

La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida

Carlos Furió Más*

Introducción

El tema de la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de cualquier materia científica constituye una seria preocupación para el profesorado. En primer lugar, porque los docentes constatan una falta general de interés de los alumnos hacia las disciplinas científicas como la Física y la Química. Esta percepción ha sido corroborada por los propios estudiantes en diferentes trabajos de investigación. En efecto, los propios estudiantes señalan como principales causantes de su actitud desfavorable, de su desinterés hacia la ciencia y su aprendizaje, a la enseñanza de una ciencia descontextualizada de la sociedad y de su entorno, poco útil y sin temas de actualidad, junto a otros factores como los métodos de enseñanza de los profesores, métodos que califican de aburridos y poco participativos, la escasez de prácticas y, especialmente, a la falta de confianza en el éxito cuando son evaluados (Furió y Vilches, 1997; Solbes, 2002) En segundo lugar, porque junto a esta falta de motivación existe un fracaso escolar en estas disciplinas mayor que en otras. Es más, se ha constatado que el desinterés del alumno aumenta conforme los estudiantes de secundaria van recibiendo más cursos de Física y Química. Algunos autores atribuyen el mayor nivel de fracaso en el aprendizaje de estas disciplinas a la elevación del nivel conceptual a medida se suceden los cursos.

Aunque sea a título anecdótico, conviene recordar que una de las últimas encuestas del M.E.C. español sobre el fracaso escolar de los estudiantes de la Escuela Secundaria Obligatoria (septiembre de 2002) ha mostrado que alrededor de un 25% abandonan el sistema. En la encuesta aplicada a una muestra significativa de estos estudiantes *el 75% decía que no le interesaban* estos estudios científicos y *el 68% indicaba que se aburría en clase*.

Así pues, los profesores nos encontramos con el

siguiente círculo vicioso: los alumnos vienen a clase de Química desmotivados. Eso hace que no presten atención a las explicaciones y no aprenden. Como no aprenden, se aburren y con ello aumenta su desinterés por aprender. ¿Cómo romper esta espiral *'desmotivación-bajo rendimiento académico-mayor desmotivación'* en la enseñanza de la Química?

Cuando se pregunta a los profesores de secundaria y de universidad qué soluciones adoptan frente a este problema, sus respuestas van en el sentido de *añadir aspectos motivadores que 'mitiguen' el énfasis conceptual dado a la materia*. Por ejemplo: relacionar la Química con la vida cotidiana, comentar la importancia del tema, introducir alguna práctica espectacular que deje boquiabiertos a los estudiantes, contar algún chiste después de quince o veinte minutos de explicación 'dura', etc. Pero, sabemos que el problema es más complejo. Tan complejo como lo es el propio proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química. De ahí que se justifique el subtítulo que hemos dado a esta conferencia: "La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la química: **una cuestión controvertida**".

Es necesario profundizar en las características del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química tal como lo implementamos y contrastar con lo que la investigación nos está señalando. Una solución tentativa, a título de hipótesis, puede ser expresada como sigue:

La motivación no se ha de concebir como un elemento puntual a yuxtaponer a las componentes conceptual y procedimental de la enseñanza-aprendizaje de la Química sino que ha de estar integrada a lo largo de dicho proceso.

Pasemos a analizar la cuestión partiendo de unas primeras dudas sobre la hipótesis planteada. Aceptemos el hecho de que los estudiantes ya llegan a clase desmotivados. Si esto es así, podemos preguntarnos: ¿No se habrá originado esta falta de motivación del estudiante previamente a la enseñanza de la Química? Muy posiblemente influya en los estudiantes la visión pop que se tenga de la Química en el entorno social en el que viven...

* Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Valencia, España.

Este trabajo es una contribución del autor a la Década, 2005-2014, sobre un Futuro Sostenible que está impulsando la ONU.

Influencia de la imagen social de la Química en las actitudes de los estudiantes

Los profesores hemos de tener presente que 'ciertas' relaciones entre la Química y la vida cotidiana ya vienen con las ideas, opiniones o creencias que nuestros estudiantes tienen, debidas al impacto del entorno y, especialmente, de los medios de comunicación social. Se tiene una imagen negativa de la Física y de la Química (son difíciles y aburridas) y de sus repercusiones en la sociedad y en el ambiente (además, ¡son peligrosas!). Sobre todo, si se compara esta imagen con la percepción positiva que se tiene socialmente, por ejemplo, de la Biología o la Medicina. A la Física y Química se les relaciona con la energía nuclear, el armamento, la contaminación ambiental, etcétera. Mientras, por ejemplo, a la Biología se le relaciona habitualmente con la conservación del medio ambiente, la mejora de la agricultura o la lucha contra las enfermedades. En efecto, las revistas de divulgación y los suplementos de prensa, que mencionan los grandes retos intelectuales, se centran fundamentalmente en cuestiones tales como el funcionamiento del cerebro, la secuencia del genoma humano, la clonación, la curación del cáncer, el uso de células madre para curar enfermedades, etcétera.

En cambio, apenas se mencionan los principales desafíos de la Química para el siglo XXI tales como, por ejemplo, idear tecnologías seguras y 'limpias' en las que se sustituyan los combustibles fósiles (en vías de desaparición) por el hidrógeno como fuente energética primaria ('pilas de combustible') con lo que el petróleo se podría destinar a obtener materiales y, al mismo tiempo, se reducirían las emisiones del principal gas de efecto invernadero, el CO₂. O diseñar nuevos materiales superconductores a temperatura ambiental con lo que supondría de ahorro energético en circuitos eléctricos. O desarrollar tecnologías informáticas que ocupen poco espacio basadas en transistores moleculares y así disponer de ordenadores a escala nanoscópica, etc. Más información sobre futuros desafíos de la Química podemos encontrarla en una editorial titulada "Retos de la Química para el siglo XXI" y en algunos artículos de la revista *Educación Química* que aparecieron en números del volumen correspondiente a 2002.

Respecto a estos estereotipos sociales existentes en los que se asocia el adjetivo 'química' con nocivo o antinatural, los profesores no podemos ser neutrales, es preciso ser beligerantes y salir al paso de una *visión socialmente descontextualizada de la Ciencia y de los*

científicos donde es habitual acusar —y culpabilizar— a la Ciencia y a los científicos del origen de todos los males. Se ignora que es la sociedad, es decir todos y todas, los que usamos los conocimientos científicos para encontrar soluciones que cubran nuestras necesidades. Al encontrarlas valoramos los beneficios y riesgos de nuestras decisiones y actuamos en consecuencia. Es por eso que ha de preocuparnos preparar futuros ciudadanos bien formados en Química para que podamos decidir democráticamente y de manera fundamentada lo que nos interesa socialmente.

¿Es posible aumentar la motivación de los estudiantes en clase de Química?

Pero, independientemente de cómo nos llegan los alumnos, el interés, la motivación y, en general, las distintas dimensiones de las actitudes de las personas van cambiando conforme van viviendo nuevas situaciones. Y estas nuevas situaciones pueden darse en la clase de Química, para bien o para mal. Podemos, pues, seguir analizando el tema de la motivación estudiantil viendo cómo es la relación entre la motivación y la enseñanza de la Química que reciben y preguntarnos: ¿se puede atribuir a la enseñanza de la Química alguna responsabilidad en la falta de interés del estudiante en su aprendizaje?

O, ir más allá, y reflexionar sobre la cuestión que nos planteó Lemke (2005) en el reciente VII Congreso Internacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias celebrado en Granada: ¿por qué los profesores no hacemos un esfuerzo por implicar emocional e intelectualmente a los estudiantes jóvenes y no tan jóvenes en las maravillas de los fenómenos naturales?

Nuestra respuesta a las preguntas anteriores ha de ser necesariamente positiva y hemos de esforzarnos en conseguir que las enseñanzas dejen de ser aburridas y poco participativas como afirman los propios estudiantes. Podemos hacerlo de muchas maneras como, por ejemplo, variar los contenidos a impartir planteándolos de manera que sean de interés para los estudiantes, cambiar aspectos metodológicos de nuestras enseñanzas saliendo al paso de las visiones deformadas que estamos criticando o modificar nuestras creencias sobre las capacidades de los estudiantes cuando les evaluamos. Pasemos a concretar, a título de ejemplos, algunos de los cambios que podrían favorecer la motivación de los estudiantes.

Algunas ideas para impulsar la motivación al introducir los conocimientos científicos en la enseñanza de la Química

En relación a los contenidos que impartimos es bien sabido que están excesivamente centrados en el desarrollo del cuerpo de conocimientos científicos que queremos transmitir. También son bien conocidas las críticas a estas orientaciones didácticas que olvidan las dimensiones axiológica, epistemológica y metodológica del proceso de enseñanza/aprendizaje ya que solamente tienen en cuenta la dimensión conceptual.

En efecto, el proceso convencional de enseñanza-aprendizaje de la Química suele tener como principal objetivo una formación del estudiante centrada en la asimilación de hechos, leyes y teorías que conforman un cuerpo de conocimientos científicos. En este proceso apenas se pone el énfasis en aspectos esenciales de la actividad científica que tienen relación directa con la motivación. Presentaremos varios aspectos de la enseñanza de la Química que conviene modificar para aumentar la motivación de los estudiantes. En primer lugar, la ya citada ausencia de relaciones CTS en la enseñanza de la Química.

La enseñanza de la Química ignora, en particular, las interacciones CTS asociadas a la construcción de conocimientos

Es preciso presentar contenidos relacionados con problemas sociales donde se usen los conocimientos químicos para solucionarlos. Respecto a esta dimensión axiológica de los contenidos, la didáctica de las ciencias desde hace más de una década ha tratado de integrarla en el proceso de enseñanza/aprendizaje como lo muestra la existencia de numerosos proyectos de enseñanza de la Química cuyos contenidos se centran en las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad como los Salters, Química en la Comunidad (American Chemical Society, 1998), etc. bien conocidos y sobre los que hay abundante bibliografía. Se puede recurrir a estos proyectos de enseñanza CTS ya publicados así como a artículos sobre educación CTS publicados en varios números monográficos de la revista *Alambique* como, por ejemplo, el número 38 (2003) fue el último dedicado a las relaciones Ciencia/Tecnología.

Veamos a título de ejemplo cómo se pueden introducir estas relaciones CTS en un tema abstracto de Química como el del enlace químico. En este contexto, recordaremos a nuestros estudiantes que estamos en la era de la Química donde hemos pasa-

do de producir *materiales estructurales* (aluminio, plásticos, caucho, etcétera) a crear *'materiales a la carta'* (Bensaude & Stengers, 1997). Esto es, a producir materiales funcionales con una propiedad específica que nos interesa socialmente. A este respecto, no es difícil introducir, por ejemplo, en este tema del enlace químico, cuando se tratan los metales, qué son y cómo se obtienen los semiconductores tan importantes en electrónica e informática. Se puede plantear como situación problemática qué es y cómo funciona un chip electrónico de los que utilizamos, por ejemplo, en el riego por goteo y llegar a cuestionarse cuál es la propiedad específica buscada en un cristal de silicio o de germanio que hay en los transistores usados.

Los alumnos han de conocer que estos materiales tienen un comportamiento contrario al de los conductores cuando se eleva la temperatura (bajan su resistencia) y lo que esto supone de ahorro energético. Han de llegar a explicarse por qué tienen esta propiedad precisamente los semimetales del grupo IV de la Tabla Periódica, por qué se 'dopan' añadiendo impurezas con átomos del grupo III (B, Ga, In, Al) para fabricar semiconductores tipo P (aceptores de electrones), o del grupo V (P, As, Sb) cuando se desea obtener semiconductores tipo N (dadores de electrones).

Los estudiantes han de conocer y valorar el desarrollo científico y tecnológico, sus aplicaciones e incidencia en el medio físico y social. Ello implica debatir en clase el carácter a menudo conflictivo del papel social de las ciencias y la necesidad de una toma fundamentada de decisiones por los ciudadanos. Por ejemplo, cualquiera de los problemas del medio ambiente que tenemos en el País Valenciano, en México o en el mundo pueden servir de situaciones problemáticas.

Como ejemplo de problema local y, a la vez, global que puede servir de motivo para estudiar el equilibrio químico podemos seleccionar el caso del ozono. La situación problemática a plantear podría titularse: *¿Qué pasa con el ozono? ¿Es perjudicial o no?* El tratamiento científico del tema daría pie a conocer las propiedades de esta sustancia, a relacionar su formación con la *'niebla fotoquímica'* que tenemos más frecuentemente en verano en el litoral mediterráneo y a relacionar el equilibrio y su perturbación con la *disminución de la capa de ozono en la estratosfera*.

No podemos seguir enseñando Química a los futuros ciudadanos cerrando los ojos a los graves problemas con los que se enfrenta la humanidad. No

podemos seguir ignorando la situación de auténtica emergencia planetaria que estamos viviendo en la actualidad y la necesidad de ir hacia un desarrollo sostenible. No podemos ser indiferentes a la llamada que ha realizado la ONU a todos los educadores para que participemos activamente en la década de la Educación por la sostenibilidad, década que ha comenzado este año (2005-2014). Con tal motivo les invito a adherirse a este manifiesto y a participar en sus actividades a través de la página web que la OEI ha creado al efecto (<http://www.oei.es/decada/>). Ni tampoco podemos ser indiferentes a la cita del poeta chileno cuando cita:

“Buenas noticias:
La Tierra se recupera en un millón de años.
Somos nosotros los que desapareceremos”.
Nicanor Parra

En la enseñanza de la Química no se suelen presentar los problemas que originaron la construcción de los conocimientos científicos

Los profesores de Química hemos de tener en cuenta que sin estos problemas los citados conocimientos suelen presentarse como construcciones arbitrarias y que, a la luz de los estudiantes, pueden parecer dogmáticas. Es decir, se transmite una visión aporofemática y ahistórica de la actividad científica olvidando que la Ciencia es un medio para explicar la realidad, una herramienta para resolver problemas y no un fin en sí mismo.

A continuación presentamos un caso prototípico en el que la enseñanza de la Química no muestra a qué problemas relevantes intenta dar respuesta la introducción de un concepto, como es el del equilibrio químico. En el marco de unas olimpiadas locales de Química que se celebraron hace unos años en Valencia, se planteó una pregunta abierta a una muestra de 90 estudiantes seleccionados de 31 centros de bachillerato con el objeto de que explicaran por qué las sustancias reaccionan entre sí. Se trataba de poner a prueba si los estudiantes relacionaban la idea del equilibrio con la explicación de las reacciones incompletas, es decir del por qué no reaccionan las sustancias a pesar de que aún sigue habiendo reactivos en el sistema. Las categorías de respuesta que encontramos fueron las siguientes: la mayoría de las respuestas, 54%, asoció la causalidad de los procesos químicos con la unión entre átomos (es decir, ‘el problema de la mitad de los estudiantes’ era el de explicar la formación de enlaces atómicos en una molécula, no

el de por qué reaccionan o no las sustancias); otro 20% razonó basándose en la semejanza o complementariedad de las sustancias, el 19% de las respuestas dio alguna justificación de tipo energético (*disminución de energía potencial del sistema*) y entre ellas, solamente 3 de los 18 estudiantes mencionaron como causa de la formación de nuevas sustancias la *disminución de energía libre del sistema químico*. En resumen, no hubo ningún estudiante de esta muestra selecta que relacionara explícitamente la idea de equilibrio con las reacciones incompletas. Es, por tanto, muy plausible que a estos alumnos (en este caso, muy motivados) no se les había enseñado cuál o cuáles eran los problemas que resolvió el concepto de equilibrio químico.

Recordemos que, a finales del siglo XVIII, las explicaciones sobre el problema de por qué reaccionaban las sustancias se basaban en la idea de la *afinidad química*. Y este problema fue el principal motivo de la obra de Berthollet, *Essai de Statique chimique* (1803), donde se resaltaba el fenómeno de las *reacciones incompletas*, la noción de *equilibrio químico* y los factores de los que podía depender. En esta obra se explicaban las reacciones químicas por las fuerzas de atracción newtoniana y por ello lo ‘natural’ no era que las reacciones fueran completas sino más bien incompletas. Berthollet concluía que el final de una reacción conducía a un equilibrio donde la afinidad era un factor más que influía junto a otros como las concentraciones y la temperatura. A estas conclusiones llegó tras reflexionar sobre problemas relacionados con su trabajo habitual. En efecto, durante la Revolución Francesa Berthollet fue encargado de optimizar la extracción de salitre que se utilizaba para fabricar la pólvora de cañón lavando rocas nitrosas. Se preguntó cómo era posible que fuera mejor lavar las rocas con agua limpia cada vez, y que cuánto más salitre había disuelto en el agua, menos eficaz era el lavado de las rocas. Resultado contrario al esperado dado que la afinidad debía ser máxima en el caso de ser sustancias iguales (como lo eran el soluto de la disolución acuosa y el salitre de la roca). Así pues, su conclusión fue que la tendencia a reaccionar (disolver salitre) no dependía sólo de la afinidad sino que también era una función de la concentración de los reactivos. No es casual, pues, que la ley del equilibrio químico de los noruegos Guldberg y Waage, siguiendo la tradición de la comunidad científica, se presentara 60 años después (1864) en un artículo cuyo título escueto fue “Sobre las afinidades”.

En definitiva, el problema que se planteó para

introducir el concepto de equilibrio químico fue el de preguntarse por qué si, por ejemplo, dos sustancias reaccionan inicialmente dejan de hacerlo aun sin haberse agotado la masa de ninguna de las dos. Para saber más sobre la historia del equilibrio químico se puede leer un artículo bien fundamentado aparecido recientemente en *Educación Química* (Quílez, 2002).

La enseñanza de la Química no muestra la forma tentativa con la que los científicos plantean y tratan de resolver los problemas

La introducción de los conceptos químicos no solamente se hace de manera aporreada sino que, además, no se les da el carácter hipotético y evolutivo que tienen (validez, limitaciones, cambios, dependencia del cuerpo teórico). Esto es, se transmiten visiones estáticas y dogmáticas que distorsionan la naturaleza del trabajo científico, no se transmite su carácter de ‘aventura del pensamiento’ que nos indicaba Einstein y, por tanto, será difícil motivar a los estudiantes.

Veamos algún ejemplo concreto. En un famoso texto de Química General se introduce directamente la hidrólisis de sales diciendo:

“La expresión *hidrólisis de una sal* describe la reacción de un anión o un catión de una sal, o ambos, con el agua. Por lo general, la hidrólisis de una sal afecta al pH de una disolución.”

¿Qué problema intenta resolver este concepto? ¿Qué validez tiene? ¿Cuál es el marco teórico en el que se introduce? Éstas son preguntas lógicas que puede hacerse algún alumno motivado y que no se encuentran en el texto escrito.

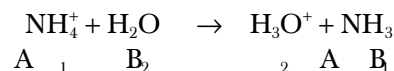
Es bien sabido que históricamente la idea de hidrólisis de una sal fue una hipótesis *ad hoc* introducida por Arrhenius en el marco de su teoría ácido-base para explicar la reacción ácida o básica de ciertas disoluciones anómalas de sales ‘neutras’ (ya que no contenían hidrógeno en su composición). En este contexto teórico tratamos de que los estudiantes comprendan las diferencias entre los procesos de *disolución*, de *disociación iónica*, de *hidrólisis* y de *neutralización*. Y para ello les presentamos ejemplos de

los correspondientes esquemas de reacción como se aprecia en el cuadro 1.

Meditando ante estos simbolismos el mismo alumno puede plantearse preguntas (¡y contradicciones!): ¿Cómo aceptar que la disolución acuosa del gas amoníaco sea una *disociación iónica* y, sin embargo, la del cloruro amónico se considere un proceso diferente denominado *hidrólisis*? ¿No parece arbitraria la introducción de este concepto? ¿No parece que sea lo mismo neutralización que hidrólisis? Pero, ¿se pueden clasificar estos dos procesos como reacciones ácido/base?

Este problema de la hidrólisis unido a otros como el del limitado campo de validez de la teoría de Arrhenius (solamente para disoluciones acuosas) o la imposibilidad energética de que exista libre el protón en el medio acuoso, motivaron el cambio de teorías siendo sustituida por la de Brønsted-Lowry en 1923. Pero, al cambiar de marco teórico, cambiaron también los significados de los conceptos subsumidos (Kuhn, 1972) y entre ellos *el de la hidrólisis*.

Veamos a continuación el caso concreto de la hidrólisis del ion amonio:



donde ahora, en este nuevo marco teórico, *es considerada como reacción ácido/base, al igual que también lo es la neutralización*.

Así pues, al presentar los conceptos actuales hay una falta de atención a su evolución histórica y eso nos impide conocer cuáles fueron las dificultades, los obstáculos que hubo que superar y, por la misma razón, nos impide comprender y resolver muchas de las dificultades que también se les van a presentar a los estudiantes (Furió *et al.*, 2005).

En definitiva, una presentación dogmática de los conceptos y teorías impedirá que los mismos estudiantes puedan plantearse la construcción de conocimientos químicos como aventura del pensamiento imposibilitando su implicación emocional e intelectual y, por tanto, su motivación. Es necesaria una profunda transformación de las estrategias utilizadas

Cuadro 1. Representaciones simbólicas de los procesos de disociación, neutralización, hidrólisis y equilibrio ácido/base.

Disolución y disociación del gas amoníaco:	$\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	(1)
Neutralización entre ácido y base:	$\text{HCl}_{(\text{aq})} + \text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}$	(2)
Hidrólisis del cloruro amónico:	$\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl}_{(\text{aq})} + \text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})}$	(3)
Equilibrio ácido-base/hidrólisis sal:	$\text{HCl}_{(\text{aq})} + \text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})} \leftrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}$	(4)

en la enseñanza de la química que tengan como objetivo básico favorecer *la autorregulación del estudiante* enfrentándole a problemas reales, ayudándole a idear estrategias que le capaciten para adquirir destrezas intelectuales del *'saber hacer'* del trabajo científico, a valorar y tomar decisiones para la acción. En este aprendizaje planteado como aventura del pensamiento en la solución de problemas, son inseparables los aspectos cognitivos y afectivos. Ello requerirá un determinado escenario afectivo que mantenga cierto clima emocional, un escenario respetuoso, de aprecio y de colaboración entre profesor y alumnado y entre los propios alumnos. Es decir, se requerirá un *clima de aula muy positivo*.

Finalmente mencionar que otro cambio necesario para estimular la motivación del estudiante en la enseñanza de la Química es el relativo a la forma de evaluar los aprendizajes.

Cualquier evaluación que quiera incidir en la mejora del aprendizaje necesita que el estudiante reciba *alguna retroalimentación informativa, creíble y optimista sobre lo logrado por él mismo y sobre sus errores*. En esta retroalimentación, el profesor ha de cuidar no *disminuir la autoestima* del alumno y mostrar *expectativas positivas para alcanzar el éxito*. El fracaso del estudiante no ha de concebirse como falta de valía, ni compararse con los demás, sino como meros errores subsanables con más trabajo. Como se ha indicado anteriormente, la finalidad de la evaluación del aprendizaje se ha de dirigir a ayudar a los estudiantes a mejorar el conocimiento de sí mismos, favoreciendo su autorregulación de manera que en cualquier momento del proceso pueda apreciar lo que sabe y también lo que no sabe.

Resumiendo lo expuesto, la motivación de los estudiantes está íntimamente ligada al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química, a las situaciones problemáticas que se proponen a los alumnos, a las estrategias de aprendizaje que se desarrollan en el aula, a los resultados que obtienen y al contexto en el que están aprendiendo. Todos estos factores pueden contribuir a la motivación del estudiante y conseguir la mejora de sus procesos de autorregulación y, finalmente, lograr una mayor autonomía que, en definitiva, es la finalidad de cualquier educación, incluida la Química.

A modo de consideración final

Como principal conclusión de esta charla diría que somos los profesores los verdaderos protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química.

Somos el centro de atención de los alumnos. Está en nuestras manos el interesarlos por muy desmotivados que lleguen a clase. La motivación depende, en gran medida, de cómo presentemos los problemas, de las estrategias que les proponemos y, especialmente, de las expectativas positivas del propio profesor respecto del éxito de cada uno de sus estudiantes.

La investigación está mostrando que aprender Química no es fácil y que enseñarla tampoco lo es. No obstante, disponemos de conocimientos que pueden ayudarnos a modificar actitudes y a motivar a los estudiantes. Ahora bien, integrar la motivación en la enseñanza va a suponer cambios en nuestras maneras de enseñar y de relacionarnos con los estudiantes. No olvidemos que la motivación, como la emoción o el entusiasmo por algo, por ejemplo por la Química, son sentimientos que solamente se aprenden si se viven. Y cuando los manifestamos los profesores en clase, los estudiantes son los primeros en percibirlos, en valorarlos y, a veces, en compararlos, es decir, en sentirlos también!

¡No olvidemos que, a la larga, lo que generalmente suele perdurar en la memoria son estos sentimientos, ya que la mayor parte de los conocimientos aprendidos si no se necesitan para la vida están destinados al olvido! ■

Referencias

- American Chemical Society (1998). *QuimCom. Química en la Comunidad*. USA: Addison-Wesley Iberoamericana.
- Bensaude-Vincent, B. & Stengers, I. (1997). *Historia de la Química*. (Addison-Wesley y Universidad Autónoma de Madrid).
- Furió, C. y Vilches, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las Ciencias y las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. En: L.del Carmen (coord.), *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria*, pp.47-71 (Barcelona: ICE Universitat de Barcelona y HORSORI).
- Furió-Más, C., Calatayud, M^aL., Guisasaola, J. & Furió-Gómez, C. (2005). How are the concepts and theories of acid-base reactions presented? Chemistry in textbooks and as presented as teachers. *International Journal of Science Education*, 27 (11), 1337-1358.
- Kuhn, T.S. (1972). *La estructura de las revoluciones científicas*. (México: Fondo de Cultura Económica).
- Lemke, J.L. (2005). Research for the future of Science Education: New ways of Learning, new ways of living. Conferencia presentada en el VII Congreso Internacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias, septiembre, Granada.
- Quílez, J. (2002). Aproximación a los orígenes del equilibrio químico: algunas implicaciones didácticas. *Educación Química*, 13(2), 101-112.
- Solbes, J. (2002). *Les emprentes de la Ciencia*. (Alzira: Editorial Bromera).