

QUÍMICA ATRACTIVA EN UN INGRESO A LA UNIVERSIDAD

Julio Andrade Gamboa^{a,b}, Hugo Luis Corso^{a,b}, María Elena Severino^a

^(a) Centro Regional Universitario Bariloche (Universidad Nacional del Comahue)

^(b) Centro Atómico Bariloche (Comisión Nacional de Energía Atómica), Av. Bustillo km 9,500, (8400) San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

andrade@cab.cnea.gov.ar

[Recibido en Noviembre de 2008, aceptado en Marzo de 2009]

RESUMEN ^(Inglés)

En este trabajo se presenta una propuesta de secuencia didáctica para la enseñanza de una química de ingreso universitario en cursos numerosos. Se hace hincapié en la importancia de una presentación amena y atractiva como principal característica para favorecer los aprendizajes. Se propone una secuencia didáctica en la que cada unidad temática se inicia con un experimento mostrativo, se analiza de manera dialogada lo observado, y se incluyen actividades con modelos elaborados por la cátedra, resolución de situaciones problemáticas seleccionadas y puestas en común generalizadoras.

Palabras clave: enseñanza de ciencias; química inicial universitaria; motivación.

INTRODUCCIÓN

Para algunos estudiantes, la química suele ser como la verdura en la alimentación de los niños. La verdura es importante para la dieta pero a los niños no les gusta. Afortunadamente, las madres de todos los tiempos han diseñado estrategias efectivas para lograr que sus hijos las ingieran. Ellas saben que gran parte del éxito depende de *cómo se preparen* y, más importante aún, de *cómo se presenten*.

La falta de interés por el estudio de la química de ciertos estudiantes, que incluso suele darse con algunos que deciden seguir carreras universitarias afines con esta disciplina, posiblemente obedezca a cierta actitud desfavorable hacia la asignatura química y que, en definitiva, para los estudiantes se traduce en una actitud no favorable hacia la propia ciencia química. Es decir, ciertas preparaciones y presentaciones dentro del "menú" académico corriente, podrían brindar una imagen poco atractiva de la química.

Los alumnos que ingresan a la Universidad suelen manifestar una gran expectativa frente a la instrucción universitaria. Por lo tanto, la situación se presenta como ideal para aplicar con ellos estrategias de enseñanza que permitan lograr un acercamiento más amigable a la química.

A continuación vamos a describir el diseño didáctico de un curso de química de ingreso (dictado a razón de tres clases semanales durante ocho semanas, en tres comisiones de unos 60 alumnos cada una) a las carreras de Licenciatura en biología, Profesorado en biología, Tecnología en acuicultura e Ingenierías, del Centro Regional Universitario Bariloche de la Universidad Nacional del Comahue de la República Argentina.

LA PROBLEMÁTICA CORRIENTE Y LOS RESULTADOS DE LA REFLEXIÓN EN LA PRÁCTICA DOCENTE

La reflexión sobre nuestra práctica docente de varios años, y que permitió consolidar estrategias de enseñanza, fue sustentada en una hipótesis que bien podría resumirse en el siguiente proverbio del filósofo chino Confucio (551–479 A.C.): “Me lo contaron y lo olvidé; lo vi y lo entendí; lo hice y lo aprendí”. El significado de este dicho es útil tanto a docentes como a estudiantes, ya que sugiere a los primeros procurar diseños efectivos de enseñanza, e invita a los segundos a involucrarse de manera activa y responsable en su propio aprendizaje.

La asignatura química es un recorte de la ciencia química con fines didácticos, que no debe atender sólo a la mejor selección de temas, sino que debe permitir a los estudiantes un acercamiento gradual, natural y entendible. Es importante hacer ver a los alumnos que ellos no son receptores pasivos de las “verdades” transmitidas por los docentes, que los conceptos y procedimientos de la ciencia no surgen de acciones mágicas de los científicos, y pueden incorporarse (con el alcance de un dado recorte didáctico) a la propia realidad del estudiante. Nuestra experiencia nos dice que el éxito de una práctica docente bajo los preceptos mencionados requiere, además, de una ambientación cordial, distendida, divertida; con actividades motivadoras y participativas, como los debates, puestas en común y los trabajos en grupo.

En ocasiones, toda esta concepción es (involuntariamente) desatendida en los diseños tradicionales de enseñanza, tanto que, para muchos estudiantes, la química termina resultando no menos que aburrida.

La frase de Confucio que hemos citado menciona grados de acercamiento a la comprensión y, obviamente, incluye de manera implícita el grado más precario de ellos (también predicho desde cualquier pensamiento intuitivo): Nadie puede entender la explicación de algo si no sabe de qué se le está hablando. En cuanto a la enseñanza de la química, esta situación se traduce en: Nadie puede entender la explicación de un fenómeno que nunca ha visto. Por ello debemos plantearnos con riguroso sentido autocrítico: ¿cuidamos los docentes de presentar adecuadamente un tema antes de desarrollarlo?

El aprendizaje de la química requiere correlacionar y coordinar los aspectos vinculados a los tres niveles de descripción/interpretación: microscópico (atómico-molecular)¹, macroscópico y simbólico (Johnstone, 2006; Dalton, 2003; Pozo, Gómez- Crespo, Limón y Sanz Serrano, A., 1991). La mayoría de los diagnósticos realizados en diferentes países muestran que, en gran parte, las concepciones alternativas (teorías

¹ Con la palabra *microscópico* queremos referir al nivel inobservable (para contraponer al macroscópico observable), pero incluso imposible de examinar con microscopios ópticos. Algunos autores proponen emplear términos como *submicroscópico* o *nanoscópico*.

implícitas de los alumnos) se deben a desconexiones entre los niveles macroscópico y microscópico (Gabel, Samuel y Hunn, 1987; Furió y Furió, 2000; Espíndola y Capani, 2006; de Vos y Verdonk, 1987; Onwu y Randall, 2006; Trinidad Velasco y Garritz, 2003).

Suele ocurrir que en diseños inadecuados de enseñanza la instrucción se comience directamente por el nivel simbólico; que el nivel macroscópico se relegue a una práctica para reforzar lo aprendido, y que se suponga que la concepción del nivel microscópico forma parte de las destrezas del alumno.

Incluso puede que en algunos casos el uso casi exclusivo del nivel simbólico, en desmedro de los otros niveles, pretenda reemplazar al macroscópico cuando se lo emplea para “mostrar” un fenómeno. Pero resulta obvio que no hay mejor manera de que un estudiante logre una imagen macroscópica de un fenómeno que la de permitirle que lo vea. Esta idea ha sido el eje central de nuestra práctica docente. Por eso es que durante el dictado del curso de ingreso de química introducimos cada tema con una actividad experimental mostrativa sencilla.

El diseño propuesto aquí es especialmente adecuado a cursos numerosos. La experimentación realizada no pretende reemplazar a aquella actividad de laboratorio que bajo diversas modalidades forma parte de las tareas de los alumnos en las asignaturas corrientes con grupos más reducidos.

LOS CONTENIDOS CONCEPTUALES

Ya mencionamos que la selección de temas no es suficiente para lograr un diseño curricular efectivo, aunque una adecuada elección es imprescindible. Pero, ¿qué es adecuada? No es el objetivo aquí el de discutir en detalle este asunto, y menos incursionar en el arduo debate acerca de los requerimientos de la universidad hacia el nivel medio o secundario (Donati, E. y Andrade Gamboa, J., 2007). Simplemente diremos que para nuestro curso el criterio de selección fue el del mínimo suficiente y necesario sobre el que puede construirse una química en el ámbito de nuestra Universidad. Así, los contenidos conceptuales de la química de ingreso son:

- Tema 1: La constitución de la materia y la formulación de sustancias inorgánicas;
- Tema 2: El proceso de medición, magnitudes y unidades;
- Tema 3: Cantidades químicas;
- Tema 4: Soluciones;
- Tema 5: Reacciones químicas y estequiometría.

En la figura 1 se presenta un mapa con los conceptos involucrados y su relación con cada uno de los tres niveles de representación.

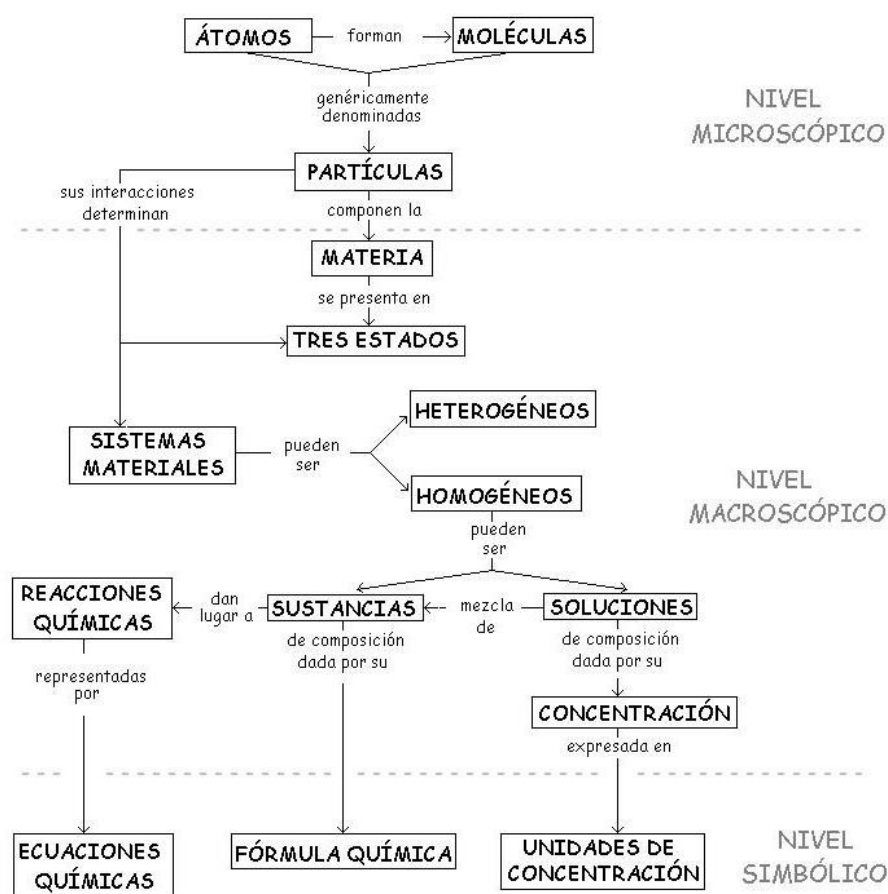


Figura 1.- Mapa que relaciona los contenidos conceptuales propuestos.

LAS BASES PARA LA ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN

Como se mencionó, la duración del curso es de ocho semanas, a razón de tres clases semanales. Cada unidad temática se desarrolla en un promedio de cuatro a cinco clases.

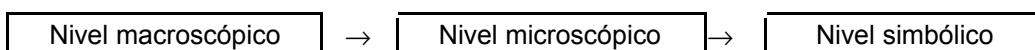
Todas las unidades temáticas se ajustan a una secuencia didáctica común. A continuación damos las generalidades de cada uno de esos momentos en el orden en que se llevan a cabo.

Experimento mostrativo

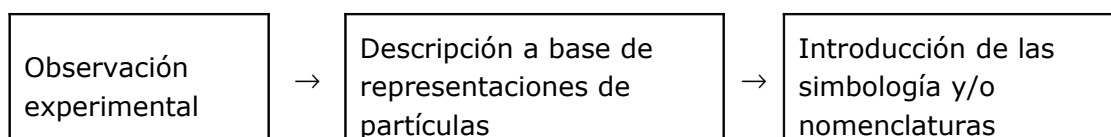
Tal como se adelantó, cada unidad temática se presenta a partir de una experimentación mostrativa. Ese momento de la clase actúa como un fuerte elemento motivador para los estudiantes y les ofrece un ámbito para expresarse libremente (comentarios, exclamaciones, preguntas, sugerencias). Como los experimentos son conducidos, además, con un poco de humor, el entusiasmo generado en los estudiantes hace muy sencillo para el docente continuar con las actividades en las que, dado el papel protagónico que se le otorga al alumno para la construcción del conocimiento, las interpretaciones no surgen de manera arbitraria o artificial, ni las simbologías aparecen como producto de un simple capricho semiótico.

Explicación

La experimentación mostrativa inicial, no sólo sirve de presentación a la temática a desarrollar, sino también actúa como generador de conflictos cognitivos al contraponerse con las teorías implícitas de los estudiantes. Y se intenta que estas se pongan en juego durante una explicación que se apoya en la siguiente secuencia de intervención de los niveles de interpretación



y que se materializa en la secuencia de instrucción:



Esta secuencia no pretende proponer una estructura rígida, ni tampoco sugiere una modalidad exclusivamente expositiva. Este esquema puede y debe ser adaptado a cualquier diseño de aula. Es sólo un trayecto posible para construir gradualmente las ideas principales acerca de una temática. Una vez que se ha avanzado en los tres niveles, y según el caso, se pueden efectuar múltiples ciclos pequeños y hasta iniciar secuencias en cualquier nivel y retornar o avanzar a los otros. Por ejemplo, si bien hemos desaconsejado comenzar con el nivel simbólico, una vez que se ha trabajado en el mismo, cualquier propuesta nueva en el ámbito simbólico podrá sugerir ideas significativas sobre los otros niveles.

La participación de los estudiantes se suele obtener en momentos en los que la explicación puede transformarse en una especie de diálogo socrático.

Durante el desarrollo de cada unidad, también se exhiben diversos materiales con la finalidad de consolidar los conceptos.

Los estudiantes también tienen posibilidad de acceso a material impreso que fue un subproducto reciente de la actividad de dictado del curso (Andrade Gamboa y Corso, 2007) y en el cual se han volcado las estrategias de instrucción, a modo de desarrollo ameno y gradual, con especial énfasis en las relaciones entre los tres niveles de representación.

Actividades manuales en grupo

El trabajo en grupo se desarrolla en un ambiente lúdico que permite que los estudiantes no deban aprender al ritmo de una explicación, sino que puedan seguir su propio tempo. Para estas actividades se ha construido material didáctico *ad hoc* (ver más adelante su descripción).

Puesta en común integradora

En esta instancia el docente intenta, a base de los resultados de los grupos, lograr los acuerdos conceptuales con los estudiantes.

Resolución de pocos problemas representativos

Es una práctica corriente en la enseñanza de una ciencia exacta, la resolución de problemas. Lo que también suele ser una práctica corriente, es la implementación de maratónicas actividades de resolución de problemas. Maratónicas y, en ocasiones, frustrantes para el estudiante.

En línea con la estrategia de aprendizaje por resolución de problemas (Solaz Portolés y López, 2006), y en contraposición con la tradición mencionada, se prefiere invitar a los alumnos a resolver por cada unidad un número reducido de problemas que, a su vez, posean un contenido que desalienten los intentos de resolución automatizada (algorítmica). Estos problemas los hemos denominado de manera coloquial, y empleando una analogía semántica farmacéutica, "problemas forte", y han sido seleccionados cuidadosamente de modo de poner en juego de manera integradora los contenidos de cada unidad temática, en lugar de proponer cálculos repetitivos en los que la variante sea un simple cambio de datos numéricos.

Una situación diferente es aquella que frecuentemente se da por el hecho de que los alumnos, alentados por sus primeros logros, solicitan con entusiasmo que se les entreguen más problemas para resolver. Estos requerimientos son atendidos de manera más personalizada.

Cuando se ve conveniente implementar una explicación en el pizarrón que ayude a compatibilizar ideas y procedimientos, el docente emplea con cierto énfasis un proceso de dramatización intelectual en lugar de presentar un análisis de variables e incógnitas.

Pruebas escritas con autocorrección

Una vez que se ha avanzado en el tema correspondiente, se invita a los alumnos a resolver en media hora uno o dos problemas a modo de prueba escrita. Luego el docente efectúa la resolución de los problemas en el pizarrón, la que queda a la vista, y se les solicita a los alumnos que evalúen su propia resolución (o la resolución de un compañero).

Diseño en grupos de problemas a ser resueltos por otro grupo

Cerca del final del desarrollo de la unidad temática correspondiente se propone la conformación de un número par de grupos y la invención de un problema. Luego cada dos grupos se efectúa el intercambio de problemas para su resolución. Finalmente cada grupo se encarga de la corrección de la resolución efectuada por el otro grupo.

Esta instancia genera un ámbito de sana competencia que estimula un esmerado trabajo por parte de los alumnos, tanto para lograr creatividad en el planteo de problemas como en la eficacia para afrontar su resolución.

BREVE DETALLE POR TEMA DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA PROPUESTA

Para el tema 1 (la constitución de la materia y la formulación de sustancias inorgánicas), se podría plantear ¿cuál es la experimentación que permita hacer la

presentación? La respuesta es: mirar el propio universo. No es necesario diseñar otro experimento que no sea observar y pensar. Por eso es que se propone a los estudiantes que imiten a los filósofos de la antigua Grecia y se los invita a realizar el experimento mental de subdivisión de la materia. Para ello se toman un clavo de hierro y un trozo de cobre como fuente de inspiración para llegar al concepto de átomo y la existencia de diferentes clases de átomos (introducción a la Tabla Periódica de los elementos). Y con base en una porción de iodo o agua, se introducen los conceptos de molécula, sustancia simple, compuesta, etc. Con el empleo de modelos moleculares domésticos hechos con pelotitas de poliestireno (Figura 2) se completa la imagen corpuscular de la materia y se induce naturalmente a la simbología para la descripción de la composición molecular (fórmulas químicas).

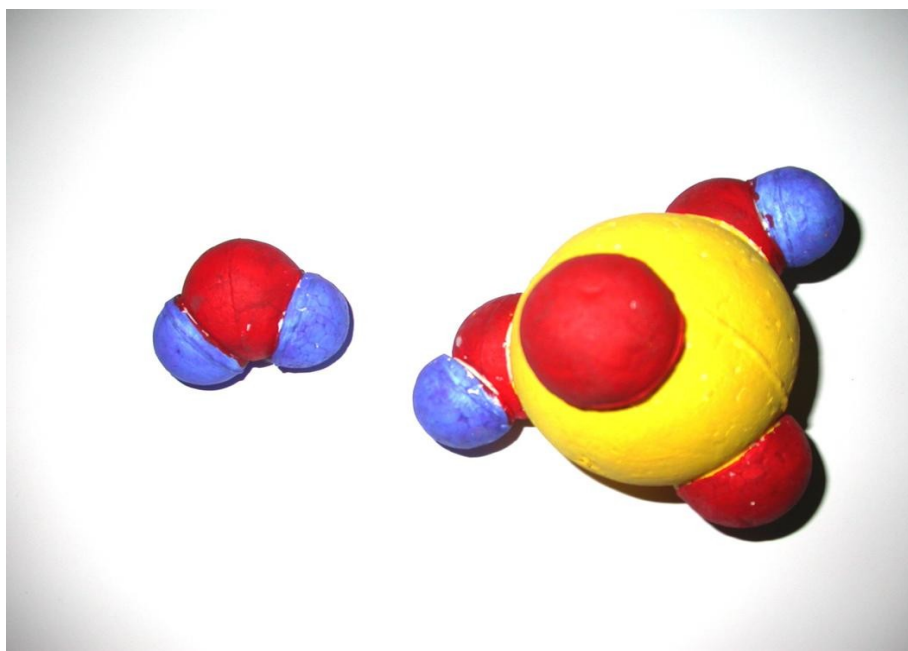


Figura 2.- Modelos de poliestireno para el agua (izquierda) y el ácido sulfúrico (derecha). Los átomos de los elementos representados son: azufre (amarillo), oxígeno (rojo) hidrógeno (celeste).

Es necesario recalcar el cuidado que se debe tener en el trabajo en el nivel simbólico, atentos a que en esta instancia se comienza con la primera representación simbólica de la química que es, precisamente, el símbolo de cada elemento químico. En principio opera sólo como una denominación abreviada, pero es conveniente que adquiera la categoría de representación atómica, para que luego se pueda transferir sentido a la representación de la fórmula química. Por eso, y desde este temprano uso simbólico y en general extendido a todos los contenidos, es bueno tener como advertencia tres preceptos: 1) ¡Cuidado!, las simbologías no necesariamente se explican a sí mismas; 2) Un hecho es único, mientras que las representaciones simbólicas pueden ser variadas; 3) Primero está el hecho científico, luego está la simbología.

Para la formulación de sustancias inorgánicas, se comienza explicando que existen diferentes tipos de compuestos (óxidos, sales, hidróxidos, ácidos), y se indica que se va a dar una serie de reglas prácticas para acceder a la fórmula molecular de las

diferentes sustancias. Para ello se introduce el concepto de capacidad de combinación¹ (Andrade Gamboa y Corso, 2007) y se propone trabajar en grupo con modelos de cartulina para formular compuestos (Figura 3). Y este tema transcurre fundamentalmente por los niveles microscópico y simbólico, ya que es la continuación natural del tema anterior, pero bien se puede retornar al nivel macroscópico (y así es aconsejable hacerlo) cuando se muestren sustancias que el alumno formuló en el papel. Por ejemplo, resulta muy estimulante ver que el CuCl y el CuCl_2 existen y poseen diferentes colores, ya que da crédito a que lo que se formula se corresponde con una realidad macroscópica que está ligada de alguna manera con la naturaleza microscópica. Finalmente se formaliza un esquema de formulación y se introduce a la nomenclatura química.

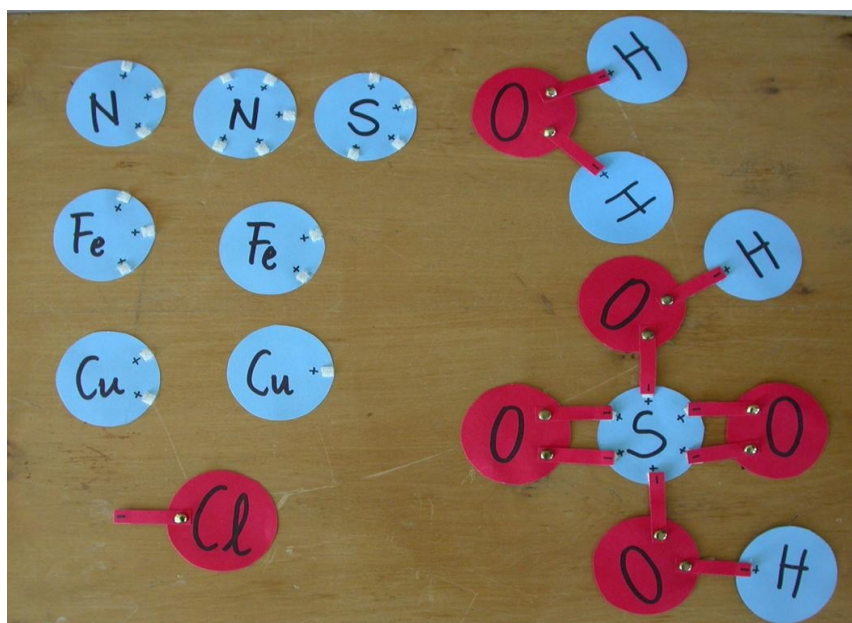


Figura 3.- Modelos de cartulina para formulación de compuestos. A la izquierda se ejemplifican las formulaciones del agua (arriba) y del ácido sulfúrico (abajo).

Para reafirmar la visión molecular de la materia se realiza como actividad grupal una clasificación (átomo, molécula, sustancia simple, sustancia compuesta, etc.) a base de un set de clips coloreados con diferentes configuraciones de enganches y para los que cada color representa un elemento químico diferente (figura 4). En este caso, los clips son utilizados solamente para representar la composición atómica de una molécula, dejando de lado tipos de enlace o consideraciones geométrico-estructurales.

El tema 2 (el proceso de medición, magnitudes y unidades) se introduce tomando las concepciones derivadas de la propia experiencia de los estudiantes, bajo la idea de que el cuerpo de conocimientos de toda ciencia experimental se construye a base de mediciones. Este tema es normalmente identificado por los alumnos como perteneciente a la física (obviamos por el momento todo debate sobre la falta de

¹ Concepto análogo al de número de oxidación, pero más apropiado al nivel del curso, por cuanto se puede extender con un único significado a agregados poliatómicos. Así el Cu^{2+} , cuyo número de oxidación es 2+, posee una capacidad de combinación igual a +2, mientras que el SO_4^{2-} posee una capacidad de combinación igual a -2, y no hay posibilidad de asignar un número de oxidación atómico alguno.

integración entre áreas), y en años anteriores se dictaba como primera unidad, lo cual generaba cierto desconcierto. En la actualidad se presenta como segunda unidad, luego de haber recorrido por los conceptos que indican que el curso es de química, y previo a unidades temáticas de fuerte naturaleza cuantitativa.

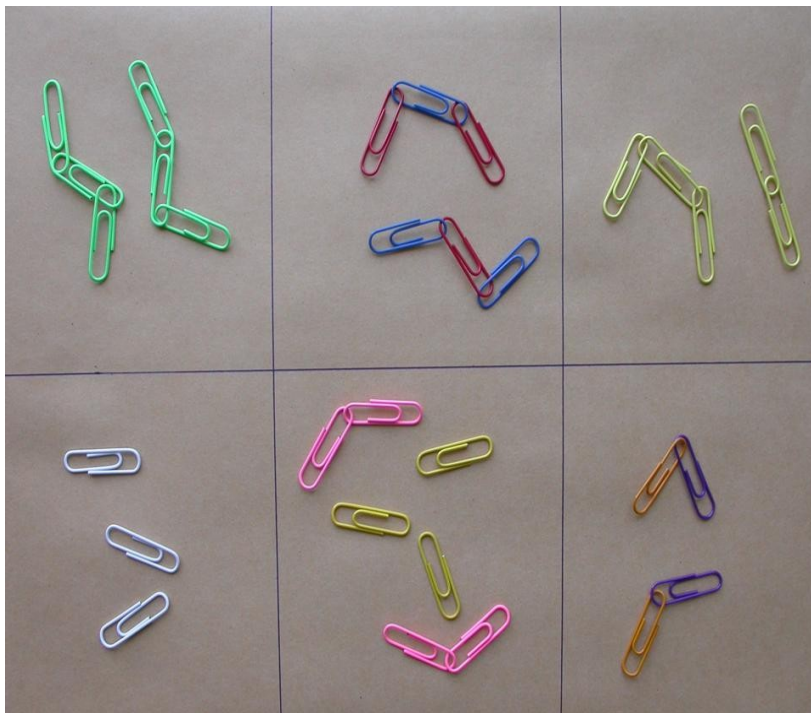


Figura 4.- Set de clips que simula diferentes sistemas moleculares.

Luego de una discusión con todo el grupo, se propone como planteo provocativo el de analizar la posibilidad de medir el espesor de una hoja con una regla milimetrada. Surge espontáneamente la idea de medición indirecta (determinación del espesor de un número conocido de hojas apiladas, que sí es medible con una regla). Esta construcción conceptual es de particular importancia en cuanto a la naturaleza científica del tema 3.

Finalmente se realizan actividades grupales de cálculo/medición de volúmenes de objetos de geometría regular e irregular, la pesada de un conjunto de objetos de vidrio, la determinación de su volumen y la representación gráfica de masa vs. volumen, para introducir al concepto de densidad.

El tema 3 (cantidades químicas) es esencialmente de naturaleza microscópica. Para su introducción se realiza un experimento que hace de análogo al mundo atómico (experimentación atómico-molecular simulada). Con una balanza de brazos iguales (Figura 5) se muestra la equivalencia entre la masa de 1 átomo de carbono y 12 de hidrógeno. Luego, se muestra la equivalencia entre la masa de 1 átomo de magnesio y dos de carbono. Esto permite desarrollar los conceptos de masas atómicas (moleculares) relativas y absolutas. El mol (Andrade Gamboa, Corso y Gennari, 2006) es presentado como un número muy grande, apto para contar agrupaciones atómicas presentes en cantidades observables, y para sensibilizar sobre su dimensión se comenta que aún no ha pasado un mol de segundos desde la creación del universo. En

todo momento se recurre a analogías que actúen como anclaje de las nuevas ideas, como por ejemplo, átomos de diferentes elementos representados por diferentes frutas con sus respectivas masas. En ocasiones este tipo de analogía se ha realizado cuantitativamente mediante la pesada de un número (100-200) de fideos pequeños, medianos y grandes. Esta experiencia, incluso se ha efectuado previa a la experimentación atómico-molecular simulada como base concreta para un posterior proceso de abstracción.



Figura 5.- Balanza que representa la equivalencia de masas entre 12 átomos de hidrógeno (platillo izquierdo) y un átomo de carbono (platillo derecho).

Con el tema 4 (soluciones) se puede resaltar que la presente experiencia docente trata de evitar que la presentación del tema sea de tipo magistral a base de la enunciación de definiciones como recurso disparador del proceso de construcción conceptual del alumno. Es preferible intentar que toda afirmación sea el resultado de un proceso comprensivo más que una aceptación incondicional. Por ello el experimento mostrativo para este tema es la preparación de soluciones acuosas de un sólido coloreado, empleando diferentes masas del sólido (Figura 6).

Resulta muy sencillo lograr la participación activa de los alumnos en un debate para opinar acerca de la aparente desaparición del sólido, la intensidad de color, el cambio de volumen, etc. Las ideas de homogeneidad y las magnitudes derivadas como consecuencia (densidad y concentración) son introducidas sin mayor dificultad haciendo el puente entre lo observado y la representación de partículas a nivel atómico. La actividad experimental posibilita que las definiciones (entre ellas la propia definición de solución), resulten de un proceso de construcción conceptual a posteriori de lo observado, en el que los propios alumnos puedan participar activamente. En

sucesivas clases se muestran experimentos de dilución y mezcla de soluciones, haciendo hincapié en el control visual que permite un soluto coloreado a los efectos de acotar los valores resultados de los cálculos. Esto permite incluso introducir la idea de un método analítico como es el de la colorimetría o espectroscopía en general.

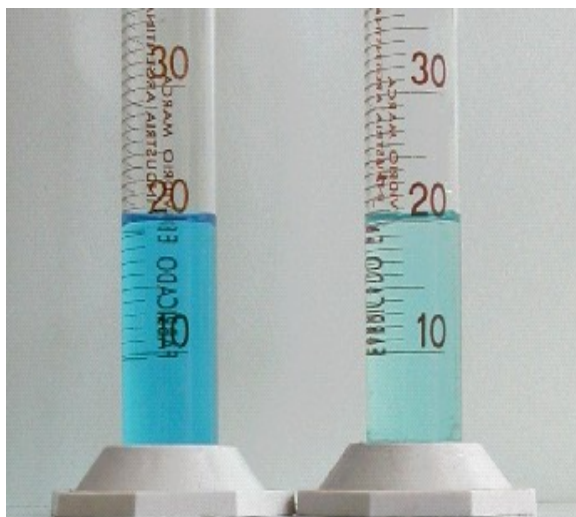


Figura 6.- Soluciones de sulfato de cobre concentrada (izda.) y diluida (dcha).

Para el tema 5 (reacciones químicas y estequiometría), se muestran los cambios producidos al mezclar diferentes soluciones incógnita (se eligen reacciones que manifiesten cambio de coloración, desprendimiento gaseoso, precipitación de un sólido, y desprendimiento de calor).

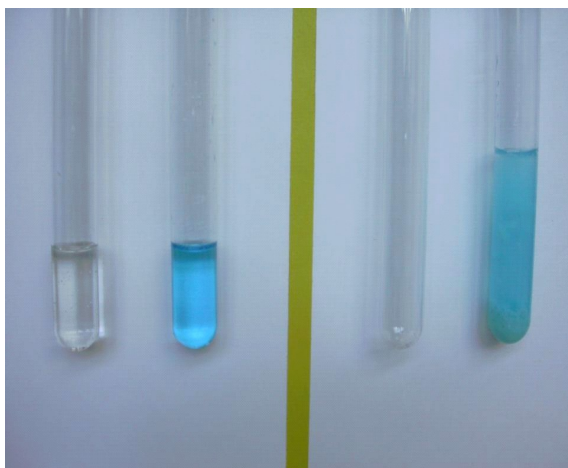


Figura 7.- Antes (izquierda) y después (derecha) de la mezcla de soluciones de hidróxido de sodio (incoloro) y sulfato de cobre (celeste). La reacción química involucra la formación de hidróxido de cobre (sólido gelatinoso celeste).

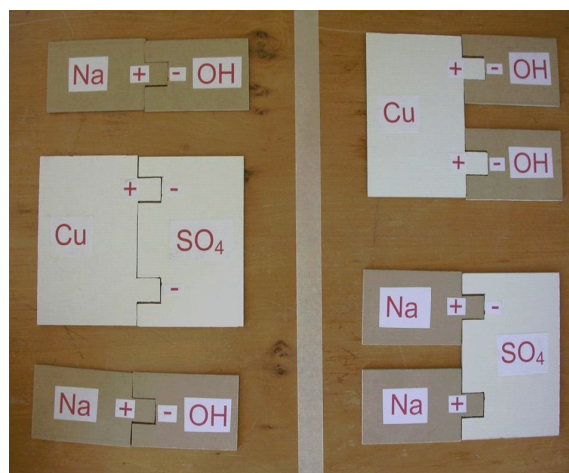


Figura 8.- Fichas magnéticas para introducir el concepto de reacción química (el ejemplo corresponde a la reacción mostrada en la figura 7).

La experimentación mostrativa de este tema se ha empleado con éxito para estimular en los estudiantes los procedimientos típicos de la ciencia experimental: observación, descripción, interpretación. Luego, a partir de una de las reacciones vistas (Figura 7), se develan los reactivos y se debate con los estudiantes para construir un modo de interpretación molecular y de representación simbólica de lo observado (ecuación química), asistidos por fichas magnéticas que representan los componentes moleculares (Figura 8).

Para facilitar la abstracción de las situaciones de exceso y defecto, se realiza una actividad grupal de estequiometría con clips, mediante la cual se pueden simular los aspectos microscópicos de situaciones experimentales iniciales y finales de un sistema de reacción.

Como último experimento mostrativo del curso se efectúa una valoración ácido-base a modo de reconstrucción real del enunciado del último problema a resolver que dice:

Para neutralizar 25 mL de una solución de ácido clorhídrico de concentración desconocida, se gastan 18 mL de una solución de hidróxido de sodio 0,5 M. Esta experiencia, conocida como valoración, permite determinar la concentración del ácido, mediante el uso de un indicador que señala el momento en que se llega a la neutralización. Calcular la concentración de la solución de ácido clorhídrico investigada.

Las consecuencias de esta exhibición son muy interesantes. Todos los estudiantes mantienen la atención de manera expectante y hasta suele haber exclamaciones ante el viraje del indicador (fenolftaleína) de incoloro a rosado. Incluso los estudiantes que pudieron resolver el problema se quedan maravillados al observar que la neutralización de los 25 mL de ácido se logra, efectivamente, con 18 mL de base. Casi como si fuera sorprendente que la química escrita se corresponda con una realidad. Para aquellos alumnos que en ese momento no resolvieron el problema, debido a que el obstáculo mayor suele ser la lectura comprensiva del enunciado, el experimento redunda en una ayuda esencial al proceso de abstracción.

OPINIÓN DE LOS ALUMNOS SOBRE LA QUÍMICA DE INGRESO Y CONCLUSIONES

Se realizaron encuestas de formato libre para recabar la opinión de los alumnos durante el curso o una vez que han empezado a cursar la química de su primer año. Las opiniones, casi de manera unánime, fueron positivas. Entendemos que, más allá de posibles objeciones o inconformismos puntuales, la mayoría del alumnado valoriza la ambientación lograda en el curso. Así, como síntesis de sus opiniones podríamos enumerar que:

- ♦ Las actividades (presentaciones, trabajos grupales, etc.) se evalúan como muy buenas,
- ♦ Se reconoce que el curso facilita el cursado de la química de primer año,
- ♦ Se valora con énfasis el esfuerzo, la dedicación, y el buen humor del plantel docente,

- ♦ Se evalúan las experiencias mostrativas como muy buenas o excelentes.

En conclusión, el curso resulta gratificante para nuestra actividad docente dada la buena recepción por parte de los estudiantes.

UN ENCUADRE PEDAGÓGICO PARA LA PROPUESTA PRESENTE

Como se ha mencionado, el diseño del curso de química de ingreso a la Universidad, es el resultado de reflexión docente a lo largo de casi dos décadas. Las prácticas docentes se fueron adecuando empleando la intuición y observando los resultados (no sólo de las evaluaciones, sino también la actitud del alumno).

Para efectuar algún tipo de validación del diseño didáctico creímos conveniente recurrir a la visión pragmática dada por la Teoría Uno de Perkins (Perkins, 2003), que este autor sintetiza como:

“La gente aprende más cuando tiene una oportunidad razonable y una motivación para hacerlo.”

La Teoría Uno es una concepción acerca de la buena enseñanza basada en el sentido común. No hace referencia a ninguna teoría educativa específica sino que hace hincapié en que toda práctica docente debe atender a garantizar los siguientes aspectos (no se trata de un método sino de requisitos que cualquier método debe cumplir):

- Información clara.
Descripción y ejemplos de objetivos, conocimientos requeridos y resultados esperados.
- Práctica Reflexiva.
Oportunidad para el alumno de ocuparse activa y reflexivamente de aquello que deba aprender.
- Realimentación informativa.
Consejos claros y precisos para que el alumno mejore su rendimiento y pueda proceder de manera más eficaz.
- Fuerte motivación intrínseca y extrínseca.
Actividades ampliamente recompensadas, sea porque son muy interesantes y atractivas en sí mismas o porque permiten obtener otros logros que importan al alumno.

Afortunadamente, la esencia de la secuencia didáctica propuesta en el presente trabajo se adecua a los requerimientos de la Teoría Uno de Perkins, de acuerdo con lo resumido en el cuadro 1.

La motivación: una preocupación

El objetivo primordial de intentar configurar un curso de química atractivo es el de fomentar el interés de los estudiantes para involucrarse de manera activa y responsable en su propio aprendizaje. Dado que la tarea docente implica una intervención en un universo complejo socialmente insertado, no resulta fácil atender a

todos los aspectos que favorezcan el interés de aprender. Actualmente hay acuerdo en sostener que una de las causas de la falta de interés reside en una actitud negativa de los estudiantes hacia la ciencia (Vázquez y Manassero, 2008; Solbes, 2009), que, según nuestro entender, y tal como mencionamos en la introducción, está dada por el hecho de que el principal elemento de juicio sobre la ciencia química es la asignatura química. Entonces, un diseño didáctico debe incluir acciones tendientes a promover en los alumnos actitudes favorables hacia la ciencia. Para esto, en el curso empleamos nuestra experiencia como científicos para presentar, en alguna medida, aspectos de la naturaleza de la ciencia, aunque el diseño didáctico pone énfasis en las motivaciones de los alumnos hacia los conceptos de química. El encuadre teórico empleado (Perkins, 2003) para validar la propuesta didáctica hace uso de las nociones de motivación intrínseca (el propio aprendizaje como recompensa) y extrínseca (recompensa en calificaciones, premios, etc.), las cuales constituyen, una dicotomía controvertida (Gagné y Deci, 2005) o, en el mejor de los casos, la segunda carecería de importancia (Solbes, 2009). No obstante a cierto cuestionamiento que podría recibir el poner énfasis en aspectos de motivación extrínseca, en el curso, valorando la actividad docente como tarea de intervención social, se ha tenido en cuenta un único tipo de recompensa, tales como el reconocimiento, la aprobación o el aliento. Estos estímulos, dada la posibilidad de no ser reconocidos como reguladores del comportamiento, son refuerzos verbales que pueden incidir en un aumento de la motivación intrínseca (Bain, 2007). A su vez, el reconocimiento de los logros del alumno, también contribuirán al afianzamiento de su personalidad.

SECUENCIA DIDÁCTICA PROPUESTA	PRECEPTOS DE LA TEORÍA UNO
EXPERIMENTO MOSTRATIVO	Presentación clara. Motivación intrínseca y extrínseca.
EXPLICACIÓN	Valoración de concepciones de los alumnos. Motivación extrínseca.
ACTIVIDADES GRUPALES MANUALES	Realimentación informativa
PUESTA COMÚN INTEGRADORA	Realimentación informativa
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS "FORTE"	Práctica reflexiva
PRUEBAS CON AUTOCORRECCIÓN	Realimentación informativa
DISEÑO EN GRUPOS DE PROBLEMAS A SER RESUELTOS POR OTROS GRUPOS	Motivación intrínseca y extrínseca

Cuadro 1

CONCLUSIONES

La tarea de enseñar ciencias, y en particular en el caso de la química, es una actividad compleja, en la que intervienen muchos factores. Resulta imposible atender de

manera minuciosa y consciente a todo ese universo de condicionamientos. Pero nuestra experiencia nos ha enseñado que si se tienen en cuenta los aspectos que hacen a la motivación del estudiante, mediante una presentación ordenada y vistosa, otras cuestiones igualmente importantes (tales como las señaladas por la Teoría Uno) casi aparecen por añadidura. Por eso creemos que la posibilidad de diseñar una asignatura que muestre una ciencia atractiva es un factor determinante para el aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade Gamboa, J. y Corso, H. L. (2007). *Pasaporte a la química universitaria. Una articulación con la enseñanza media*. Buenos Aires: Editorial Dunken.
- Andrade Gamboa, J., Corso, H. L. y Gennari F. C. (2006). Se busca una magnitud para la unidad mol. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 3(2), 229-236. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista>
- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. València: Publicaciones de la Universitat de València.
- Dalton, R. M. (2003). The Development of Students' Mental Models of Chemical Substances and Processes at the Molecular Level, Chapter 1, y las referencias citadas. PhD thesis. Consultado el 4 de octubre de 2008 en <http://handle.uws.edu.au:8081/1959.7/81>
- de Vos, W. & Verdonk, A. H., (1987). A new road to reactions, part 4. The substance and its molecules, *Journal of Chemical Education*, 64, 692-694.
- Donati, E. y Andrade Gamboa, J. (2007) ¿Qué queremos que sepan sobre Química los alumnos que ingresan a la Universidad? *Revista QuímicaViva*, Volumen 6, número especial: Suplemento educativo, mayo de 2007. En línea en: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar>.
- Furió, Carlos y Furió, Cristina. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*. 11(3), 300-308.
- Gabel, D. L., Samuel, K. V. & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64, 695-697.
- Gagné, M. & Deci, E. L. (2005). Self-determination theory and work motivation. *Journal of Organizational Behavior*, 26, 331-362.
- Johnstone, A. H. (2006). Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 49-63.
- Onwu, G. O. M. & Randall, E. (2006). Some aspects of students' understanding of a representational model of the particulate nature of matter in chemistry in three different countries. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(4), 226-239.
- Perkins, D. (2003). *La escuela Inteligente*, Editorial GEDISA S.A., capítulo 3.

- Pozo, J. L., Gómez Crespo, M. A., Limón, M. y Sanz Serrano, A. (1991). Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química. Madrid. CIDE. Servicio de Publicaciones del MEC.
- Solaz Portolés, J. J. y López, V. S. (2006). ¿Podemos predecir el rendimiento de nuestros alumnos en la resolución de problemas? *Revista de Educación*, 339, 693-710.
- Solbes, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (I): resumen del camino avanzado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 6(1), 2-20. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista>
- Trinidad Velasco, R. y Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química* 14(2), 92-105.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 5(3), 274-292. En línea en: <http://www.apac-eureka.org/revista>

ATTRACTIVE CHEMISTRY FOR PRE-UNIVERSITY STUDENTS

SUMMARY

In this work, a didactic sequence proposal for teaching chemistry, suitable for large audiences, is presented. The importance on motivation by means of pleasing and attractive activities to enhance learning is stressed.

Keywords: *teaching science; undergraduate chemistry; motivation.*