

Algunas reflexiones sobre Enseñanza de Química a Nivel Elemental

M. Martín-Sánchez¹, M^a. T. Martín-Sánchez²

¹Facultad de Educación, Universidad Complutense, Madrid.

²IES Fernando de Rojas, Salamanca.

Es importante en Enseñanza tener en cuenta que ningún medio, método, técnica... es la panacea, por eso se debe tender a buscar un equilibrio en la utilización de todas las posibilidades, pensando que siempre que se abuse de una de ellas se está perdiendo todo lo que de bueno y positivo tienen las demás y se está inclinando el péndulo hacia un extremo, que puede ser tan malo como el opuesto.

En la enseñanza nunca se dan dos situaciones exactamente iguales por el gran número de variables que intervienen: profesor, alumnos, medios, y un largo etc., hasta la hora del día, las horas que alumnos y profesor llevan trabajando, algún suceso inesperado... El profesor tiene que tener capacidad para reaccionar, en todo momento, y encauzar algo que parecía que no le interesaba a los alumnos hasta conseguir que la mayoría tomen parte activa.

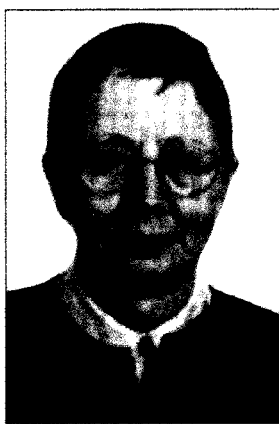
Los alumnos, lo mismo que los profesores, no son nunca seres ideales y muchas veces, a una gran mayoría, es necesario convencerlos de que es muy importante para su formación aprender a trabajar y trabajar bien, para ello es fundamental el entusiasmo y el buen hacer del profesor.

Por otra parte creemos que, en este momento, se están haciendo unos esfuerzos enormes por investigar cómo aprenden los alumnos y se ha dejado abandonada la tarea de ser profesor. Evidentemente para ser buen profesor es necesario tener en cuenta cómo aprenden los alumnos, qué problemas

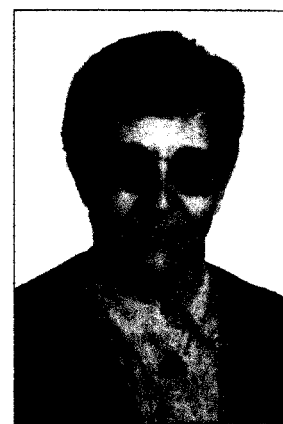
tienen, si siguen o no lo que estamos tratando de enseñarles pero todo eso se puede percibir sin gastar el tiempo en grandes investigaciones, y utilizando el tiempo en "enseñar".

A los alumnos es necesario enseñarles a observar, a hacerse preguntas frente a un fenómeno cualquiera, pero todo eso no lo puede hacer si al mismo tiempo no adquiere unos conocimientos. Para pensar, para buscar, para plantearse preguntas se necesita tener conocimientos.

Aprender los principios de cualquier materia es lo mismo que aprender a leer en esa materia, para saber leer se necesita conocer las letras, para poder leer entendiendo se necesitan unos conocimientos mínimos. Esos conocimientos mínimos es mejor intentar transmitirlos de forma secuenciada. Queremos decir con esto que, después de más de treinta años enseñando, hemos podido comprobar, que se defienden mejor y son capaces de seguir buscando, los alumnos que siguieron un programa más o menos tradicional de contenidos mínimos que aquellos que se les intentó explicar a base de temas concretos, como por ejemplo "El agua", introduciendo sobre la marcha los diferentes conceptos. Por supuesto, para mantener el entusiasmo y el interés de los alumnos es muy im-



Manuela Martín-Sánchez



María Teresa Martín-Sánchez

portante recurrir a ejemplos de la vida diaria cada vez que un tema se presta a ello o experimentos sencillos que pueden entender y que si son más llamativo dejarán más impacto en ellos y les permitirá recordar mejor. Aunque como todo tiene su peligro, puede ocurrir que se acuerden solo del ejemplo sin haber entendido el concepto.

La Química es una ciencia nueva para los alumnos, con un lenguaje completamente diferente, su aprendizaje es costoso. Siempre aprender "cuesta", pero saber es muy gratificante. Para que los alumnos no se queden en la cuneta sigue siendo imprescindible el entusiasmo del profesor que les empuja y, a pesar de todo, siempre habrá algunos con los que no consiga mucho, normalmente, hasta esos, al pasar los años siguen apreciando el ambiente de trabajo y de búsqueda que se les inculcó en las clases.

En los niveles de secundaria es importante ir muy despacio, repetir los

conceptos, hacer experimentos, hacer problemas numéricos y cualquier tipo de ejercicios que les sirva para repasar, afianzar y entender los conocimientos que queremos transmitirles.

La Química es la ciencia que estudia la estructura de la materia y sus reacciones, ciencia que resulta extremadamente difícil porque con ella se pretenden explicar unos hechos y fenómenos macroscópicos imaginándose unas explicaciones submicroscópicas, esto hace que, a un nivel elemental, resulte mucho más difícil que la Física para los alumnos.

Cualquier profesor sabe lo que le cuesta a los alumnos de secundaria, imaginarse cuál es el tamaño de los átomos y de las moléculas. Cuando hablas con ellos te das cuenta de que creen que se pueden contar y ver las moléculas, quizás porque se confunden con la idea de célula que si la han visto al microscopio.

Sin entender lo que son átomos, moléculas, iones, enlaces químicos, teoría cinético molecular, reacción química, energía y entropía no se puede hablar de una formación química. El valor formativo derivado de llegar a entender estas ideas que suponen la doctrina de la Ciencia Química es incalculable.

Cuando un profesor ha impartido una materia durante varios años, no hace falta que sean muchos, y se ha preocupado de comprobar qué sucede con los alumnos que tiene en el aula y

qué entienden de esa materia los alumnos, se da cuenta de que existen una serie de temas, conceptos, etc., con los que siempre, año tras año, tienen los mismos problemas.

¿Cómo se les puede ayudar a superar esos problemas y esas situaciones?. Consideramos que de alguna manera, pueden ser preguntas planteadas por escrito (trasparencias, fotocopias), ejercicios, una simple conversación en el aula,... tratando de atacar estos problemas haciendo que los alumnos reflexionen sobre ellos, se den cuenta de sus errores e intentar que cambien sus esquemas.

La habilidad del profesor para plantear cuestiones orales o escritas, es la mejor forma de abrir la mente de los alumnos para que se fijen e intenten aprender lo que se le está planteando. De esta forma llegarán a adquirir conocimientos que sean verdaderamente significativos. Este tipo de cuestiones son las que un alumno no puede encontrar en un libro por muy bueno que sea. Como dice Carlton (1996) *"Un profesor de ciencias debe ser visto por sus alumnos como un co-inquiridor, no como una autoridad... siempre contestará una cuestión con otra cuestión"*.

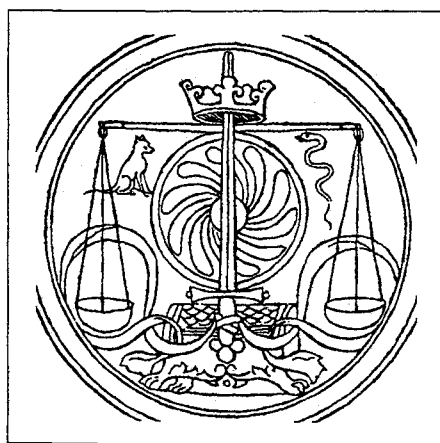
No cabe ninguna duda que este método tiene problemas contra los que habrá que luchar para que no se produzcan. Para que esta forma de trabajar funcione cuando se está haciendo con un "grupo grande de alumnos" lo

primero que se necesita es convencer a los alumnos que todos deben participar intentando contestar las cuestiones que se plantean, para lo cuál desde el primer día será necesario establecer unas reglas de participación. En este diálogo con todos los alumnos se de tiempo suficiente para poder contestar las preguntas que se plantean. De alguna manera habrá que luchar contra los alumnos que no están dispuestos a contestar, porque creen que queda en evidencia su ignorancia y convencerlos de que ignorantes somos todos, para poder aprender se debe estar dispuesto a preguntar y a intervenir. Nunca suele ser irrelevantes las cuestiones que plantean los alumnos si se ha conseguido llegar a un clima adecuado en el aula.

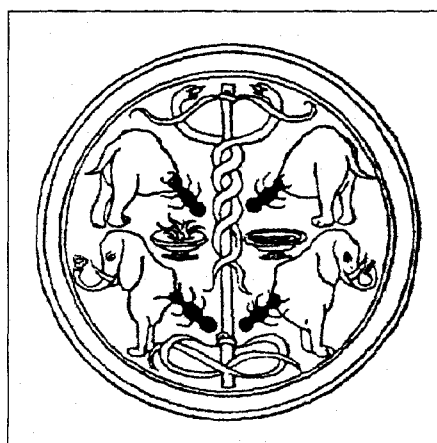
Será necesario de alguna manera localizar a los más pasivos para intentar que todos participen, por eso, como sistema las cuestiones no podrán estar dirigidas a la clase en su totalidad, será bueno que vayan dirigidas a un alumno en concreto, pero cambiando constantemente de destinatario.

Pero también es importante que los alumnos se mentalicen de que atender es entender, entender lleva retener y retener permite recordar. Solo se puede pensar sobre lo que se recuerda.

Para tener éxito en la enseñanza es necesario conjugar cómo aprenden los alumnos, que no todos aprenden igual, con cuáles son los intereses de



Enigmas sobre el Ideal Humano del Estudiante de la Universidad de Salamanca. La espada no se inclina ni por la amistad el perro, ni por odio la serpiente.



La cooperación convierte a las hormigas en elefantes, el darse la espalda convierte a los elefantes en hormigas.



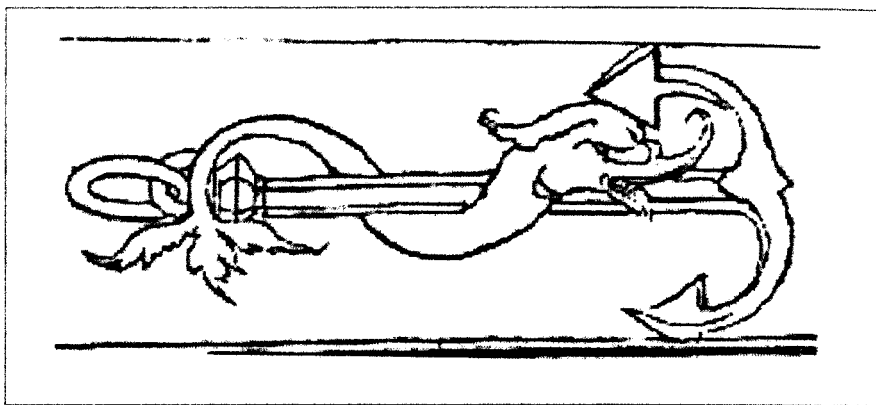
Dos figuras que ni se remontan ni se hunden.

los alumnos en un momento determinado que suelen ser de lo más variados, pero predominando en un porcentaje altísimo los que solo quieren pasar la asignatura y si es con sobresaliente todavía mejor y, sin duda, si no tiene que hacer nada mucho mejor.

Nunca estará justificado pretender tener éxito, como está plenamente demostrado, con una enseñanza por descubrimiento, se ha comprobado hasta la saciedad que sería lentísima. Es absurdo pensar que los alumnos pueden llegar a descubrir lo que se ha tardado dos mil años en descubrir. Por otra parte, tampoco puede servir para aprender a trabajar como trabajan los científicos, será una simple parodia de lo que hacen los investigadores. Estos tienen unos conocimientos, se pasan gran parte de su tiempo en la biblioteca, no siguen un camino único, ni esos pasos que nos pretenden contar en los libros que es el método científico. Los científicos se plantean un problema, un camino a seguir para resolver ese problema, pero dicho camino no va a ser nunca en línea recta, el hecho de que sea tortuoso y lleno de obstáculos le hará cambiar con frecuencia y buscar otros caminos. Puede que este modelo sea válido para algo muy puntual y nunca planteado como un verdadero descubrimiento.

Todos, los alumnos y los profesores, somos muy limitados y bastante incapaces de descubrir, así por las buenas, por muy bien planteadas que nos las pongan, muy pocas cosas. Cuando comenzamos a trabajar por primera vez con los alumnos en el laboratorio, hicimos unas fichas guía con una abundante bibliografía a su disposición, pero muy limitadas en cuanto a instrucciones, pensando que ellos serían capaces de seguir nuestras propuestas. Pronto nos dimos cuenta que aquello no funcionaba, cuando fueron pasando los años nos hemos convencido que para que los alumnos no abandonen el trabajo, unos porque se pierden y otros porque se aburren, es necesario que la ficha de trabajo le proporcione más ayudas.

Intentar seguir el modelo de investigación y plantear el proceso enseñan-



Delfín símbolo de la rapidez unido al ancla, símbolo del reposo.

za-aprendizaje como resolución de problemas, tampoco puede ser válido como método único, porque para poder resolver los problemas y no perderse se necesitarán unos conocimientos que, muchas veces, no serán tan mínimos y que será mejor transmitirlos por vía "expositiva" para que los alumnos tengan en que apoyarse para resolver y plantear problemas.

No siempre lo que se piensa que va a funcionar será el método ideal o ayuda eficaz en la práctica. Al final de los años setenta, en la universidad de Ljubliana que funcionaba francamente bien, en aquella época, en la formación y puesta al día de los profesores, pensaron que lo ideal para enseñar la Geografía a los alumnos de primaria sería hacer una películas del tipo de las que tenían gran aceptación entre los alumnos de aquella edad, pero que los episodios se desarrollaran siempre junto a montes, ríos, etc. cuyos nombres constantemente se repetían. El resultado final fue que la mayor parte de los alumnos se aprendieron todos los nombres de los actores pero prácticamente ninguno aprendió los nombres de los ríos, montañas, etc.

No basta enseñar Química, es necesario enseñar como aprenderla. Como dice Dudley Herron (1996) el profesor debe:

1. Identificar y corregir las deficiencias en los procesos generales de pensamiento de los alumnos
2. Enseñar conceptos específicos, operaciones y vocabulario que requiere el curso
3. Desarrollar una necesidad intrínseca de pensar "preguntándose" o "in-

vestigando" y, de usar de forma espontánea de pensamiento operacional mediante la producción de esquemas cristalizados y de hábitos de formación

4. Producir comprensión y entendimiento del propio proceso de pensar del profesor, en particular de aquellos procesos que producen éxitos o fracasos.
5. Producir una motivación intrínseca que se refuerza por el significado del currículo en un amplio contexto social.
6. Cambiar la orientación de los estudiantes, de ser receptores pasivos de lo que les dice el profesor, a ser generadores activos de conocimiento.

"La educación debe hacer individuos autónomos capaces de adquirir información por sí mismos, juzgar la validez de la información adquirida y hacer deducciones razonables relacionadas con dicha información" (Dudley Herron, 1984).

No se presupone que la enseñanza de tipo expositivo debe estar fuera de lugar, lo único que se insiste es que cuanto mayor sea la interacción entre el profesor y el alumno, de los alumnos entre sí, etc., se está favoreciendo la posibilidad de aprendizaje, con la formación de nuevos esquemas.

Dudley Herron (1984) añadía "La influencia fundamental que las investigaciones en psicología y en educación han tenido en mi propia enseñanza es la variación en la parte de tiempo que dedico a hablar a los alumnos en relación con el que dedico a preguntarles que piensan ellos".

Los profesores no deben ser como un simple libro dispensadores de información. Deben de tener unos conocimientos de la materia, de la psicología y de la didáctica que les permita utilizar lo que es más adecuado en cada momento.

El desarrollo de cada idea o cada concepto se debe de hacer paso a paso, de forma que los alumnos entiendan por qué los químicos han llegado a ese nuevo concepto. Por ejemplo, si definimos METAL como un elemento que tiene más tendencia a ceder electrones y no metal como más tendencia a coger, lo primero que se planteará un químico cómo podrá cuantificar esas tendencias y tendrá que definir unas nuevas magnitudes que de alguna forma les permita cuantificarlas

Si vamos a hacer la reacción del yoduro de potasio y el nitrato de plomo (II), sabemos que debemos calcular las cantidades, pero antes hemos visto que debemos utilizar disoluciones, lo primero será como nos las arreglamos para calcular las cantidades partiendo de las disoluciones. ¿Qué es concentración de una disolución y cómo nos interesa medirla para facilitar los cálculos?

Los profesores no deben ser como un simple libro dispensadores de información. Deben de tener unos conocimientos de la materia, de la psicología y de la didáctica que les permita utilizar lo que es más adecuado en cada momento. Deben transmitir a los alumnos información, ayudarles a entender y descubrir por qué esa información es importante, enseñarles a utilizar la información para resolver problemas o para preguntarse otras cuestiones.

El vocabulario es muy importante, pero su significado puede variar según el contexto y ese contexto, muchas veces, pasa desapercibido para el profesor que lo está utilizando constantemente pero le produce líos y complicaciones a los alumnos cuando utiliza el mismo término que ya no tiene exactamente las mismas características. Por ejemplo se han descrito comportamientos de los ácidos y a continuación se habla de que el vino

está ácido pero resulta que ya no reacciona con el cinc produciendo hidrógeno.

Una de las dificultades de la Química reside en el carácter abstracto de un gran número de conceptos que no se pueden ver, ni pueden ser significativos para los alumnos, por ejemplo cómo pueden diferenciar conceptos como elemento, compuesto y mezcla.

Por otra parte, de un mismo concepto tenemos definiciones a nivel microscópico y macroscópico, añadiendo además, a veces, una representación por un símbolo. No existen atributos que se puedan detectar visiblemente, que puedan aclarar a un alumno que está empezando, la diferencia entre elemento y compuesto.

¿Por qué el aluminio es un elemento y el agua es un compuesto?. No es visible para el alumno, ni puede entender, sin tener un grado mayor de abstracción, junto con más conocimientos que el aluminio es un ejemplo de elemento y el agua no lo es.

Algo similar sucede con la mezcla y compuesto, si se trata de una mezcla homogénea. Entiende perfectamente las heterogéneas como puede ser hierro y arena, sin embargo no lo entenderá si hablamos de aire, leche, vino... etc.

Con relación al concepto de mol como un número de entidades no deberían tener problema los alumnos porque es algo concreto, un número de cosas, elementos, electrones, iones... etc., sin embargo si tienen problema para hacerse una idea del tamaño tan enorme de ese número y a su vez del tamaño tan superpequeño de las moléculas, los átomos, etc.

Los conceptos cuyos ejemplos son invisibles como átomos, iones, etc., se pueden ilustrar con simulaciones de ordenador, teniendo en cuenta que a veces es simulaciones también les pueden llevar a confusiones como por



La pierna sentada lleva alas en la mano; la pierna moviéndose lleva una tortuga en la mano.

Determinar cuál es el contenido más apropiado para cursos dirigidos a profesores de primaria y secundaria es uno de los problemas más difíciles. ¿Qué conceptos deben saber y a qué nivel? ¿Cuáles deben enseñar y cómo? ¿Hasta que punto lo que ellos enseñen a un nivel puede afectar a un aprendizaje posterior?

ejemplo crear que tienen color. Otros ejemplos que son visibles como el cobre, el aluminio, tienen características microscópicas que con invisibles.

Les decimos a los alumnos que un "elemento", en Química, es cuando todos los átomos son iguales y, a continuación, introducimos el concepto de isótopo, con lo cual ya hay átomos diferentes, que no deja de ser una incongruencia más.

Para enseñar un concepto o una materia no hay un único camino que sea el adecuado, pueden existir varios, incluso un camino puede dar lugar a esquemas que se deban cambiar con una instrucción posterior.

Determinar cuál es el contenido más apropiado para cursos dirigidos a profesores de primaria y secundaria es uno de los problemas más difíciles. ¿Qué conceptos deben saber y a qué nivel? ¿Cuáles deben enseñar y cómo? ¿Hasta que punto lo que ellos enseñen a un nivel puede afectar a un aprendizaje posterior?.

Según DE Vos... (1994) para que cualquier programa de Química, de un nivel elemental sea aceptable debe cumplir las siguientes condiciones:

- *La estructura debe ser químicamente correcta*
- *Debe incluir todos los conceptos químicos esenciales que aparecen en un cuestionario de escuela secundaria*
- *Debe incluir las relaciones esen-*

ciales que aparecen ya descritas en los libros de texto

- *Debe presentar la química como una unidad coherente y completa*

El objetivo general es que los estudiantes deben aprender a explicar y predecir los fenómenos químicos estudiando los hechos, métodos y teoría, producidos por sus predecesores.

La especialización solo es posible después de haber cubierto todo el campo de la Química General y esta debe incluir:

- *Propiedades de las sustancias puras: color, puntos de fusión, ebullición, densidad combustibilidad, ...*
- *Mezclas: separación: destilación, filtración, extracción, cromatografía*
- *Fenómeno físico / fenómeno químico*
- *Importancia de la tabla periódica*
- *Los compuestos más importantes están relacionados con muy pocos elementos*
- *En cada compuesto no suelen intervenir más de tres elementos distintos*
- *Un fenómeno químico se caracteriza por:*
 - *conservación de la masa*
 - *aspecto energético*
 - *una reacción siempre transcurre con variación de energía, pero la energía de Gibbs de los reactivos y*

productos depende de muchas circunstancias por eso no se puede predecir si una reacción va a ocurrir o no sin saber en que condiciones

- la velocidad de reacción depende de la concentración, temperatura, presión, tamaño de las partículas, catalizadores

De Vos (1985) "*los problemas de enseñanza se deben resolver estudiando a los estudiantes*"

Insistimos que es una materia difícil, pero no está justificado por eso que se deje de enseñar, además del valor formativo que puede tener para un alumno, es la base para poder explicar infinidad de fenómenos y muchas otras ciencias que en ella se apoyan. Enseñar Química no se puede reducir, como se está pretendiendo desde determinados sectores, a enseñar solo unos modelos de cómo ha ido formándose la Química, modelos que no serán en absoluto significativos para los alumnos que no tienen la formación de los que propugnan tales modelos y que por desconocer la filosofía que encierran van a carecer de capacidad para entenderlos. Un alumno no puede tener la visión de conjunto que tiene un profesor que lleva muchos años trabajando en esa materia.

AQ

BIBLIOGRAFÍA

- Carlton, E., (Dec. 6,1996) Throw the monkey into the sea..., *Times educational Supplement*
- De Vos, W. and Verdonk, A.H. (1985) A New Road to Reactions, part 5 The elements and its atoms *Journal of Chemical Education*, 64 (12) pp. 1010-1013
- De Vos, W., Berkel Van B. and Verdonk, A.H. (1994) A coherent Conceptual Structure of Chemistry Curriculum, *Journal of Chemical Education*, 71(9), pp. 743-746
- Dudley Herron, J. (1978) Establishing a need to know, *Journal of Chemical Education*, 55(3) pp. 190-191
- Dudley Herron, J. (1984) Using Research in Chemical education to improve My Teaching, *Journal of Chemical Education*, 61(10) pp. 850-854
- Dudley Herron, J. (1996), *The Chemistry Classroom. Formulas for successful Teaching*, American Chemical Society, Washington