

**LA MOTIVACIÓN DE LOS
ESTUDIANTES
Y
LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA.
UNA CUESTIÓN CONTROVERTIDA**

Carles Furió Mas

Jornadas sobre Enseñanza de la Química

Palma de Mallorca, Octubre 2005

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, en particular, hacia la Física y la Química. Esta percepción es corroborada por los propios estudiantes.

En una de las últimas encuestas del M.E.C. sobre el fracaso escolar de los estudiantes de la E.S.O. (2002) mostró 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 los estudios científicos y el 68% indicaba que se aburría en clase.*

En segundo lugar, porque junto a esta falta de motivación existe un fracaso escolar en disciplinas como la Física y Química mayor que en otras. Es más, se ha constatado que el desinterés del alumno aumenta conforme los estudiantes de Secundaria van recibiendo mas cursos de estas disciplinas.

Así pues, los profesores nos encontramos con el siguiente círculo vicioso: Los alumnos vienen a clase de Química desmotivados. Ello hace que no presten atención a las explicaciones y no aprenden. Como no aprenden, se aburren y con ello aumenta su desinterés por aprender.

RESPUESTAS de PROFESORES

Añadir aspectos motivadores que ‘mitiguen’ el énfasis conceptual dado a la materia.

Pero, la cuestión es más compleja. Tan compleja como es el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química. De ahí que se justifique el subtítulo que hemos dado a esta charla:

“La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la química. *Una cuestión controvertida*”

Vamos a exponer a vuestra consideración un cambio en la manera de ver el problema de la desmotivación basada en los resultados de la didáctica de las Ciencias:

“La motivación no se ha de concebir como un elemento a añadir 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 exponiendo unas primeras dudas sobre la hipótesis planteada:

- Pero, ¿cómo reducir la cuestión a un problema de enseñanza si los estudiantes ya vienen a la clase de Química con ciertas creencias, opiniones y actitudes que han sido asumidas a través del medio/entorno social y, especialmente, por el impacto de los medios de comunicación social como la TV?**

La imagen de la Física y la Química que tiene la sociedad (y el alumnado!) es bastante negativa. Sobre todo, en comparación con otras materias como la Biología o la Medicina

¡No sólo son materias difíciles y aburridas sino que además son peligrosas!

A la Física y Química se les relaciona con el armamento, la energía nuclear, la contaminación ambiental, etc. Mientras la Biología y la Medicina se asocian con la lucha contra las enfermedades, la conservación del medio ambiente o la mejora de la agricultura.

Los medios informativos apenas mencionan los principales desafíos de la Química para el siglo XXI tales como, por ejemplo, idear tecnologías en las que se sustituyan los combustibles fósiles por el hidrógeno como fuente energética primaria ('pilas de combustible') con lo que el petróleo (que aún queda!) se podría destinar a obtener materiales. O desarrollar transistores moleculares para disponer de ordenadores a escala nanoscópica, etc.

(Información sobre “*Retos de la Química para el siglo XXI*” pueden encontrarse en números del 75 aniversario de la revista “*Educación Química*” publicada por la Universidad Nacional Autónoma de México).

Admitamos el hecho de que nuestros alumnos llegan influenciados por la imagen negativa del entorno en el que viven y, por tanto, desmotivados a la clase de Química. No obstante, sabemos que, independientemente, de cómo nos llegan, las actitudes de las personas van cambiando conforme van viviendo nuevas situaciones. Y una de esas nuevas situaciones se puede vivir en esa misma clase de Química. ¿Es posible hacerlo?

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.

Podemos preguntarnos como hacía J. Lemke hace unas semanas en la conferencia de inauguración del VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias:

¿Por qué los profesores no nos esforzamos en implicar intelectual y emocionalmente a los estudiantes en las maravillas de los fenómenos naturales?

¿CÓMO MOTIVAR A LOS Y LAS ESTUDIANTES EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA?

- Planteando situaciones problemáticas que tengan interés para los alumnos.**
- Presentando problemas que fueron relevantes en la historia de la ciencia.**
- Aproximando la metodología de enseñanza a las estrategias con las que los científicos intentan resolver los problemas.**
- Mostrando expectativas positivas en la evaluación de los aprendizajes.**

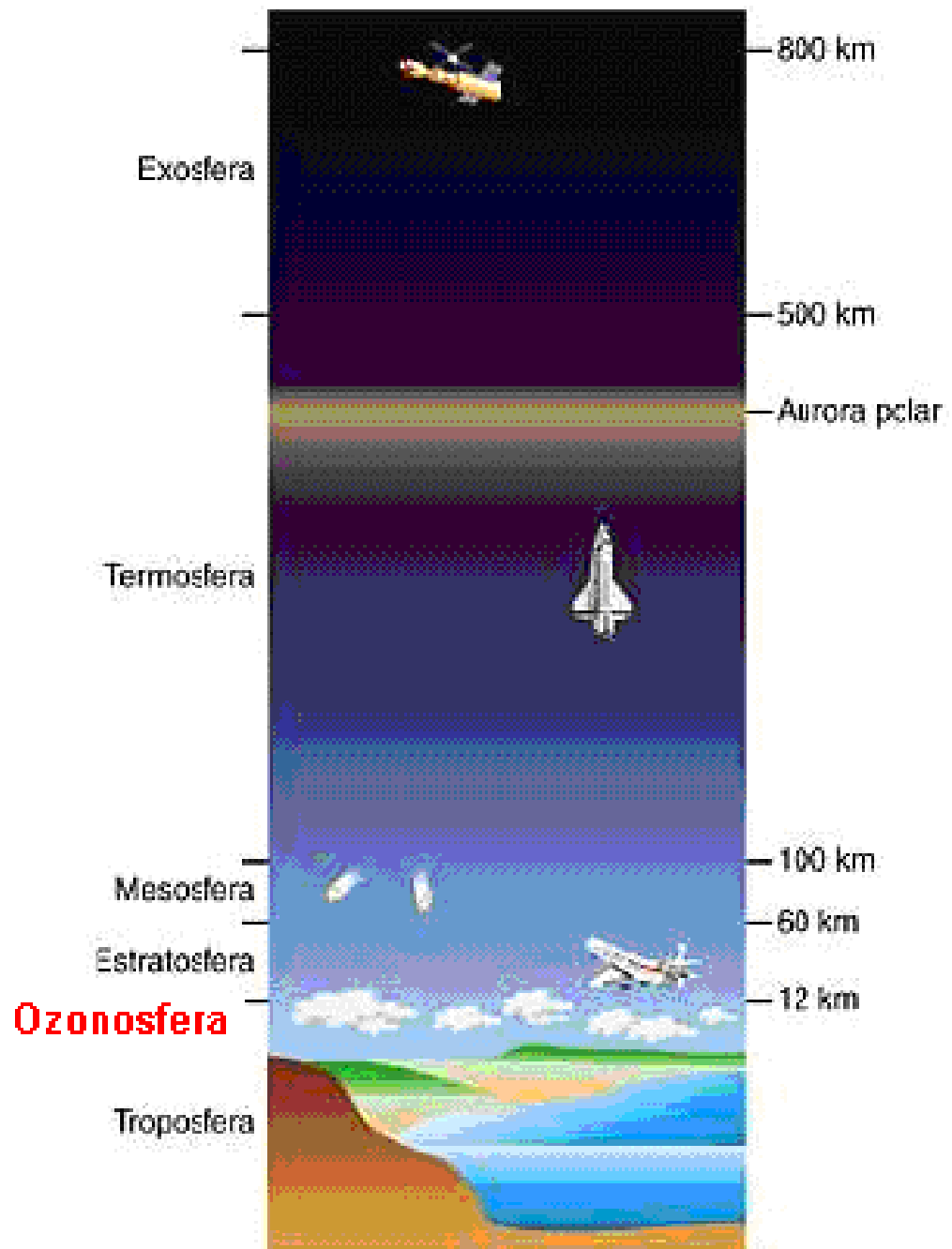
A)* *Cuando se empieza un tema de Química se suele ignorar el posible interés que puede tener este estudio en la vida cotidiana. Es decir, no se introducen las relaciones CTS. Es preciso presentar contenidos relacionados con problemas personales y/o sociales donde los estudiantes puedan constatar la utilidad y actualidad de lo que están aprendiendo.*

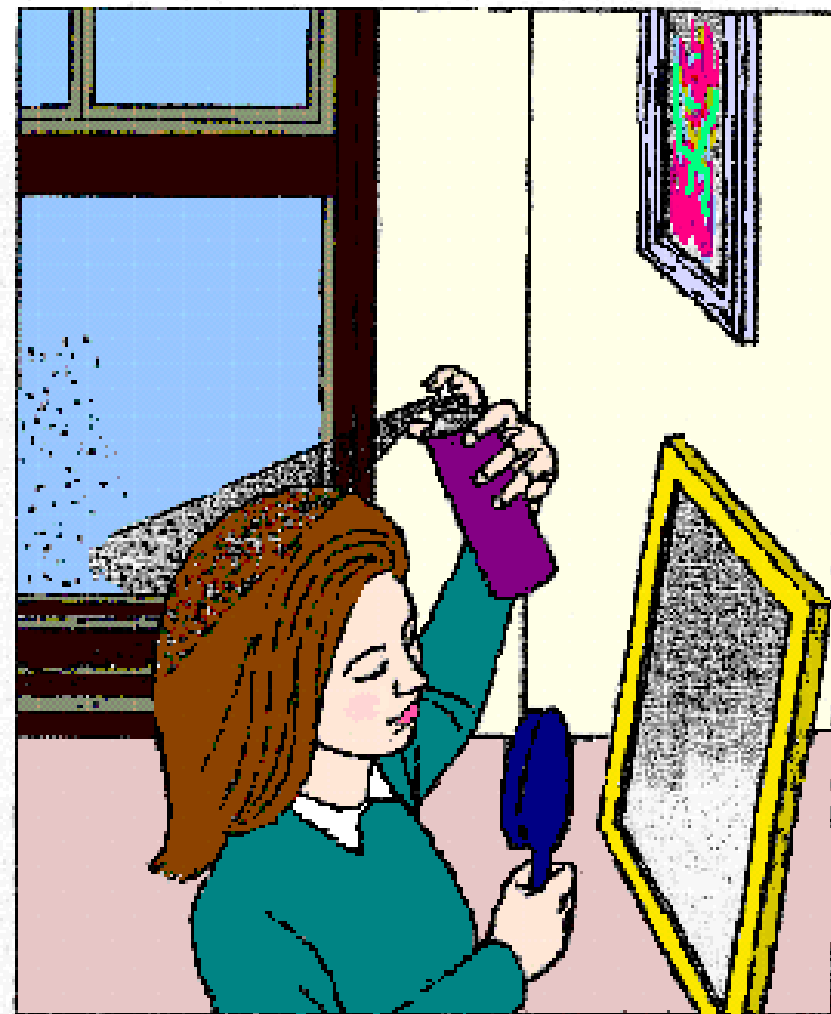
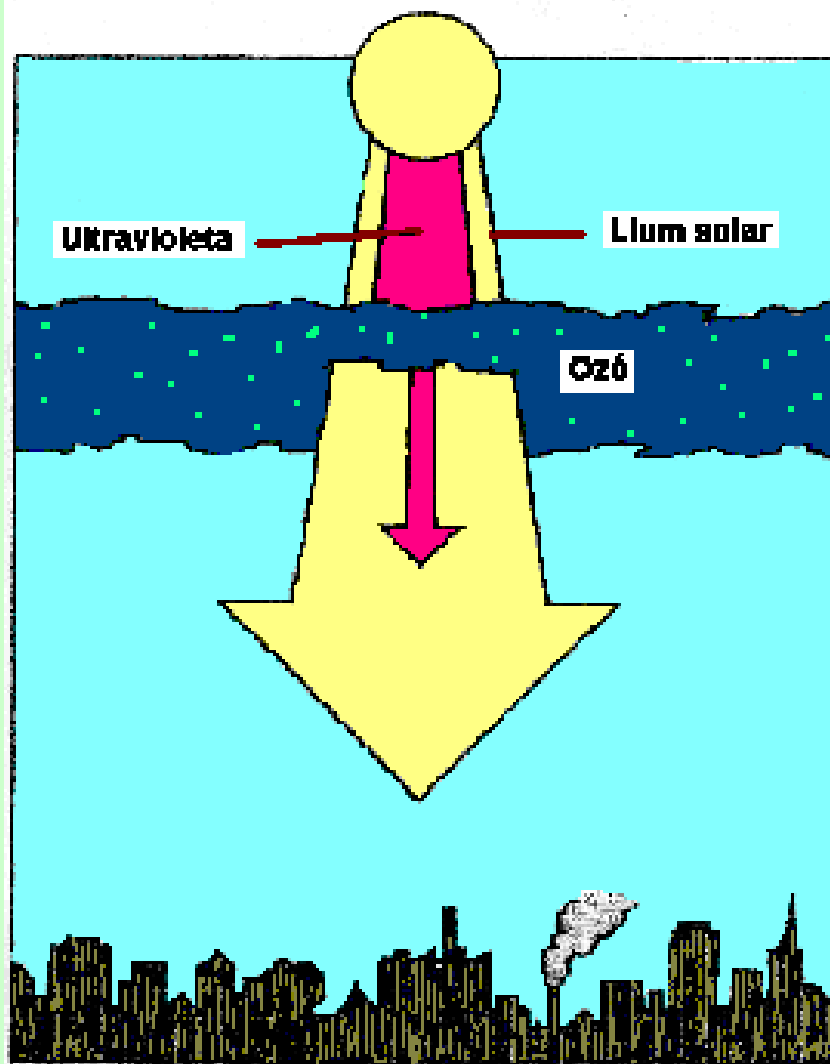
A este respecto, no es difícil introducir, por ejemplo, en el tema del enlace químico, cuando se tratan los metales, qué son y cómo se obtienen los semiconductores tan importantes en Electrónica e Informática. Se puede plantear como situación problemática qué es y cómo funciona un chip electrónico de 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 saber 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 porqué tienen esta propiedad precisamente los semimetales del grupo IV de la Tabla periódica, porqué se ‘dopan’ añadiendo impurezas con átomos del grupo III (B, Ga, In, Al) para fabricar semiconductores tipo P (con déficit electrónico), o del grupo V (P, As, Sb) cuando se desea obtener semiconductores tipo N (con superávit electrónico).

Los estudiantes han de conocer y valorar el desarrollo científico y tecnológico, sus aplicaciones e incidencias en el medio físico y social. Ello implica debatir en clase, a veces, el carácter conflictivo del papel social de las ciencias y la necesidad de una toma de decisiones fundamentada por los ciudadanos.

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.*





Para saber más sobre estos problemas se puede recurrir, por ejemplo, al artículo de:

M^a José Sanz i Millán Millán (2002). La contaminació atmosfèrica per ozó en l'àrea mediterrànea. *Mètode* (Revista de difusió de la investigació de la Universitat de València). Número dedicado al *'Canvi global. El nostre impacte sobre la Terra'*.

•

Los educadores 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 al llamamiento de la ONU para que participemos los profesores en la

**DÉCADA DE LA EDUCACIÓN POR
LA SOSTENIBILIDAD (2005 - 2014)**

(<http://www.oei.es/decada/>)

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

Nicanor Parra.

B) Cuando se inicia el estudio de un tema tampoco es habitual encontrar en los textos de Química *los problemas históricos que originaron la construcción de los conocimientos químicos*. Es decir, se transmite en la enseñanza una visión aproblemática y ahistórica de la actividad científica olvidando que aquellos conocimientos se construyeron al tratar de resolver problemas reales.

La enseñanza no suele mostrar a qué problemas relevantes intenta dar respuesta la introducción de conceptos. Veamos el caso del equilibrio químico. En el marco de unas olimpiadas locales de Química, se planteó una pregunta abierta a una muestra de 90 estudiantes seleccionados de 31 centros de Bachillerato con el objeto de que explicaran porqué las sustancias reaccionan entre sí.

Se trataba de poner a prueba si los estudiantes relacionaban la idea del equilibrio con la explicación dada a porqué no reaccionan las sustancias a pesar de que aún sigue habiendo reactivos en el sistema. Las categorías de respuesta que encontramos fue la siguiente:

CATEGORÍAS DE RESPUESTAS

- la mitad de las respuestas, **54%**, *asoció la causalidad de los procesos químicos con la unión entre átomos* (es decir, *‘su problema’* era el de explicar la formación de enlaces en una molécula, no el de porqué 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 tres de los estudiantes mencionaron la *disminución de energía libre*.

Es evidente que esta muestra de estudiantes sí estaban motivados hacia el aprendizaje de la Química y, en cambio, ninguno asoció la pregunta con el equilibrio químico. Muy posiblemente, se puede derivar de las respuestas que la enseñanza recibida no se había preocupado de presentar, al menos, uno de los problemas importantes que resolvió la invención del concepto de equilibrio químico.

**¿CUÁLES FUERON LOS
MOTIVOS QUE LLEVARON
HISTÓRICAMENTE A
INTRODUCIR EL CONCEPTO
DE EQUILIBRIO QUÍMICO?**

Recordemos que, durante todo el siglo XVIII, las explicaciones sobre el porqué reaccionaban las sustancias se basaban en la idea de *la afinidad química*. Este problema fue abordado en la obra de Berthollet, *Essai de Statique Chimie* (1803) basándose en las fuerzas de atracción newtoniana. La paradoja a resolver consistía en justificar cómo era posible que, si la causa única de la reactividad química era la afinidad de las sustancias, se llegara a un equilibrio donde no se agotaban los reactivos (*'reacciones incompletas'*).

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. Así pues, la tendencia a reaccionar (disolver salitre) no dependía solo de la afinidad sino que también debía ser función de la concentración de los reactivos.

Para saber más sobre la historia del equilibrio químico se recomienda leer artículos como:

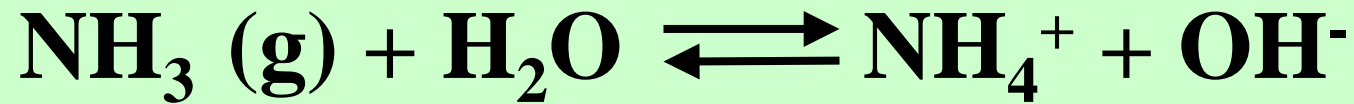
Quílez, J. (2002). Aproximación a los orígenes del equilibrio químico: algunas implicaciones didácticas. *Educación Química*, , 13 (2), 101-112.

C) * *La enseñanza de la Química no muestra la forma tentativa con la que los científicos plantean y tratan de resolver los problemas. Así por ejemplo, a los conceptos químicos no se les da el carácter hipotético y evolutivo que tienen. Esto es, se transmiten visiones estáticas y dogmáticas que distorsionan la naturaleza del trabajo científico y, por tanto, será difícil motivar a los estudiantes. Veamos algún ejemplo.*

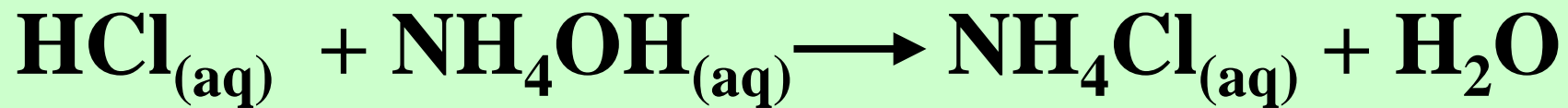
En un famoso texto de Química General se introduce directamente la hidrólisis de sales diciendo: “La expresión *hidrólisis de una sal describe la reacción de un anión o un catión de una sal, o ambos, con el agua.* Por lo general, la hidrólisis de una sal afecta al pH de una disolución.” ¿Qué problema intenta resolver este concepto? ¿Que validez tiene? ¿Cuál es el marco teórico en el que se introduce? Éstas son preguntas lógicas que puede hacerse algún alumno motivado.

Es conocido que la idea de hidrólisis de una sal fue una hipótesis *ad hoc* introducida por Arrhenius en el marco de su teoría electrolítica para explicar la reacción ácida o básica de las disoluciones de sales ‘neutras’. En este contexto teórico tratamos de que los estudiantes comprendan las diferencias entre los procesos de *disolución*, *disociación iónica*, *hidrólisis* y *neutralización*. Y para ello les presentamos los correspondientes esquemas de reacción.

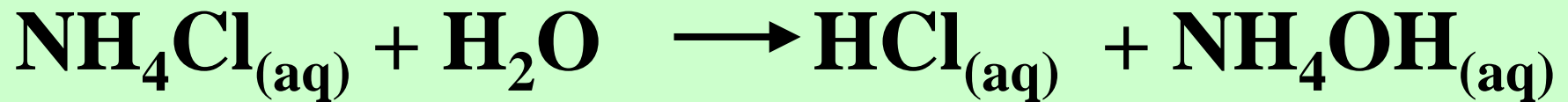
Disolución y disociación del gas NH₃:



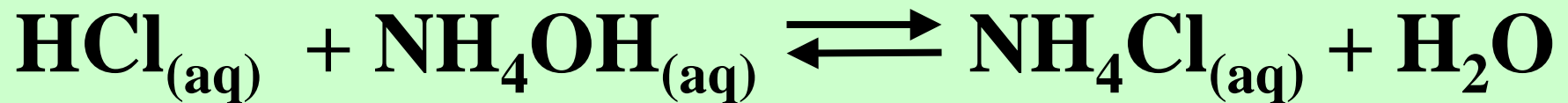
Neutralización entre ácido y base:



Hidrólisis del cloruro amónico:



Equilibrio ácido-base//hidrólisis sal :



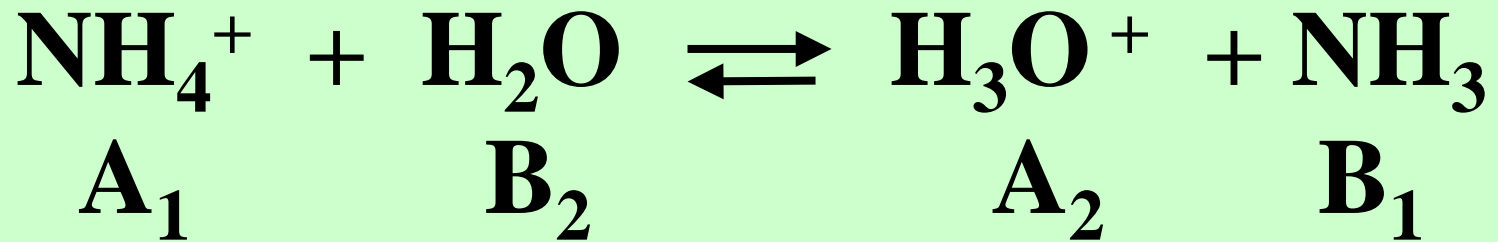
Meditando ante estos simbolismos el mismo alumno puede plantearse preguntas (¡y contradicciones!): ¿Cómo aceptar que la disolución acuosa del gas amoniacó sea una *disociación iónica* y, sin embargo, la del cloruro amónico se considere un proceso diferente denominado *hidrólisis*? ¿No parece arbitraria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

Según los filósofos de la Ciencia,

**¡el significado y el campo de validez de
un concepto dependen del modelo o
marco teórico en el que se ha construido!**

Este problema de la hidrólisis unido a otros como el del limitado campo de validez de la teoría de Arrhenius 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...*

HIDRÓLISIS DEL ION AMONIO:



- *que ahora la consideramos una reacción entre un ácido y una base,*
- *¡como la neutralización !.*

Más información sobre cómo presentamos las reacciones acido-base en:

Furió-Más, C., Calatayud, M^aL., Guisasola, 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* (en prensa).

En resumen, al presentar los contenidos de Química hay una falta de atención a la historia y naturaleza de la ciencia. Eso nos impide conocer cuales fueron las dificultades, los obstáculos que hubo que superar y, por la misma razón, nos impide comprender y resolver muchas de las dificultades que se les presentará a los estudiantes.

En consecuencia, una presentación rígida de los conceptos y teorías impedirá que los mismos estudiantes puedan plantearse la construcción de conocimientos químicos como *aventura del pensamiento* imposibilitando su motivación.

Hace falta una profunda transformación de las estrategias utilizadas en la enseñanza de la química que tengan como objetivo básico favorecer *la autorregulación del estudiante* enfrentándole a problemas interesantes, ayudándole a idear estrategias o destrezas que le familiaricen con el *'saber hacer'* del trabajo científico y a 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, respetuoso y de aprecio. Es decir, necesitará un *clima de aula muy positivo*.

D) Finalmente mencionar que otro cambio necesario para estimular la motivación del estudiante 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 el 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 errores subsanables con más trabajo.

En resumen, la motivación 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 así 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 y de las estrategias que les proponamos. Así como de las expectativas positivas del propio profesor respecto 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 compartirlos, es decir, ¡en sentirlos también!

¡No olvidemos que, a la larga, lo que generalmente perdura más en la memoria son estos sentimientos!