PARA LA INNOVACIÓN EDUCATIVA presenta temas de actualidad, divulga aportaciones de reconocidos especialistas y, a su vez, proporciona pautas y ejemplos de cómo llevarlos a la práctica.

¿Por qué se levanta el pelo cuando acercamos un bolígrafo que hemos estado frotando enérgicamente? ¿Cómo se hace el caramelo del flan? ¿Por qué pueden mezclarse el agua y el azúcar? ¿Qué significan y por qué se añaden tantas E en los productos alimentarios?

Dar respuesta a los interrogantes que pueda formularse un alumno o alumna de cualquier edad al observar lo que le rodea está en el camino de la ciencia. Poder observar, indagar, reflexionar y posteriormente comunicar los resultados de lo que se ha llevado a cabo forma parte del comportamiento científico. La maestra de infantil o primaria y también el profesorado de secundaria encontrarán a lo largo de las páginas de este libro reflexiones teóricas y múltiples experiencias que otros docentes se han formulado y han llevado a cabo en torno a la enseñanza de las ciencias y su aplicación en las aulas.

ROSA ABELLA / VICTORIA ALCÁZAR / LUIS BALAGUER /
PEDRO CAÑAL / ÁNGELES CASES / JOSÉ A. CAYUELAS /
ADOLF CORTEL / SOLEDAD DÍAZ / SARA FERNÁNDEZ /
JOSEFINA GARCÍA / JERÓNIMO HURTADO / MERCÈ IZQUIERDO /
NÚRIA MANRUBIA / DOLORS MARLET / ANTONIO MARTÍNEZ /
PAQUITA MEJÍAS / CRISTIAN MERINO /
MONTSERRAT PADERN / MONTSERRAT PEDREIRA /
ANNA M. PEÑA / ANTONIO DE PRO / SÍLVIA PUIGTÍO /
MARTA ROMA / JACINTA ROMANO / NEUS SALLÉS /
ANTONIO TOMÁS / JOSEFINA TORRECROSA

Editorial
Laboratorio
Educativo

GAO

Hacemos ciencia en la escuela

Experiencias y descubrimientos

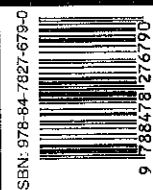


Editorial
Laboratorio
Educativo

GAO

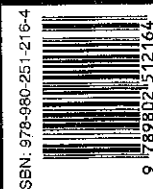
Editorial
Laboratorio
Educativo

GAO



ISBN: 978-84-7827-679-0

9 788478 276790



ISBN: 978-980-251-216-4

9 789802 512164

Editorial
Laboratorio
Educativo

GAO