

Revista de la Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina

Educación en la Química

es una publicación semestral de la Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina, ADEQRA, Personería Jurídica N° 8933 que se distribuye gratuitamente a los miembros de esta Asociación. Es una revista que busca contribuir a la interrelación entre los docentes y los investigadores de las ciencias químicas y de la educación química. En ella se dan a conocer experiencias de aula, resultados de investigaciones, avances tecnológicos, noticias científicas, y todo otro aporte original que oriente el enriquecimiento y profesionalización del docente de química y colabore en el mejoramiento de su tarea.

Los editores agradecen cartas, ideas, sugerencias y artículos que puedan resultar de utilidad a otros colegas.

El contenido de los artículos firmados es responsabilidad de sus autores.

Se recomienda cautela al realizar los experimentos y demostraciones que se proponen.

Se autoriza la reproducción de los materiales, citando la fuente. (Título clave abreviado: Ed. en la Quim.)

Editor Responsable

Luz Lastres Flores
(ex-Universidad de B. Aires)

Co-editora

M. Gabriela Lorenzo
(Universidad de B. Aires-CONICET)

Colabora

Mónica Steinman
(ISP J. V. González, B. Aires)

Consejo Asesor

Daniel Bartet (UMCE, Chile)
Erwin Baumgartner (Universidad de B. Aires)
Faustino Beltrán (Acad. Argentina de Artes y Ciencias de la Comunicación)
Marta Bulwik (ex-ISP J. V. González, B.A.)
Raúl Chernikoff (Universidad N. de Cuyo)
Norma D'Accorso (Universidad de B. Aires)
Lilia Davel (Universidad de B. Aires)
Lydia Galagovsky (Universidad de B. Aires)
Andoni Garritz (UNAM, México)
Hernán Miguel (Universidad de B. Aires)
Norma Nudelman (Universidad de B. Aires)
Héctor Odetti (Universidad N. del Litoral)
Laura Vidarte (ISP J. V. González, B.A.)

Este número se edita con el aporte de un subsidio del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología



ADEQRA, Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina, Personería Jurídica N° 8933, es una asociación sin fines de lucro que reúne a docentes de los diferentes niveles educativos de nuestro país, interesados en la formación y capacitación continua.

Entre los fines y objetivos de la Asociación que figuran en su Estatuto, pueden citarse:

- Procurar que la enseñanza de la Química sea cada vez más significativa y eficiente en todo el país y en los distintos niveles educativos.
- Promover el estudio y la investigación en la enseñanza de la Química en todos los niveles.
- Fomentar el intercambio y la comunicación entre personas y las instituciones dedicadas a la enseñanza de la Química.
- Contribuir al perfeccionamiento profesional de sus asociados mediante la divulgación de información científica, metodológica y de temas de interés común.
- Suscitar la inquietud de los docentes de Química por temas que contribuyan a ubicarlos frente a los problemas fundamentales de carácter científico y técnico que enfrenta el país.

Comisión Directiva.

Presidente: Luis Mario Costa

Vicepresidente: Celia E. Machado

Secretaria: Estela Zamudio

Prosecretaria: Myriam Klein

Tesorero: Dante Oscar Tegli

Protesorero: Raúl Enrique Fernández

1° Vocal titular: Andrés Raviolo

2° Vocal titular: Adriana Letícia Rocha

1° Vocal suplente: Violeta Torres

2° Vocal suplente: Gustavo Rodolfo Borro

Comisión revisora de cuentas

1° Titular: Karina Roxana Di Francisco

2° Titular: Luz Enriqueta Lastres Flores

3° Titular: Graciela Assenza Parisi

1° Suplente: Héctor Ricardo González

2° Suplente: Mónica Cristina Steinman

Domicilio legal de ADEQRA

Instituto Superior de Formación Docente N° 24, B. Houssay. Pasaje Crámer (bis) 923 (1876) Bernal, Pcia de Buenos Aires, Argentina

Para reflexionar

DEFINICIONES BÁSICAS DE LA QUÍMICA: UNA DISCUSIÓN DIDÁCTICA

III: ÁTOMO, MOLÉCULA E ION

Andrés Raviolo

Universidad Nacional del Comahue. Bariloche.

araviolo@bariloche.com.ar

Resumen

Este trabajo realiza una revisión de las definiciones de algunos conceptos básicos de la química atendiendo a la lógica del discurso y a los aportes de la investigación en la didáctica de las ciencias. En esta oportunidad se analizan las definiciones de: átomo, molécula y ion.

Palabras clave: definiciones, química, revisión didáctica, átomo, molécula, ion.

Abstract

In this work, a revision is carried out about the definitions of basic chemical concepts focusing in the logic of discourse and in the results of the science teaching research. In this opportunity, the definitions of the concepts: atom, molecule and ion, are analyzed.

Key words: definitions, chemistry, didactic revision, atom, molecule, ion.

Con esta entrega se termina la serie de tres artículos sobre definiciones de conceptos elementales de química. En los dos anteriores (Raviolo, 2008a y b) se reflexionó sobre la percepción que tenemos como profesores de química de que existen cuestiones que no cierran en las definiciones básicas de la química, ciertas incoherencias que muestran los textos y que refleja la lectura de nuestro discurso de aula. De aquí la necesidad de discutir y revisar estas definiciones atendiendo no sólo a su rigurosidad científica e histórica,

sino también a su coherencia dentro de una secuencia lógica del discurso y, fundamentalmente, a los aportes de la investigación en didáctica de la química.

Como se mencionó anteriormente una definición es una explicación del significado de un término con el fin de eliminar la vaguedad y la ambigüedad de las palabras. Para que una definición sea una caracterización teóricamente adecuada de un término científico, la primera información que tiene que aparecer en ella es la referida a la cla-

se en que se incluye el término definido; por ejemplo, las clases “materia”, “sustancia” y “partícula” para definir respectivamente a sustancia, compuesto y átomo. Esta consideración no siempre se aprecia en las definiciones encontradas en los libros de texto de química.

Un análisis de: (a) los textos disponibles para el nivel medio (e incluso de algunos textos universitarios), (b) las respuestas que dan los profesores y (c) las concepciones alternativas que sostienen los alumnos, muestra una situación caótica y preocupante, con respecto a la presentación lógica y didáctica de las definiciones de los conceptos básicos de la química. Por tratarse de conceptos iniciales, sobre los cuales se enlazan los otros conceptos en el edificio teórico de la química, deberían definirse con una menor dispersión y mayor cuidado.

Este trabajo se propone analizar las definiciones de átomo, molécula y ion.

ESTRUCTURA DE LA PRESENTACIÓN

En las dos entregas anteriores de esta serie de artículos se discutieron las definiciones de los conceptos: química, sustancia, mezcla, reacción química, elemento, sustancia elemental y compuesto. En este artículo se abordarán las definiciones de átomo, molécula y ion.

El análisis de las definiciones se presenta con el siguiente orden:

- discusión a nivel macroscópico y luego a nivel microscópico. En esta entrega sólo microscópico
- presentación de alguna definición de tex-

to universitario y/o de la IUPAC

- discusión didáctica de las definiciones, atendiendo a las posibles contradicciones en la lógica del discurso y a las concepciones alternativas que podría fomentar. En este punto, cuando se hace referencia a definiciones de libros de texto de secundaria y a porcentajes, se está refiriendo a datos extraídos del análisis realizado por Raviolo (2008c), donde se revisaron los 20 textos más utilizados en Argentina.
- presentación de una definición sugerida que atiende a las cuestiones anteriores
- profundización de algunos aspectos que es necesario que el docente conozca, en algunos casos son cuestiones fundamentales, en otros casos mera información.

PARTÍCULA

La clase, como primera información que tiene que figurar en las definiciones de los conceptos de átomo, molécula y ion, es partícula.

No se encuentra en los textos una definición general de partícula, aunque es frecuente la mención de las siguientes partículas: fundamentales, elementales, subatómicas, nucleares, alfa, beta, coloidales, etc. En el diccionario partícula es caracterizada como “parte pequeña”, a lo que habría que agregarle que es “identificable como una entidad separadamente distinguible” (IUPAC, al definir entidad molecular).

En este trabajo, nos referimos a partículas como unidades que pertenecen al nivel microscópico de la materia. Consideramos que no es necesario emplear el término sub-

microscópico para hacer referencia a partículas más pequeñas que el micrón. Por ejemplo, se usa el término microscopio electrónico y no submicroscopio electrónico. Bastaría aclarar que hacemos referencia a partículas extremadamente pequeñas como los átomos, con diámetros entre 30 y 300 picómetros aproximadamente.

Existe una inmensa diversidad de sustancias porque existe una gran variedad de partículas que forman esas sustancias y diversas formas en que esas partículas se unen y/o distribuyen entre sí. Todos los materiales están formados por átomos o por partículas que pueden considerarse (por lo menos en su definición) como derivadas de éstos como las moléculas o los iones.

El texto universitario de Umland y Bellama (2000) se refiere a partículas unitarias o unidades: “las partículas unitarias de los ácidos son moléculas”, “las unidades de muchas sales son iones”. Al respecto, en cursos básicos de química, nos interesan dos tipos de partículas de las sustancias:

- Partículas características o representativas: moléculas (sustancias moleculares), átomos (gases nobles, sustancias covalentes), iones: cationes y aniones (sustancias iónicas) y cationes y electrones de valencia deslocalizados (sustancias metálicas). Son las partículas químicas que caracterizan la sustancia y que la distinguen de otras. Aunque las sustancias pueden ser distintas no sólo por el tipo de partícula, sino por la distribución de esas partículas en el espacio y el tipo de fuerzas que las unen.
- Partículas comunes a todas: protones, neutrones y electrones (partículas subatómicas).

En química resulta conveniente referirse más a núcleos atómicos y electrones: “En las reacciones químicas se conservan los núcleos atómicos”. Como se verá a continuación, los términos partícula mononuclear y partícula polinuclear serán claves para definir a átomo, molécula y ion.

DEFINICIÓN DE ÁTOMO

“Es la unidad básica de un elemento que puede intervenir en una combinación química. No tiene carga eléctrica neta” (Chang, 1999).

“La partícula más pequeña que caracteriza a un elemento químico” (IUPAC, 1997).

“La partícula más pequeña representativa de un elemento” (Brown y otros, 2004).

Discusión didáctica: En las definiciones anteriores, y por lo tratado en el artículo anterior habría que reemplazar la palabra “elemento” por la de “sustancia elemental”. Algunas definiciones tienen el inconveniente de que dependen del difuso y polisémico concepto de combinación. Por ejemplo, Chang (1999) presenta, incluidas en las reacciones redox a las reacciones de combinación como “dos o más sustancias se combinan para formar un solo producto” y como opuestas a las reacciones de descomposición. También suele utilizarse combinación como sinónimo de mezcla. Además de los átomos otras partículas, como moléculas o iones, pueden también participar en las combinaciones químicas.

Las afirmaciones: “El átomo es la partícula característica de una sustancia sim-

ple”, “Los elementos químicos están formados por átomos”, resultan imprecisas porque hay sustancias elementales cuya partícula representativa es una molécula (por ejemplo, oxígeno, ozono, nitrógeno, yodo, etc.).

“Átomo es una partícula muy pequeña que forma la materia” (Umland y Bellama, 1999), es ambigua porque hay muchas partículas que forman la materia.

“Partícula más pequeña que posee propiedades de un elemento” (texto de nivel medio) donde elemento es usado como sinónimo de sustancia elemental. De esta definición se desprende que el átomo posee las propiedades de la sustancia que forma. Este tipo de definiciones promueve la consolidación de concepciones erróneas relacionadas con la transferencia de propiedades macroscópicas al nivel microscópico: “el átomo de cobre es maleable”.

Al respecto, en un 30% de los libros de texto se aprecian las cuestionables asociaciones entre átomo - menor partícula de una sustancia elemental y molécula - menor partícula de un compuesto. “Átomo: parte más pequeña de un elemento. Molécula: parte más pequeña, con existencia individual estable, de una sustancia pura simple o compuesta”. Generalmente, estas asociaciones surgen como derivadas de introducciones históricas (Dalton, Avogadro) y están presentes en alumnos universitarios (Stains y Talanquer, 2007). Estos autores comprobaron que estas relaciones se refuerzan más que debilitan con el transcurso de los estudios universitarios.

El análisis de textos mostró que al átomo se lo incluye en las categorías de: “partícula” (40%), “menor porción” (25%), “uni-

dad básica o fundamental” (5%), otras categorías difusas como “estructuras” o “constituyentes” (10%): “Son constituyentes de las moléculas”, “Muchas evidencias demuestran que la materia está constituida por estructuras infinitamente pequeñas, los átomos”.

Definiciones sugeridas: “*Un átomo es una partícula, unidad básica de la materia, dado que toda la materia está constituida por átomos o por partículas que pueden considerarse derivadas de ellos*”.

“*Un átomo es una partícula mononuclear (con un solo núcleo atómico) neutra*” (Sosa, 2007).

Profundización: ¿no hay materia sin átomos? aunque el átomo es una unidad básica de la materia, la pregunta anterior provoca un interesante debate. El átomo es una partícula neutra formada por un núcleo positivo y electrones con carga negativa alrededor de éste. Es una partícula de diámetros entre 30 y 300 picómetros aproximadamente y de masas del orden de 10^{-22} - 10^{-24} gramos.

En el artículo anterior se profundizó la afirmación de que todos los átomos que tienen igual número de protones en el núcleo, átomos con igual número atómico, constituyen una clase de átomos llamada elemento químico. Esta definición se amplió, para incluir a los iones mononucleares, como “una clase de partículas con núcleos atómicos que poseen igual número de protones”. Los elementos químicos son clasificados en la tabla periódica.

Las propiedades químicas son aquellas propiedades para cuya observación se requie-

re un cambio químico. La idea de que el átomo es la partícula más pequeña de la sustancia elemental que conserva las propiedades químicas de la misma, no resulta apropiada, porque las propiedades químicas se refieren al nivel macroscópico de la materia y se manifiestan con un conjunto grande de átomos, como las relacionadas con el equilibrio químico. Incluso en el nivel microscópico, y de acuerdo al ajuste de la ecuación química, una determinada reacción podría necesitar varios átomos o moléculas de un reactivo. Este es otro aspecto a debatir: hasta qué punto una molécula conserva las propiedades químicas de la sustancia molecular.

Dos metáforas son útiles en la enseñanza: los átomos son los *bloques (ladrillos)* de construcción de la materia y los electrones de valencia son el *pegamento (cemento)* de los átomos. “Según la teoría atómica de Dalton; los átomos son los bloques de construcción básicos de la materia ...” (Brown y otros, 2004, pág. 36).

DEFINICIÓN DE MOLÉCULA

“Es el agregado de, por lo menos, dos átomos en un arreglo definido que se mantienen unidos por medio de fuerzas químicas (también llamados enlaces químicos) (Chang, 1999). “Es el agregado de, por lo menos, dos átomos en una colocación definida (Chang, 2007).

“Una entidad eléctricamente neutra consistente en más que un átomo” (IUPAC, 1997).

“Combinación química de dos o más átomos”, “Una molécula es un conjunto de

dos o más átomos estrechamente unidos” (Brown y otros, 2004).

“Molécula es una colección de átomos unidos fuertemente unos a otros que se mueven y actúan juntos como si fueran una sola identidad” (ACS, 2004).

Discusión didáctica: En general las palabras: agregado, arreglo, colocación, entidad, combinación, colección, resultan difusas y podrían provocar confusiones por sus otros significados cotidianos. Además tienen otros significados dentro de la química, por ejemplo, el término combinación química se utiliza en el nivel macroscópico como tipo de reacción química y el de arreglo como distribución de otras partículas “el arreglo de las moléculas en un sólido cristalino”.

Otro tipo de definiciones como la siguiente: “Molécula es la parte más pequeña de una sustancia que conserva las propiedades de la misma” o “Molécula es la unidad más pequeña de un elemento o compuesto que tiene las propiedades químicas del elemento o compuesto” (Umland y Bellama, 1999), consideran a todas las sustancias como moleculares. Además, la unidad representativa más pequeña de una sustancia elemental puede ser un átomo. Este tipo de definición favorece, como ya se destacó, la transferencia de propiedades macro a las partículas, a lo micro: “la molécula de glucosa es blanca”.

Estas contradicciones se ponen de manifiesto en el siguiente párrafo de libro de texto: “Molécula es la menor porción de una sustancia que puede existir en estado libre y conservar las propiedades de dicha sustan-

cia. Por ejemplo: la menor porción de agua que puede existir en estado libre y conservar las propiedades del agua, es la formada por 1 átomo de oxígeno y 2 de hidrógeno".

Otras definiciones utilizan clases que pertenecen netamente al nivel macroscópico como porción o conglomerado: "La menor porción de una sustancia que posee todas sus propiedades es una molécula. Esto es, una sustancia se puede subdividir en partículas cada vez más pequeñas hasta alcanzar el límite molecular", "Conglomerado de dos o más átomos unidos por enlaces covalentes".

Molécula es uno de los conceptos de la química con mayor dispersión en su definición. En los libros de texto la molécula es incluida en las siguientes clases: conjunto (agrupación, agregado, conglomerado) de átomos (40%), menor porción de sustancia (35%), partícula (25%), unidad (10%), átomos unidos por enlaces covalentes (10%) y menor porción de materia (5%). Se aprecia que algunos textos utilizan más de una clase para incluir a molécula. A su vez, destacan las siguientes características de la molécula: existe libre (35%), estable (20%) conserva propiedades de la sustancia (15%) y tiene una proporción definida de átomos (10%) (Raviolo, 2008c).

Definiciones sugeridas: *"Molécula es una partícula formada por dos o más átomos en un arreglo definido que se mantienen unidos por medio de fuerzas químicas. Debido a estas fuerzas estos átomos se mueven y actúan juntos como si fueran una sola identidad".*
"Una molécula es una partícula polinuclear neutra" (Sosa, 2007).

Profundización: Las definiciones anteriores, la de IUPAC y en general la mayoría de las definiciones que consideran a la molécula como un conjunto de átomos, no dan lugar a considerar moléculas "monoatómicas". Éste es un término que genera contradicciones y categorías imprecisas y hay que evitarlo en la enseñanza. Existen gases cuya partícula o unidad característica es un átomo, y no una molécula, como los gases nobles. Con lo cual también resulta innecesario hablar de moléculas poliatómicas.

De lo anterior se desprende que la afirmación "La partícula más pequeña de materia que puede encontrarse libre es la molécula" (texto de nivel medio), no es cierta. La definición de molécula como la menor partícula que puede existir en estado libre, lleva a aceptar el término molécula monoatómica para poder incluir a las sustancias atómicas gaseosas como los gases nobles. Por ejemplo, en la ionósfera, capa más externa de la atmósfera, se encuentran libres átomos de nitrógeno y de oxígeno.

Estas imprecisiones se aprecian en los siguientes párrafos extraídos de libros de texto: "Las sustancias simples cuya molécula está formada por un solo átomo constituyen moléculas monoatómicas, como la molécula de los gases raros y de muchos metales al estado de vapor ej. He, Ne, Ar, Xe, Na." "La partícula más pequeña de la materia que puede encontrarse libre es la molécula, formada por la unión de dos o más átomos, y en unos pocos casos es directamente el átomo".

Resulta útil hablar de moléculas homonucleares, formadas por núcleos iguales, como el O₂ y N₂, y moléculas heteronuclea-

res, como el H_2O , CO_2 y CH_4 . Las moléculas homonucleares son inactivas a la radiación infrarroja y no contribuyen al efecto invernadero, las heteronucleares sí.

Otras afirmaciones hacen depender el concepto de molécula al de unión covalente: “Molécula es el conjunto de átomos unido entre si mediante enlaces covalentes” que, además, resulta imprecisa porque podría corresponder a la definición de un sólido covalente como el diamante.

DEFINICIÓN DE ION

“Es una especie cargada formada a partir de átomos y moléculas neutras que han ganado o perdido electrones como resultado de un cambio químico” (Chang, 1999).

“Es un átomo o un grupo de átomos que tiene una carga neta positiva o negativa” (Chang, 2007).

“Una partícula atómica o molecular que tiene una carga eléctrica neta” (IUPAC, 1997).

“Átomo o grupo de átomos (ion poliatómico) que tiene carga eléctrica” (Brown y otros, 2004).

Discusión didáctica: Muchas definiciones se refieren a los iones como provenientes de moléculas o átomos. Esto resulta impreciso, o por lo menos innecesario, por ejemplo: ¿el ion sulfato se originó de una molécula? Por ello, muchos autores lo han revisado, como se aprecia en la edición siguiente de la Química de Chang (2002) que se cambió por “Ion es un átomo o grupo de átomos que tienen carga neta positiva o negativa”.

Lo anterior resalta en la siguiente afirmación de un texto de secundaria: “Cuando una especie química (un átomo o conjunto de átomos) adquiere una carga eléctrica neta, por ganancia o pérdida de electrones, se la denomina ion.” En este caso se utiliza la palabra especie química para referirse a una partícula, cuando es frecuente que se use como sinónimo de sustancia.

Otras afirmaciones no contemplan a iones poliatómicos como el sulfato “Un ion es un átomo que por cesión o por adición de electrones ha adquirido carga eléctrica”.

Otras definiciones resultan muy confusas: “Ion es una partícula cargada formada por la transferencia de electrones de un elemento, o por la combinación de elementos con otro elemento, o por la combinación de elementos” (Umland y Bellama, 1999).

Definiciones sugeridas: “*Ion es una partícula, es un átomo o grupo de átomos que tienen carga neta positiva o negativa*”.

“*Un ion es una partícula cargada mono o polinuclear*” (Sosa, 2007).

Profundización: Dado que el átomo es por definición una partícula neutra, la primera definición sugerida de ion cae en una “permitida” contradicción. Por esta misma razón es recomendable utilizar el término iones polinucleares en lugar de iones poliatómicos.

El ion H^+ es un caso particular, dado que constituye una partícula subatómica, un protón.

La IUPAC (1997) entiende por ionización a la generación de uno o más iones, que puede ocurrir por: (a) la pérdida de un

electrón de una entidad molecular neutra, (b) la heterólisis unimolecular (una entidad se convierte en dos o más iones) o (c) una reacción de sustitución heterolítica que involucra moléculas: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ La ionización a partir de átomo está incluida en (a) dado que entidad molecular neutra abarca al átomo.

En las definiciones de energía de ionización, afinidad electrónica y energía reticular es frecuente la transferencia de una propiedad macro como el estado de agregación a las partículas y hablar de “átomo gaseoso” o “ion gaseoso” (Malaver y otros, 2007): “La afinidad electrónica es el cambio de energía que ocurre cuando un átomo, en estado gaseoso, acepta un electrón para formar un anión”, “La energía empleada para separar completamente un mol de un compuesto sólido iónico en sus iones en estado gaseoso se denomina energía reticular” (Chang, 1999). Estos autores sugieren utilizar frases como: “átomos que forman parte de una sustancia gaseosa”.

CONCLUSIONES

En este artículo hemos mostrado que en los libros de texto se encuentra una inadecuada diversidad de clases en la que se han incluido a los conceptos químicos, especialmente para los casos de átomo y molécula. Si bien el conocimiento científico es relativo y transitorio, y las clasificaciones y definiciones son construcciones humanas, las definiciones de los conceptos básicos de la química, sobre los cuales se enlazan otros conceptos más complejos, deberían definirse

con una menor dispersión y mayor cuidado.

Esta diversidad e imprecisión se ve multiplicada en las explicaciones que se dan en las aulas y contribuye a confundir a los alumnos y a promover concepciones erróneas.

Muchas investigaciones han mostrado que los alumnos tienden a transferir propiedades macroscópicas de la materia (extensivas e intensivas) a las partículas. Por ello, se ha recomendado evitar definiciones que contengan frases como “es la menor partícula de...” o “... que conserva las propiedades de...”. La idea de que en un proceso de división continua de la materia el resultado obtenido conserva las propiedades del todo, podría estar reforzando ideas de la materia como continua.

También es necesario discutir con los alumnos algunas definiciones de textos en donde se le asigna a las partículas (átomos, moléculas o iones) estados físicos.

En las páginas anteriores, se ha fundamentado a favor de emplear más sistemáticamente el concepto de núcleo atómico. La sencillez y precisión de las definiciones de átomo, molécula y ion que hacen referencia a partículas mono o poli nucleares, con o sin carga eléctrica, es notoria. Así, un átomo es una partícula mononuclear neutra, una molécula es una partícula polinuclear neutra y un ion es una partícula cargada mono o polinuclear.

También se recomienda presentar la clasificación de los cinco tipos de sustancias de acuerdo a sus partículas características o representativas: moleculares, atómicas gaseosas, covalentes, iónicas y metálicas.

Por último, otra implicación importante de este trabajo es la necesidad de volver a reflexionar sobre las definiciones de los conceptos básicos de la química en distintos momentos del desarrollo del currículo, incluso en la universidad. Es un error creer que un concepto abstracto se aprende en un momento del programa en forma acabada y definitiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Chemical Society.** (2005). *Química un proyecto de la ACS*. Ed. Reverté.
- Brown, T., LeMay, H. y Bursten, B.** 2004. *Química*. (9º edición). México: Pearson.
- Chang, R.** (1999). *Química*. Sexta edición. México: Mc Graw Hill.
- Chang, R.** (2002). *Química*. Séptima edición. México: Mc Graw Hill.
- Chang, R.** (2007). *Química*. Novena edición. México: Mc Graw Hill.
- Malaver, M., Pujol, R. y D'Alessandro, A.** (2007). La calidad científica del contenido sobre el tema estructura de la materia en textos universitarios de química general. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), 229-240.
- McNaught, A. D. y Wilkinson, A.,** (1997). *IUPAC Compendium of Chemical Terminology, (The gold book)*. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, publicada en forma impresa por Blackwell Science, 2nd edition. Puede consultarse su versión en línea en la URL <http://www.iupac.org/publications/compendium/index.html>
- Raviolo, A.** (2008a). Definiciones básicas de la química: una discusión didáctica I. Química, sustancia, mezcla y reacción química. *Educación en la Química*, 14(1), 3-16.
- Raviolo, A.** (2008b). Definiciones básicas de la química: una discusión didáctica II. Elemento, sustancia elemental y compuesto. *Educación en la Química*, 14(2), 77-89.
- Raviolo, A.** (2008c). Las definiciones de conceptos químicos básicos en textos de secundaria. *Educación Química*, 19(4), 315-322.
- Sosa, P.** (2007). *Conceptos base de la química*. México: Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.
- Stains, M. y Talanquer, V.** (2007). Classification of chemical substances using particulate representations of matter: an analysis of student thinking. *International Journal of Science Education*, 29(5), 643-661.
- Umland, J. y Bellama, J.** (2000). *Química General*. 3º edición. México: Thomson.

Para reflexionar

ACERCA DEL ROL DEL DOCENTE EXPERTO EN EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN LA FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO. UNA PRIMERA APROXIMACIÓN

Inés Demaría¹, Ramón Fica² y Marcela Rizzotto³

¹Facultad de Ciencias Médicas, UNR, ²Facultad de Humanidades y Artes, UNR, ³Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, UNR, Rosario, Argentina.

mrizzot@agatha.unr.edu.ar

Resumen

En el año 2001 la Facultad de Ciencias Médicas (FCM) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR) adoptó una currícula cuyo eje central es el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Esto llevó a la redefinición de roles docentes, surgiendo los tutores y los expertos. Mientras que el rol del tutor ha sido fehacientemente definido y trabajado, la constitución del rol del experto sólo se realizó, desde nuestra óptica, a través de recursos informales. Como un primer paso en la caracterización del rol del experto dentro del ABP en la FCM de la UNR, realizamos entrevistas a docentes y alumnos y encuestas a un grupo de alumnos de la última Área del Ciclo de Promoción de Salud. En el presente trabajo se halló que las consultas a expertos (CE) no constituyen un recurso educativo asiduamente utilizado por los estudiantes entrevistados, siendo los expertos del Área Biológica los más consultados.

Palabras clave: ABP, docente experto, encuesta, entrevistas

Abstract

By 2001 Medical Sciences Faculty (MCF) at the National University of Rosario (NUR) adopted an innovated curricula based on Problem Based Learning (PBL). This change produced a new definition of teacher's roles appearing experts and tutors. We think that while tutor's role has been deeply defined and worked on, expert's role has only been built on informal resources. As a first step to determine PBL expert's role inside the MCF at the NUR, teachers and students were interviewed, and a survey was made to a group of students from the last Health Promotion Cycle Area. It was found that 'Consultation with Expert' (CE) was not a frequent educational resource used by interviewed students, nevertheless Biological Area Experts were the most

consulted ones.

Key words: PBL, expert teacher, inquiry, interviews

INTRODUCCIÓN

En el año 2001 la Facultad de Ciencias Médicas (FCM) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR) adoptó una currícula cuyo eje central es el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) (Facultad de Ciencias Médicas, 2001). El Aprendizaje Basado en Problemas es una estrategia de enseñanza en la que un grupo pequeño de alumnos se reúne, con la facilitación de un tutor, a analizar y resolver una situación problemática. El problema sirve como estímulo para que los alumnos logren los objetivos de aprendizaje, ya que no se trata de resolver el problema en sí mismo sino de utilizarlo como desencadenante del estudio independiente y grupal. Como parte del proceso de interacción para entender y resolver el problema, los alumnos elaboran un diagnóstico de sus propias necesidades de aprendizaje, con lo cual van adquiriendo una metodología propia para el desarrollo profesional continuo (Galli, 2006). El ABP presenta al estudiante los contenidos de la asignatura basándose en situaciones (problemas), similares a los que el estudiante encontrará en su futura realidad laboral. Ese “realismo” le ayuda a elaborar la información, alejándole del aprendizaje teórico, sin referencia a la realidad. Este método permite al estudiante la observación y análisis de actitudes y valores que durante el método tradicional docente no pueden llevarse a cabo (Freire, 1979).

El ABP, ampliamente utilizado en los campos de formación médica y empresarial, en su forma actual también se está utilizando a nivel primario y medio. Pero la esencia del ABP -en la que el alumno es quien resuelve los problemas y los entiende él mismo- es una tradición educativa que se remonta a John Dewey (Torp y col., 1999). Es una experiencia pedagógica práctica, que se compone de dos procesos complementarios e inseparables: organización del currículum y estrategia de enseñanza. Incluye tres características principales:

- a) presenta interés real.
- b) organiza el currículum alrededor de problemas holísticos.
- c) los docentes alientan a sus alumnos a alcanzar niveles superiores de comprensión.

El ABP, que según algunos autores tiene sus primeras aplicaciones y desarrollo en la Escuela de Medicina en la Universidad de Case Western Reserve en los Estados Unidos, fue introducido por la Universidad de McMaster (Ontario, Canadá) en 1969 (Galli, 2006). La intención era la de formar médicos que fueran buenos en la solución de problemas y en el aprendizaje continuado a lo largo de la vida, capaces de trabajar productivamente dentro de equipos multidisciplinarios y de comunicarse bien con los pacientes (Fitzgerald, 1996).

En la actualidad, muchas otras universidades han ido adoptando esta metodología (Nuevo México, Harvard, Southern Illinois,

Rush, Hawai, para nombrar unas pocas), pasando a ser una de las técnicas didácticas que ha tomado más arraigo en las instituciones de educación superior. Puede ser usada tanto como una estrategia general a lo largo del plan de estudios de una carrera profesional o como una modalidad de trabajo en un curso específico (Torp y col., 1999).

En la implementación del ABP se puede hablar de siete pasos (Galli, 2006):

1.- Clarificación de términos y conceptos: se identifican los términos no conocidos que aparecen en el problema. Se trata de evitar malos entendidos y que todos compartan los mismos conceptos.

2.- Definición del problema: enumerar los temas a ser discutidos; los alumnos pueden tener distintos puntos de vista y todos deben ser considerados; consensuar una lista de los interrogantes que quedan planteados.

3.- Sesión de “torbellino de ideas”: en relación a los interrogantes planteados, se expresan posibles explicaciones sobre la base del conocimiento previo, se registran todas las hipótesis que se plantean.

4.- Revisión de los pasos 2 y 3 estableciendo relaciones y analizando las hipótesis alternativas propuestas. Activación de conocimientos previos e identificación de los que es necesario investigar. Resumen de las explicaciones compartidas y aceptadas por el grupo.

5.- Establecer los objetivos de aprendizaje: los alumnos identifican qué necesitan averiguar; el tutor se asegura que los objetivos de aprendizaje sean centrados, factibles, comprendidos y apropiados. En este paso los alumnos aprenden a reconocer su falta de co-

nocimiento y a tomar decisiones sobre cómo satisfacer esa necesidad. Darse cuenta de lo que no se sabe y establecer estrategias de búsqueda de información son los dos pilares del desarrollo profesional continuo.

6.- Estudio personal, individual: todos los alumnos buscan y analizan información vinculada a cada objetivo de aprendizaje establecido. Utilizan distintas fuentes de información: biblioteca, Internet, entrevistas a expertos, asistencia a conferencias.

7.- Compartir la información obtenida y elaborada: los estudiantes presentan los resultados de su búsqueda de información, mencionan las fuentes consultadas y comparten sus conclusiones. Se comparan, se confrontan, se sintetizan los distintos aportes. El tutor comprueba el aprendizaje y evalúa la productividad del grupo.

En el ABP, el profesor a cargo del grupo actúa como un tutor en lugar de ser un docente experto en el área y transmisor del conocimiento a través de clases magistrales. Su tarea consiste en ayudar a los estudiantes a identificar, reflexionar y desarrollar el conocimiento previo (qué conocen o creen conocer en relación al caso expuesto), y a señalar las diferentes necesidades de información para completar los objetivos definidos. Parte de su labor es guiar y motivar al estudiante a continuar con el trabajo y alcanzar las metas de aprendizaje predefinidas. El tutor no se muestra como un observador pasivo; debe participar activamente, conduciendo el proceso grupal, asegurándose de que no se olvida el objetivo establecido. En algunas instituciones la actividad del experto ha ido cambiando a lo largo de estos años. De ser

un recurso a demanda del estudiante, pasó a disponer de un espacio fijo y cada vez más estructurado en el que se ofrecían claves para dinamizar el aprendizaje de conocimientos mediante ABP (Ibarra Fernández y col., 2007)

Como antes mencionábamos, en la Facultad de Medicina de Rosario, UNR, en el año 2002 se ha empezado a aplicar el ABP, luego de mucho trabajo y esfuerzo por parte de sus docentes, los que han sufrido una redefinición de sus roles, apareciendo los tutores y los expertos (Demaría y col., 2003-2004). El término exacto de rol, galicismo incorporado a nuestro idioma, es “papel”, referido a una actuación. Desde la definición de Pichón Riviere (1977): “Rol es un modelo organizado de conductas relativo a una cierta posición del individuo en una red de interacción, ligado a expectativas propias y de los otros”, o también: “el papel que desempeñan los integrantes de un grupo dentro del mismo, pero que depende del interjuego dinámico del grupo y no de las características de cada individuo”. El rol es el modo en que una determinada persona encarna el lugar o “status” que se le asigna o que le corresponde. Tendrá el sello de su propia personalidad, de su mismidad.

En nuestro ámbito se tomó la definición del tutor como el de un docente conductor del grupo.... “guía y facilitador de los procesos de enseñar y aprender”. Tiene una adecuada formación docente, mientras que la formación profesional específica es muy heterogénea, ya que proviene de diversas carreras (Documento, 2001).

El de docente experto es, tal vez, el rol más difícil de describir. En la literatura hemos encontrado escasa información específica: muchas veces ni siquiera es nombrado y, cuando lo es, en general sólo se lo menciona como parte de los recursos a que echará mano el alumno (ver antes), mientras que otras veces se lo toma como sinónimo del profesor a cargo (que más bien sería el tutor). Según Ravenna (2005) “El Experto es un docente universitario con categoría de Profesor Titular, Asociado, Adjunto, o Jefe de Trabajos Práctico con una antigüedad docente no menor a diez años, con formación docente acreditada y en el caso de los concursados, con Carrera Docente satisfactoria. El Experto planifica y construye las Unidades de Aprendizaje Basadas en Problemas. Establece la secuencia de temas por Ciclos, Áreas y Módulos, elabora objetivos y contenidos, determina los recursos educativos a emplear, elabora fichas para los alumnos, asiste a espacios de consulta, da Seminarios Disciplinarios o Interdisciplinarios, constituye los Tribunales Evaluadores”.

La familiarización de los docentes con el rol del tutor dentro de la FCM de la UNR se realizó a través de los cursos de formación docente implementados, contribuyendo a esta familiarización la lógica impuesta desde las Unidades de ABP, sobre las que se centra el trabajo en el aula. En cambio, la constitución del nuevo rol emergente del experto sólo se realizó, desde nuestra óptica, a través de recursos informales.

Es por todo ello que, en el marco de un proyecto de tesis de Maestría en Educación Universitaria, nos hemos propuesto

estudiar ese rol (Demaría y col., 2006), describiéndolo y caracterizándolo dentro del Ciclo de Promoción de la Salud (primero y segundo año de la carrera de Medicina de la UNR). Este primer paso, desde nuestro lugar, podría constituirse en una contribución a la caracterización de ese rol dentro del ABP en general. Dado que consideramos de importancia la información que pudieren aportar los alumnos que concurren a la consulta con docentes expertos (CE), el objetivo del presente trabajo fue conocer, como un primer paso, la frecuencia de utilización de este recurso por parte de alumnos del Ciclo de Promoción de la Salud (primero y segundo año de la carrera de Medicina de la UNR) en las áreas de estudio (Psicológica, Social y Biológica). La focalización posterior en estos estudiantes que asisten en forma regular a la CE (mediante entrevistas, por ejemplo) posibilitará en un segundo paso abordar la caracterización propuesta.

DISEÑO Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño seguido es no experimental, ya que no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes. En base a su temporalidad, el diseño es transversal, ya que se recolectan los datos en un momento único (Sampieri y col., 2006).

En esta primera etapa del proceso cualitativo que pretendemos iniciar, luego del planteamiento tentativo del problema (definición y/o caracterización del docente experto en el contexto del ABP), comenzamos con la “inmersión inicial” en el contexto o

ambiente en principio seleccionado (alumnos de la Facultad de Ciencias Médicas que hayan cursado o esté finalizando el Ciclo Promoción de la Salud (primero y segundo año de la carrera de Medicina de la UNR; docentes Expertos del Ciclo de Promoción de Salud de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNR que hayan actuado al menos dos años consecutivos como docentes expertos en el período 2002/2006).

La inmersión inicial en la investigación se realizó a través de conversaciones y/o intercambios epistolares informales, impresiones y notas realizadas durante la actuación de la investigadora principal (ID) en las Comisiones de Cambio Curricular, documentos emitidos por la Facultad, etc. (Demaría y col., 2003). Esta “inmersión inicial” permitirá evaluar la conveniencia y accesibilidad del ambiente o contexto, lo cual llevará más adelante a lograr la “inmersión total” y confirmar o ajustar la muestra inicial (Sampieri y col., 2006). Los instrumentos utilizados en esta etapa fueron entrevistas abiertas y una encuesta construida a tal efecto.

Construcción y aplicación de instrumentos

Luego de las primeras cinco entrevistas, realizadas a dos expertos y a tres alumnos, se confeccionó una encuesta (presentada en el Anexo), a fin de triangular información obtenida en dichas entrevistas (Schanzer, 1999).

Entrevistas

En la etapa exploratoria de la investigación se realizaron entrevistas a tres alumnos que habían cursado el Ciclo de Promoción de Salud y a dos docentes que hubieran actua-

do al menos durante dos años como expertos en el mismo Ciclo, siendo el tema de dichas entrevistas: el rol del docente experto y su instrumentación (logros y limitaciones de su práctica). Se consideró conveniente utilizar la entrevista no dirigida, abierta, no estandarizada o no estructurada. El proceso de selección fue dinámico y secuencial; se buscó a aquellos alumnos y docentes expertos que prestaron colaboración, (estrategia informal de selección), para realizar un muestreo intencional (Ravenna, 2005). La utilización de la entrevista no dirigida, abierta, no estandarizada o no estructurada puede ser útil (...) para detectar las dimensiones más relevantes, para determinar las peculiaridades de una situación específica y para generar hipótesis iniciales. En ningún caso se fijan de antemano las alternativas de respuesta (Plomé, Alina). Se realizaron preguntas comunes a todos los entrevistados y otras particulares según sea el entrevistado (experto o estudiante). Entre las preguntas comunes podemos mencionar las siguientes:

- * ¿Qué papel tiene la CE en el cursado?
- * ¿Qué habría que mejorar y qué cosas mantener?
- * ¿Es un recurso muy utilizado?
- * El hecho de tener un tutor que no es experto en un área ¿favorece la CE en esa área?

En las entrevistas a los estudiantes se incorporó la siguiente: ¿Cómo se desarrollaron las CE a las que asistió?

En las entrevistas con Expertos se indagaron, además, los siguientes aspectos:

- * ¿Cómo Ud. lleva adelante la CE?

* ¿Qué opina sobre que los alumnos deben llevar preguntas concretas a la CE?

* El rol del experto ¿está reglamentado?

* ¿Hubo formación de expertos como lo hubo de Tutores?

Los entrevistados dieron su consentimiento permitiendo la grabación de las entrevistas y el empleo de información y divulgación de resultados. Las grabaciones fueron acompañadas por la utilización de memos registrando lo que se veía o percibía. Las entrevistas se utilizarán eliminando cualquier dato que pudiera identificar la fuente ya que las mismas son anónimas. Del análisis de estas entrevistas surgieron varias categorías preliminares (Vieytes, 2004) entre ellas la de “asistencia a consulta de expertos”, con sus subcategorías: frecuencia de asistencia y asistencia a expertos de las distintas áreas (Área Psicológica, Social y Biológica, la cual incluye química). Para profundizar en el conocimiento de dicha categoría se elaboró una encuesta en la que se la tomó como variable, y sus subcategorías fueron estudiadas como las dimensiones de dicha variable. Se utilizaron los siguientes indicadores: a) número de veces que asiste a Consulta de Expertos por unidad de tiempo y b) frecuencia de asistencia a consulta de expertos de las Áreas Psicológicas, Social y Biológica respectivamente (expresada en %).

Encuestas

Se comenzó por las preguntas cerradas, a pesar que se recomienda comenzar las encuestas con preguntas abiertas, de interés común para ir luego avanzando. Se siguió

este procedimiento ya que se consideró que dichas preguntas en esta encuesta eran las que podían demandar mayor concentración y generar mayor tensión, por lo que se invirtió el orden sugerido (Briones, 1989). La encuesta (presentada en el Anexo) fue autoadministrada y se realizó al inicio de la tutoría. No se indicó tiempo límite, quedando finalizadas en aproximadamente diez minutos. El lenguaje empleado fue coloquial (el común desarrollado con los alumnos), a fin de no generar inconvenientes de comprensión en la realización de la encuesta. En la primera parte se inquiriere sobre la frecuencia de asistencia a la consulta con expertos, dando distintas opciones para la respuesta (Más de 2 por semana; 1-2 por semana; 1-2 por mes; 1-2 por ciclo; menos de 1 por ciclo). Otro de los datos requeridos fue si trabajaba o no.

La segunda parte de la encuesta se centró en los motivos que obtaculizan o favorecen las Consultas de Expertos. Se utilizó para su confección una adaptación de la técnica conocida como "One-Minute Paper" (Cross y col., 1998), mediante la cual se logra información puntual a partir de sólo dos preguntas. Esta técnica se aplica habitualmente como evaluador de los Laboratorios Disciplinarios de Fisiología, por lo cual la elección de este método se basó en la experiencia personal de aplicación y de procesamiento de los resultados de este tipo de encuesta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Analizando las entrevistas observamos que era posible sugerir la siguiente clasificación para los docentes expertos:

a) Institucionales: personal que trabaja dentro de la institución

1. aquellos reconocidos como expertos por la facultad:

- I. a través de designaciones oficiales
- II. tácitamente, pero sin designación oficial, cumpliendo todos los roles que se les atribuyen a los expertos.

2. aquellos que no son reconocidos como expertos por la institución pero que actúan como tales en determinadas situaciones (ayudantes, tutores, etc)

b) Extrainstitucionales: son profesionales que no tienen vínculo directo actual con la casa de estudios sino que trabajan en otras instituciones.

Lo que hace y cómo lo debe hacer el Experto en las consultas surge como un tema por demás difuso, tanto que se convierte en un obstáculo para que los estudiantes lleguen a la CE.

Se detectaron tanto obstáculos como facilitadores para llegar a la CE. Entre los obstáculos podemos mencionar:

- * Falta de asistencia de los expertos
- * Horarios discontinuos de las consultas
- * Distancia entre el lugar de residencia y la facultad
- * Lugar insuficiente o incómodo para albergar al número de estudiantes
- * Falta de promoción desde el nivel tutorial
- * Temor, miedo, vergüenza al momento de contactar con los expertos

Entre los facilitadores para llegar a la CE se menciona que ayudan a entender un tema u organizarlo. Asimismo se notó

que subyacen diversas corrientes pedagógicas en las CE (Bella de Paz, 2005 y Litwin, 1995). Por un lado están los expertos que organizan su consulta a partir de las dudas de los estudiantes que van a la consulta (evento al que asisten en general pocos estudiantes). Por otro lado están aquellos que organizan su consulta como una clase tradicional, es decir, en la que el docente se para frente al curso y explica (a la que concurren muchos alumnos, por lo menos en los primeros años del plan)

Entre otras características detectadas que se vivencian en las CE, se pueden mencionar: resistencias al cambio (Clark, 1983), luchas de poder entre distintos sectores, la tirantez entre lo nuevo y lo viejo (comentado por los dos alumnos de años superiores), lo cual puede ser tomado también como obstaculizador.

En todas las entrevistas se hizo referencia a la baja asistencia de los alumnos a la CE, lo cual la ubicaría como un recurso educativo poco utilizado. Otro dato emergente de estas entrevistas, confirmado con los recolectados en la encuesta (Bottinelli, 2003), es que esas consultas se llevaban a cabo de forma preferencial con Expertos del Área Biológica. No se hallaron datos en la bibliografía sobre cuál sería la frecuencia ideal, adecuada o recomendada de asistencia de los estudiantes a la CE. Sólo se encontró que Venturelli (1997), desde sus escritos, la alienta, no especificando frecuencia. Lo mismo surge a partir de los documentos inéditos de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNR, en los que también aparece la inquietud de establecer un número mínimo

de asistencia a Experticias por Área (Documento, 2004). No se conoce que esta inquietud se haya finalmente plasmado. Al no encontrarse en la literatura una frecuencia recomendada de asistencia a la CE se fijó, en forma arbitraria, como frecuencia de corte la de 1-2 veces al mes. Para valores mayores o iguales al valor fijado, se consideró a la asistencia de los estudiantes como regular o adecuada, mientras que por debajo de dicho valor, la asistencia se consideró irregular o inadecuada.

Respecto a la encuesta, la misma se tomó a los estudiantes presentes en dos franjas horarias distintas el mismo día (veintiún estudiantes en total), los cuales estaban terminando de cursar la última Área del Ciclo de Promoción de Salud, año 2007. Aunque se podría pensar que esta muestra de alumnos representa un porcentaje pequeño del total del curso (4,5%), se la eligió a fin de permitir el trabajo en lo que se llama “espacios propios”, ya que se interactuó con la totalidad de alumnos de tutoría de la investigadora principal. Los datos recogidos se representan en la Tabla 1 y en las figuras 1-3. En la confección de la figura 1 se tomaron en cuenta la totalidad de los encuestados (aunque uno de ellos sólo respondió sobre frecuencias de consulta y no registró si trabajaba o no), mientras que en la Tabla 1 y Fig. 2 y 3 se consideraron sólo los veinte alumnos que respondieron la totalidad de las preguntas.

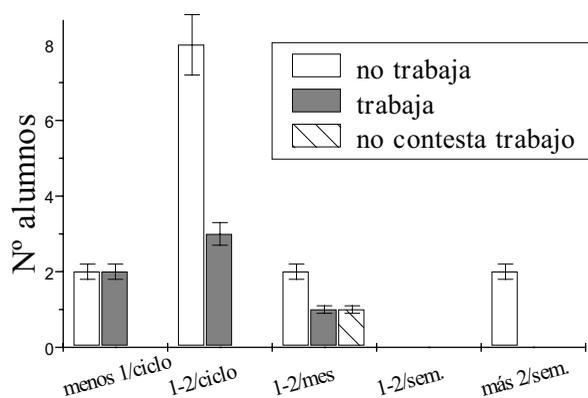
Frecuencia de consulta	Nº alumnos asistentes que no trabajan (%)	Nº alumnos asistentes que trabajan (%)
más de 2/semana	2 (14% de 14)	-
1-2/semana	-	-
1-2/mes	2 (14% de 14)	1 (17% de 6)
1-2/ciclo	8 (57% de 14)	3 (50% de 6)
menos de 1/ciclo	2 (14% de 14)	2 (33% de 6)
Total alumnos	14 (70% de 20)	6 (30% de 20)

Tabla 1. Frecuencia de asistencia a CE de alumnos encuestados del Ciclo Promoción de Salud 2007

En relación a la variable “Trabaja” se observa que para ambos grupos (alumnos que trabajan y que no trabajan) las curvas de asistencia a consulta tienen un máximo en 1-2 consultas/ciclo, mucho más marcado para el grupo que no trabaja (Fig. 1 y 2). Para una frecuencia alta de consultas (más de dos/semana) sólo se observan asistencias en el grupo que no trabaja. La frecuencia de CE sólo es igualada, en valores absolutos, para aquellos que declaran una concurrencia a la consulta menor a una por ciclo, aunque tomando los datos porcentuales se observan valores parejos para las frecuencias de 1-2/semana, 1-2/mes y 1-2/ciclo. Los valores % se duplican para el grupo que trabaja respecto del que no trabaja cuando la frecuencia es la menor (menos de 1/ciclo), lo que también llevaría a pensar en una mayor necesidad de consulta del estudiante ante la cercanía del examen (es dable pensar en esta posibilidad dada la baja frecuencia) en este grupo que dispone de menor tiempo para el estudio. Los datos porcentuales se expresan en la Fig. 3, la cual deja ver que, salvo para los valores extremos (muy alta o muy baja

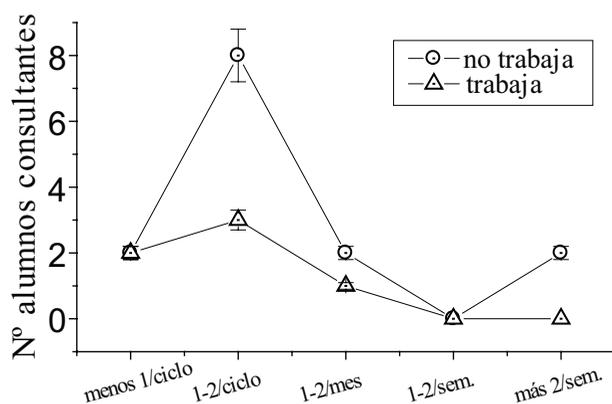
frecuencia de consulta, donde los datos resultan invertidos) los valores de asistencia a la consulta, en % de cada grupo, son coincidentes. En todas las figuras se adicionaron barras representando el 10% de error. Estos datos, si bien deberán ser confirmados con una muestra mayor de alumnos, nos darían un indicio de que las consultas tienden a ser utilizadas en igual medida por ambos grupos y con frecuencia baja, que quizás esté relacionada con la proximidad de los exámenes (otra de las preguntas que surgen de esta etapa de la investigación y que quedan pendientes para la próxima).

Según el criterio adoptado anteriormente, sólo seis de veintidós encuestados (que representan el 28,6%) asisten en forma considerada regular o adecuada a las consultas de expertos. De esos, el 67% (4/6) declara haber asistido solamente a consultas con expertos del Área Biológica. A partir de estos hallazgos se redefinió una de la unidad de análisis (Wainerman, 1989) de este estudio, quedando formulada como: “Alumnos de la carrera de Medicina Plan 2001 que hayan asistido al menos una vez por mes a CE en el Ciclo Promoción de la Salud”



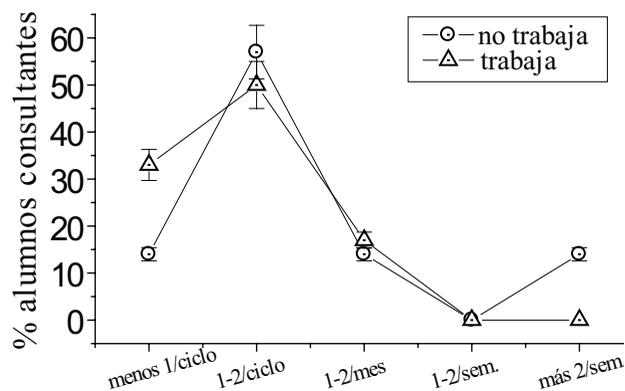
Frecuencia de consulta a expertos

Fig. 1. Distribución de los alumnos encuestados del Ciclo de Promoción de Salud 2007 según sus respuestas al ítem "Frecuencia de asistencia a CE" (n = 21). Se indica el 10% de error.



Frecuencia de consulta a expertos

Fig. 2. Frecuencia absoluta de asistencia a CE de los alumnos encuestados del Ciclo de Promoción de Salud 2007 (n = 20)



frecuencia de consulta a expertos

Fig. 3. Porcentaje de asistencia a CE de los alumnos encuestados del Ciclo de Promoción de Salud 2007 (n = 20)

Se sabe poco del rol del Experto. A fin de paliar este desconocimiento, al decir de una experta entrevistada, el experto debe constituirse como recurso educativo (*dentro del contexto podría interpretarse como que se necesitaría que el experto tome conciencia que él es un recurso educativo*) y el estudiante debe saber que el experto es un recurso educativo. Lo que seguiría en este planteamiento para hacer más conocido al experto sería reformular su rol: qué se entiende por Experto y cuál es su función, para finalmente llegar al estudiante con una propuesta mucho más clara acerca del mismo.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos recolectados hasta el momento, podemos arribar a las siguientes conclusiones en esta primera etapa de la investigación:

a) las consultas con expertos no constituirían

un recurso educativo asiduamente utilizado por los estudiantes entrevistados

b) la mayor parte de las consultas de estudiantes que utilizan dicho recurso en forma regular recae sobre los expertos del área biológica.

c) se detectaron obstáculos y facilitadores para llegar a la CE, que aparecen tanto del lado de los expertos y/o la institución como del lado de los estudiantes. Uno de los obstáculos a superar parecería ser la poca difusión que dicho recurso cuenta entre los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bella de Paz, L. (2005). Pedagogía universitaria ¿Existe? Curso Cambio Curricular. Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, UNR. Documento mimeo.

Bottinelli, M. M. (2003). *Metodología de la Investigación, herramientas para un pensamiento científico complejo*. Gráfika Hels. Buenos Aires

Briones, G. (1989). *Métodos y técnicas avanzadas de investigación aplicadas a la educación y las ciencias sociales*. Unicosta. Bogotá.

Clark, B. (1983). *El sistema de organización superior. Una visión comparativa de la organización académica*. Primera Edición. Editorial Nueva Imagen/Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México.

Cross, P. K., Angelo T. A. (1988). *Classroom Assessment Techniques: A Handbook For Faculty*. Ann Arbor, MI: Na-

tional Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning. www.etsu.edu/writing/materials/1minpaper.htm

Demaría, I., Trapé, M., Bellú, S., Rizzotto, M. (2004). Una Alternativa para la Enseñanza de La Química. El Aprendizaje Basado en Problemas: Para Aprender a Aprender. *Anuario Latinoamericano de Educación Química, ALDEQ 2003-2004, XVII, 1-6*.

Demaría I., Rizzotto M. (2006). Aprendizaje Basado en Problemas: el rol del docente Experto. *XIII Reunión de Educadores en Química y Primeras Jornadas Internacionales*. Rosario, Argentina, 1-4/11/2006.

Demaría I., Valongo S., Figueroa N., Agüero R. (2003). El docente experto. Rol y enfoques docentes prevalentes en su actividad diaria en al nueva currícula de la carrera de Medicina de la UNR. Un acercamiento desde la práctica. *Congreso Latinoamericano de Educación Superior en el siglo XXI*. San Luis, www.conedsup.unsl.edu.ar/download_trabajos/Trabajos/Eje_5_Investigación

Documento (2001). *Jornadas de Cambio Curricular, Facultad de Ciencias Médicas, UNR*.

Documento (2004). *Jornadas de Evaluación Reflexiva del “Área Trabajo y Tiempo Libre”*. Taller IV: *Experticias y Recursos Educativos*. Facultad de Ciencias Médicas de la UNR. Resultados no publicados.

Galli, A. (2006). *Aprendizaje basado en problemas (abp)*, Instituto Tecnológico de Monterrey, México. www.sistema.itesm.mx

Facultad de Ciencias Médicas, UNR (2001). *Resolución del Consejo Superior N° 158*.

Fitzgerald, D. (1996). Problem-based lear-

ning and libraries: the Canadian experience. *Health Libraries Review*, 13(1), 13-32

Freire, P. (1979). *Pedagogía del oprimido*. 3ª ed. Tierra Nueva Editores, Montevideo

Hernández Sampieri R, Fernández-Collado C, Baptista Lucio P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Cuarta Edición. McGraw-Hill/Interamericana Editores, México.

Ibarra Fernández, A. J., García Casas, V., Ayala Taucan, K. (2007). *Docencia en cuidados críticos pediátricos y neonatales*, <http://www.eccpn.aibarra.org/temario/seccion2/capitulo37/capitulo37.htm>

Litwin, E. (1995). Prácticas y teorías en el aula universitaria. *Praxis Educativa*, 1(1), 10-16.

Pichon Riviere, E. (1977). *El proceso grupal. Del psicoanálisis a la psicología social*. Buenos Aires: Nueva Visión.

Plomé, Alina “Entrevistas y cuestionarios: técnicas para la elaboración de preguntas y recolección de respuestas en investigación” www.fhumyar.unr.edu.ar/escuelas/3/materiales_catedras/trabajo_de_campo/alina

Ravenna, A. (2005). Tesis de Maestría en Educación Universitaria. “Facilitaciones y dificultades en la implementación de Aprendizaje Basado en Problemas en el Ciclo de Promoción de Salud de la carrera de Medicina en la Facultad de Ciencias Médicas de la UNR”. Facultad de Humanidades y Artes, UNR

Samaja, J. (2000). *Introducción a la Investigación Científica (su concepto, su método y su sentido)*. Documento mimeo.

Schanzer, R. (1999). Paradigmas de los en-

foques cuantitativos y cualitativos en investigación social: La combinación de información cualitativa y cuantitativa. *Papeles de investigación N°3*. Escuela de Comunicación Social UNR. Argentina.

Torp, L. y Sage, S. (1999). *El aprendizaje basado en problemas*. Ediciones Amorrortu Buenos Aires.

Venturelli, J. (1997). *Educación Médica: nuevos enfoques, metas y métodos*. Serie PALTEX. Salud y Sociedad N° 5.

Vieytes, R. (2004). *Metodología de la investigación en organización, mercado y sociedad*. Editorial de las Ciencias. Buenos Aires.

Wainerman, C. (1989). “Principios para la construcción de instrumentos” en *Curso de Metodología de la Investigación en Ciencias Sociales*. IRICE (CONICET-UNR). Rosario, Argentina.

Parte de este trabajo fue presentado como póster en las VIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Química y XIV Reunión de Educadores en la Química, REQXIV, 20-23/5/2008, Olavarría, Buenos Aires

ANEXO: ENCUESTA

¡Hola! Soy tutora de segundo año y docente de Fisiología Humana. Estoy cursando la Maestría en Educación Universitaria de la UNR y la etapa final es realizar una investigación. El tema que elegí es “El cambio curricular en la Facultad de Medicina de la UNR. Una mirada diferente. El rol del docente experto en el Ciclo de Promoción de Salud: una construcción institucional”. Tu ayuda es muy importante para realizar esta investigación y la podés brindar completando esta encuesta. Es importante que sepas que esta actividad no es obligatoria y que tu participación es anónima, confidencial y no afectará en absoluto tus notas y concepto como estudiante.

Si decidís colaborar, por favor primero completá tus datos:

Días de Tutoría.....Franja Horaria.....

Trabajás: Sí.....No.....

1) A lo largo del Ciclo de Promoción de Salud ¿con qué frecuencia calculás que fuiste a consulta de Expertos en la Facultad? Marcá la correcta.

.....Más de 2 por semana

.....1-2 por semana

.....1-2 por mes

.....1-2 por ciclo

.....menos de 1 por ciclo

2) De esas ¿Qué porcentaje estimás que fuiste al Área Social, Área Psicológica y Biológica?

.....% área Social

.....% área Biológica

.....% área Psicológica

3) Escribí tres motivos que puedan ser, según tu opinión, los que dificultan el aprovechamiento de las consultas de Expertos.

a).....

.....

b).....

.....

c).....

.....

4) Escribí tres motivos por las cuáles te parecen provechosas las Consultas de Expertos.

a).....

.....

b).....

.....

c).....

.....

MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

Para reflexionar

PROMOVIENDO LA INTERACCIÓN EN LAS CLASES MASIVAS *

Enhancing Interaction in the Large Lecture

Paul Kelter

Professor, Department of Teaching and Learning

Northern Illinois University

DeKalb, IL 60115, USA

pkelter@niu.edu

<http://www.cedu.niu.edu/TLRN/aboutus/faculty/pkelter.shtml>

* Traducido por M. Gabriela Lorenzo



Resumen

En las carreras universitarias de química, la enseñanza no se tiene demasiado en cuenta en casi ningún país, pero para aquellos estudiantes con los que interactuamos, no existe nada más importante que nuestra filosofía y nuestra forma de entender a la enseñanza. Todas nuestras decisiones pedagógicas dentro y fuera de la clase, se basan en nuestra comprensión sobre el por qué enseñamos. En el panorama general, el rol que buscamos para la educación, incluida la educación química, es salvaguardar la sociedad en la cual vivimos. Planteo mi discusión desde mi lugar como ciudadano estadounidense, pero las ideas centrales pueden aplicarse en cualquier sociedad.

Palabras clave: masividad, interacción profesor-alumnos, motivación, preguntas

Abstract

Teaching is not often emphasized in graduate chemistry programs in any country, but to those students whom we influence via our interactions, there is nothing more crucial than our philosophy of, and approach to, teaching. Our educational decisions inside and outside of the classroom are all based on our understanding of why we teach. In the bigger picture, we are looking at the role of education, including chemical education, to the maintenance of the society in which we live. My discussion is based on my place as a citizen of the United States, but the core ideas are applicable in any society.

Key-words: teacher-students interaction, large lectures, motivation, questions

¿POR QUÉ ENSEÑAMOS?

Estados Unidos está atravesando momentos difíciles, y existen muchas preguntas vitales que cada uno de sus ciudadanos deberían considerar. La economía de mi país no es saludable, con un desempleo que crece rápidamente y los valores de las propiedades que caen, aún más rápido. Estamos en algún lugar entre la recesión y la depresión, y da miedo. Los valores éticos de aquellos que poseen el poder económico son dudosos. ¿Cómo puede nuestra manera de enseñar química ayudar a nuestros estudiantes a darle algún sentido al mundo y a hacer elecciones razonables y racionales sobre el uso de los recursos finitos de nuestro frágil mundo?

Una característica distintiva de los que aprenden a lo largo de toda la vida y que aman hacerlo, es *el deseo constante de plantearse preguntas*. Además, intentan hacer conexiones entre ideas aparentemente disparatadas para imaginar cómo trabaja el mundo y cuál es nuestro lugar en él. Esta “mente viva” es una característica distintiva de los estudiosos, de los amantes del saber. Es lo que deseamos que cada uno de nuestros estudiantes sea. *Es lo que necesariamente debemos creer que cada uno de nuestros estudiantes puede ser*, en cualquier grado posible. Podemos ayudarles a desarrollar esa vida en sus mentes. Debemos trabajar con ellos para que sean estudiosos, para que disfruten aprendiendo. Esta es nuestra tarea con nuestros estudiantes. En el trabajo con ellos solamente existen algunas pocas variables que podemos controlar. Pero debemos trabajar juntos para alcanzar esta meta de pensar sobre nuestro mundo

de una manera racional, sabiendo que todos nuestros estudiantes pueden aprender.

Si aceptamos que nuestra meta profesional fundamental es trabajar con los estudiantes para desarrollar en ellos los talentos de ser inquisitivos, pensadores racionales, que amen aprender porque esto los ayuda a imaginar un mundo más interesante, y que lo hagan planteando preguntas incisivas y buscando cómo encontrar respuestas significativas, entonces nuestro método principal de enseñanza debería incluir la modelización de este comportamiento frente a nuestros estudiantes. Esta idea de una *modelización racional de nuestro pensamiento para ayudar a desarrollarlo en nuestros estudiantes* es el centro de los diseños curriculares, como también de la práctica de enseñanza en el aula.

¿POR QUÉ LA INTERACCIÓN ES EL COMPONENTE CLAVE DE NUESTRA ENSEÑANZA?

Bill McLaughlin es un querido amigo, quien enseñó ciencias en la escuela secundaria por 27 años, y durante 10 de esos años, fue el coordinador de ciencia en su distrito escolar. La pasión de Bill por enseñar era tan grande que después de jubilarse, comenzó una segunda etapa de su vida enseñando química para el primer año de las universidades estadounidenses que se caracterizan por una enorme cantidad de alumnos. Recientemente discutíamos su extraordinario éxito como profesor. Él me dijo que después de todo, los profesores, incluidos aquellos del nivel universitario, necesitan saber que *nosotros somos los que hacemos la diferencia en las vi-*

das de nuestros estudiantes. Esta diferencia puede ser buena con los buenos profesores, o mala con los peores. En el caso de aquellos profesores, incluido Bill McLaughlin, que son los mejores en la profesión, la diferencia puede ser impactante, dando como resultado que eventualmente estudiantes muy jóvenes elijan sus carreras basados en sus experiencias con esos profesores.

Después de nuestro encuentro, yo pensé cómo, durante los últimos 30 años, pude interactuar con los 250 estudiantes de cada una de mis clases, lo que me permitió saber algo sobre la mayoría de ellos y mucho más, sobre algunos. Tuve la suerte de que algunos de estos estudiantes trabajaran en mi grupo de investigación en educación química. También pensé en muchos buenos estudiantes que se sentían anónimos en una gran universidad, hasta que llegaron a mi clase y comprendieron que **me importaban**.

La enseñanza exitosa necesita que los estudiantes importen a sus docentes, porque solamente podemos saber si nuestros estudiantes están aprendiendo a pensar racionalmente y transformándose en aprendices independientes si prestamos suficiente atención y cuidado para descubrirlo.

Algunos años atrás, discutía con Bill sobre la enseñanza y él me dijo “los buenos profesores se venden a sí mismos, tan bien como a sus materias”. Bill nos recuerda aquí que la enseñanza es el esfuerzo más humano, en el cual una persona real está trabajando con otra persona real para compartir ideas, datos y experiencias. He conocido muchos profesores, especialmente universitarios del área de ciencias, que dicen que “la enseñan-

za no es un concurso de popularidad, mi meta es enseñar”. Es verdad que no todos nuestros estudiantes nos van a caer en gracia. Por otro lado, cualquier profesor que entiende de que se trata la enseñanza, sabe que las cosas que nosotros como docentes hacemos, son para mostrarles a los estudiantes que ellos nos importan, incluyendo las evaluaciones personales sobre la comprensión, interrogándolos sobre cómo les va yendo y hasta contándoles en clase alguna breve anécdota personal. Así, se maximizan las líneas de comunicación que nos permiten a nosotros junto con nuestros estudiantes compartir más libremente nuestras ideas. ***Hacer las cosas que potencian la comunicación entre tus alumnos y tú, es la clave para venderte a ti mismo tan bien como a tu asignatura.***

Por los últimos 5 años más o menos, después de saludar a la mayor cantidad de estudiantes que puedo cada mañana (siempre llego algunos minutos antes para poder hacerlo), comienzo la clase formalmente según la planificación, siempre respetando la planificación, recordándole a los alumnos lo afortunado que soy por poder pasar los próximos 50 minutos con ellos. Tengo diferentes maneras de decir esto mismo. Algunas veces diré simplemente, “gracias por estar juntos los próximos 50 minutos”. Otras veces, “este es nuestro lugar seguro. Nosotros, y sólo nosotros, tenemos el privilegio de estar aquí y discutir estas ideas”, o, “qué bueno que es estar juntos”. Al comienzo de *cada* clase, los estudiantes me escuchan decir que ellos son importantes. Yo aprecio su tiempo. Aprecio su atención sobre ideas desafiantes. Aprecio la oportunidad de trabajar con ellos.

Para mí, como para ellos, algunos días son mejores que otros. En aquellos ocasionales días en que no me sintiera bien, o tuviera algún problema familiar, o la clase no se hubiera aún metido con las ideas, perdería mi pasión por trabajar con los estudiantes en esa clase magistral. Pero todavía les diría que estoy feliz de estar con ellos, y la mayoría de las veces, su entusiasmo, demostrado a través de sus preguntas y sus respuestas harían de la clase un buen momento.

¿Ayuda este clima de bienvenida que creamos cuando trabajamos con nuestros alumnos a hacerlos mejores pensadores? Y en última instancia ¿en hacerlos mejores tomadores de decisiones? Existe un largo debate sobre cómo medir el pensamiento independiente, y nuestro actual programa nacional estadounidense *No Child Left Behind* – Ningún chico se queda atrás-(U.S. Department of Education, 2009) se basa en gran medida en la adquisición de contenidos, aunque se lo llame para la evaluación “habilidades de pensamiento de orden superior”. Sin embargo, la literatura reciente sobre los resultados educativos muestra que el trabajo que los profesores hacen con sus estudiantes está entre las influencias más importantes.

La línea de partida es que la comunicación, que en la enseñanza *debe* ser un camino de ida-y-vuelta, se enriquece por nuestra humanidad. A menudo suelo preguntarle a los nuevos profesores “¿Qué es lo que tienes *tú* de especial que te hace diferente de los demás, o de una computadora, para enseñarles a tus alumnos? Otra forma de decir lo mismo sería ¿te das cuenta que la enseñanza y el aprendizaje es un proceso extremadamente

interactivo en el cual tu parte humana debe necesariamente volverse parte de ese proceso? Esto es lo que Bill McLaughlin quería significar cuando decía “nos vendemos nosotros mismos a través de lo que hacemos”.

LA DIGNIDAD DE LA PROFESIÓN

Cuando estoy sentado observando las clases de otros docentes, que es tanto una obligación profesional como en algunas afortunadas ocasiones, un placer, dejo correr mi imaginación. Qué emocionante es pensar en ver a un profesor dotado que se conecta con sus estudiantes, observar a éstos sentados en el borde de sus pupitres, compartiendo ideas, algunas veces discutiendo, otras escuchando y otras veces trabajando entre sí. A riesgo de usar un cliché, la atmósfera en esas clases debería ser eléctrica. Pero la mayor parte de las veces, al menos en el nivel que le sigue al secundario, la realidad, es diferente. Escribí estas palabras con cierta sensación de resignación, la tarde después de haber observado la clase de biología general de mi hijo menor Aaron a las 9 a.m. Aaron es un estudiante de los primeros años de la carrera de Psicología en mi hogar profesional, la Universidad de Northern Illinois.

Cuando Aaron y yo llegamos al aula de biología ya estaba por comenzar la clase. Le pregunte al profesor si me podía quedar, dejándole saber que venía acompañando a mi muchacho y que era docente en el Departamento de Enseñanza y Aprendizaje. El instructor era un joven agradable con rostro amistoso y me dijo que no había problemas. El aula tenía alrededor de 80 asientos, y

estaban presentes 50 estudiantes. El profesor dijo “hola” a la clase, y habló sobre el primer examen de opción múltiple en el que habría 22 preguntas. Aclaró además, que para darles más oportunidades a sus alumnos, él siempre pasaba por alto dos respuestas incorrectas por lo que sólo contarían las mejores 20 respuestas en el examen. Pero como este era su primer examen con él, explicó que les daría otras dos preguntas libres *más*, o sea la posibilidad de descartar en total *4 preguntas*. El profesor ya había bajado sus expectativas antes de empezar su clase, dándoles puntos extra a sus estudiantes.

Habían pasado diez minutos de la hora cuando el profesor comenzó a “enseñar”. Los estudiantes no tenían idea hacia dónde estaban yendo o por qué, debido a que el profesor no lo comentó. No había ni metas ni objetivos hacia donde apuntar. Tal vez, él iba a llevar la clase a través de un diálogo interactivo, y no quiso estropear su proceso de pensamiento en tiempo real adelantando donde los llevaría. Podría ver y hasta apreciar eso en un diseño curricular. Si solamente el profesor lo hubiera tenido.

Para el equilibrio de la clase, puso unas transparencias de fotocopias viejas sobre las cuales aparecían una o dos notas ocasionales. Presentó información sobre los procariotas (organismos simples sin núcleo, como algunas bacterias) y los eucariotas (células nucleadas que aparecen en plantas y animales), diciéndole a la clase cada tanto “a continuación me gustaría hablar sobre...” Un estudiante ubicado dos filas delante de nosotros escribió en una hoja de papel en letra mayúscula de 8 cm “ESTOY MUY ABURRIDO”.

En el camino de vuelta a mi oficina después de la clase, le pregunté a Aaron “¿*POR QUÉ es tan importante para ti saber sobre procariotas y eucariotas? ¿QUÉ entendiste de la clase de hoy que te ayude a entender lo que pasa en el mundo a tu alrededor? ¿CÓMO te ayuda esto a desarrollar tus habilidades para hacer juicios sobre cómo trabaja el mundo? ¿Te ayuda a convertirte en un mejor científico? ¿Eres un mejor pensador después de asistir a la clase?*”

Puedo pensar en pocos trabajos que tengan una responsabilidad social tan grande como la enseñanza. Sea trabajando con los niños pequeños en el jardín de infantes, o con alumnos de los primeros años de universidad, que están por sus propios medios por primera vez, los docentes tienen una especial importancia para la sociedad, por lo que deberían sentirse especialmente dignos. El que los miembros de nuestra sociedad se cuestionen sobre el trabajo de los maestros, muestra lo importante que somos. Nuestra lucha es que toda la sociedad comprenda el alto nivel de competencia y el compromiso con el que hacemos nuestro trabajo. El profesor de biología de Aaron no está ayudando a la causa.

El respeto es algo que se gana, algo por lo que hemos trabajado. Por eso debo decir que estoy especialmente frustrado con el profesor de Aaron porque *no mostró respeto por la profesión*. Con demasiada frecuencia, nadamos contra la corriente de nuestros propios colegas.

En el otro extremo del espectro de la enseñanza está Gretchen Adams, que enseña en una de las universidades estatales más

importantes de los Estados Unidos. Yo estoy familiarizado con ese sitio porque dicté clases allí por cuatro años. Gretchen no es la profesora universitaria típica, no es una profesora universitaria en absoluto. Tiene una maestría en enseñanza de la química y estuvo contratada para armar un programa para trabajar con cursos de estudiantes en riesgo para potenciar sus capacidades intelectuales. Gretchen es una administradora meticulosa, pero es todavía mejor como maestra de clase. La conocí cuando tuve un contrato en la misma escuela para dirigir el programa de química de primer año extra-grande. Reconocí en Gretchen los atributos de una gran enseñante, de los que estuvimos discutiendo aquí, y que resumimos con un simple “a ti te importa” como base para nuestra propuesta educativa (¡y para todo!).

En donde otros veían límites, Gretchen veía posibilidades para sus alumnos. Ella esperaba el éxito donde muchos de los otros eran cínicos sobre el compromiso de los estudiantes por aprender, especialmente en los cursos introductorios donde ella se había especializado.

En el semestre de otoño de 2004, Gretchen y yo enseñamos en la sección “Química 101”, un curso que servía a un doble propósito, como requerimiento de educación general para estudiantes de carreras no científicas, y también para refrescar y afianzar los conocimientos de aquellos estudiantes que no estaban preparados para un curso de química de primer año en la universidad.

Trabajar con los estudiantes más necesitados no es algo a lo que aspiren la mayoría de los docentes universitarios, a menos que tú seas

Gretchen Adams. Ella encaró la clase de alrededor de 250 estudiantes, revoloteando alrededor del salón, capturando a los estudiantes con su entusiasmo por las ideas de la química, y su pasión por la vida. En el mundo de Gretchen, la vida es un buen lugar, y ella quiere que sus estudiantes la compartan con ella. Ellos lo captaron inmediatamente y trabajaron con ella. Les hacía preguntas libremente pero con intención y sus alumnos le respondían en consecuencia. En su institución, Gretchen ha sido reconocida entre los mejores docentes (top 10) que enseñaron en cada semestre, y ella enseñaba Química 101, cada semestre.

Recuerdo la lucha que tuve con la administración del departamento de química para que aceptaran que Gretchen pudiera dar clases. Ellos creían que era necesario un doctorado en ciencias para enseñar competentemente en las facultades y en las universidades. **Este no es un punto trivial.** Hemos estado discutiendo la dignidad de la profesión docente. Es una norma nacional que haber logrado cierto grado en *ciencias* es *suficiente* para ser considerado como un *experto* para su *enseñanza*.

¿CÓMO LLEVO ADELANTE MIS CLASES?

He enseñado, poco más o menos, a unos 10.000 estudiantes de primer año de química, en los niveles introductorio, cursos regulares y cursos para los mejores alumnos, en los pasados 29 años. Y cualquier éxito que haya tenido viene de las cosas que he enseñado con mi “mente de principiante”, un término de las artes marciales que significa, más o menos, que ve *todo* como una oportu-

nidad para aprender.

Después de decirle a la clase lo mucho que aprecio estar con ellos, *siempre* empiezo mis masivas clases teóricas con preguntas sobre qué habíamos visto y hacia donde estamos yendo. Nunca leo de un apunte. *Los guío con mis preguntas*. Lo hago así porque esto es lo que hacen los que piensan, y me parece que esa es la primera meta de la educación superior, lograr que aprendan cómo pensar de cierto modo y nuestra guía es la mejor posibilidad que como docentes universitarios podemos dar.

Cuando somos curiosos, queremos saber cosas. La primera parte del conocimiento es preguntarse qué es aquello que uno quiere conocer, y luego aplicarse a conseguir las respuestas en la forma más válida y eficiente. Luego, cuando miramos lo que hemos aprendido, vemos si tiene sentido en el contexto de lo que ya sabemos y lo que queremos saber, entonces decidimos si hemos aprendido lo suficiente y si estamos listos para avanzar o si preferimos buscar más información. Vemos hacia donde nos llevan nuestros nuevos conocimientos. *Esto es lo que hacemos*. El regalo más importante que nos da la educación superior es poder establecer conexiones entre lo que aparentemente son ideas disparatadas, mantener un hambre continuo por más, y saber cómo aprender cosas nuevas, con otros o por nuestra propia cuenta.

Hago preguntas porque eso es lo que hacemos, y si queremos ayudar a los estudiantes a tener este regalo de pensamiento organizado, independiente y curioso, entonces les preguntamos como un medio para el desarrollo de su comprensión. Normalmente

formulo entre 60 y 100 preguntas por cada clase de 50 minutos. Se parece muy poco a una clase teórica en el sentido formal, y yo no quiero que se parezca.

Las clases guiadas por preguntas también hacen otras cosas. Desde el punto de vista de la evaluación de los alumnos, las preguntas son un modo potente y muy poco amenazante de descubrir si entendieron un concepto en particular. Mejor descubrirlo antes de que los estudiantes hagan un examen pobre, que es el método de evaluación más amenazador.

Además, *tus preguntas son tu herramienta de enseñanza más poderosa*, porque tus preguntas dirigen la mente de los estudiantes en un modo que las exposiciones no pueden. En mi salón de clases, pregunto lo que espero sean preguntas en contexto, preguntas dirigidas a evaluar, orientadas a dirigir, informar, conducir, involucrar, perturbar, a hacer conexiones y principalmente a descubrir lo que los estudiantes piensan, porque ellos son importantes para mí. Muchos estudiantes no responden, y está bien. La presión entre pares es alta y algunas veces los estudiantes son tímidos, todos los somos. Pero eso no significa que ellos no estén pensando acerca de las ideas que están siendo compartidas entre todos nosotros durante la clase. Existen toda clase de modos de aprender, y no existe una manera mejor que otra. Sin embargo, en términos de las clases masivas en las que queremos enseñar, cueste lo que cueste, nuestra materia específica, me parece que “guiarlos con nuestras buenas preguntas” es uno de los aspectos más útiles del trabajo real en el aula.

También es crítico conectar la química con el mundo que rodea a los estudiantes, para que puedan ponerla en un contexto significativo. Como una extensión de esto, sugiero que las ideas que evoquen emociones o las emociones que evoquen ideas, la asociación entre ambas, logrará recuperar las ideas de una manera mucho más poderosa que si los sentimientos estuvieran ausentes. Si pensaras en las cosas que te gustan y las que te desagradan de tus propios colegas, usualmente encontrarías que una gran parte de tu lista se basa en aspectos emocionales. Por ejemplo, ella se preocupa, es divertida, es cálida, o ella es aburrida, enojona, impaciente, y así podríamos seguir. Me doy cuenta que así no se presenta la ciencia, en un sentido analítico y desapasionado. ***Pero esto no es acerca de cómo presentarla. Es sobre el lado humano de la enseñanza y el aprendizaje.***

Aquí comento cómo enseño esta idea. Primero, un profesor interesante es mejor que uno aburrido, y si los estudiantes ven un profesor agradable, disfrutarán mucho más de su compañía que de alguien que no parece vivo. Seguidamente, los guío con mis “estudios de caso”, ejemplos significativos que relacionan la química con el mundo de los estudiantes. Disfruto al compartir con los estudiantes los ejemplos más fascinantes que deberían conocer sobre cada sencillo tema de química, cualquiera, desde la mecánica cuántica (especialmente la mecánica cuántica) hasta el equilibrio. Mis discusiones sobre las aplicaciones del equilibrio podrían comenzar con el EDTA y por qué se usa en el pan, para la prevención del ataque cardíaco,

y en el análisis de las aguas duras. Podría hablar sobre el reciclado de aluminio en nuestra discusión sobre la matemática química. Tal vez, del transporte y la administración de drogas cuando hablemos del sistema métrico y el SI de unidades.

Los estudiantes *no tienen* que saber química. Nadie *tiene* que saber nada. Pero, para mí la química es una materia fascinante que tiene una de las dos ideas más importantes jamás esclarecida en 400 años de ciencia experimental. Esas dos ideas, en mi opinión, son: la tabla periódica de los elementos como un modo para clasificar las propiedades elementales y la teoría de la evolución como el proceso clave del cambio biológico

También, los usos que se hace de la química son de lo más interesantes, y las conexiones ideológicas que tratamos de hacer en mi clase son importantes porque hacer conexiones entre las grandes ideas es un tema unificador de la educación superior. Nosotros somos sus guías en esto, y en otros aspectos del aprender cómo se piensa sobre las ideas, cómo se ama el aprender sobre ellas y se quiere conocer sobre nuestro mundo basado en la química, por el resto de la vida.

REFERENCIAS

U.S. Department of Education “No Child Left Behind,” <http://www.ed.gov/nclb/overview/intro/4pillars.html>

De interés

EL PAPEL DE LA HISTORIA EN LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS: DIFERENTES ASPECTOS SIGNIFICATIVOS

Olimpia Lombardi

CONICET–Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina
olimpiafilo@arnet.com.ar

Resumen

En el clima actual de revalorización de la historia en la enseñanza de ciencias, el presente artículo intenta contribuir a organizar los argumentos que suelen aducirse en favor de una enseñanza de ciencias históricamente informada. Para ello se discriminarán tres diferentes planos de análisis, el epistemológico-metacientífico, el conceptual-científico y el motivacional-psicológico, poniendo de manifiesto en cada uno de ellos: i) la relación interdisciplinaria entre la investigación educativa y otras ramas del conocimiento, y ii) los aportes de la historia de la ciencia tanto para los docentes como para los alumnos. Por último, se señala la relevancia teórica y práctica de la distinción entre los tres planos de análisis.

Palabras clave:

Historia de la ciencia; educación en ciencias; plano epistemológico; plano conceptual; plano motivacional

Abstract

In the present trend of reassessment of the history of science for science teaching, this article attempts to contribute to organize the usual arguments for a historically modeled science teaching. For this purpose, we will discriminate among three levels of analysis: the epistemological-metascientific level, the conceptual-scientific level and the motivational-psychological level. In each one of them, we will show: i) the interdisciplinary relationship between pedagogical research and other branches of knowledge and, ii) the contributions of the history of science both for teachers as for students. Finally, we will point out the theoretical and practical relevance of the distinction among those three levels.

Keywords:

History of science; science teaching; epistemological level; conceptual level; motivational level

INTRODUCCIÓN: EL ESTADO ACTUAL DEL DEBATE

‘Historia’ y ‘ciencia’: dos términos que, para el público no especializado, suelen denotar disciplinas totalmente ajenas y excluyentes entre sí. La historia se entiende como el estudio de los hechos ocurridos en un tiempo distante, estudio que, al completarse, descubre el velo del pasado de una vez y para siempre. La ciencia, por el contrario, es concebida como una actividad progresiva y acumulativa, que avanza lineal e implacablemente hacia el “conocimiento verdadero” gracias a la llave mágica del “método científico”.

Afortunadamente, no son estas imágenes ingenuas de la historia y de la ciencia las que nos brinda la epistemología actual. La historia es hoy considerada una disciplina en constante desarrollo, que permite una continua relectura de los episodios del pasado. La ciencia, por su parte, ha perdido su tradicional infalibilidad para mostrarse como una actividad humana fuertemente impregnada del contexto histórico en el que se desarrolla. En este clima de ideas, la segunda mitad del siglo XX ha presenciado un creciente interés por la historia de la ciencia, interés que, durante las últimas décadas, ha desembocado en la profesionalización de la disciplina y su incorporación como carrera universitaria en numerosas instituciones de todo el mundo¹.

Sin embargo, el ingreso de la historia de la ciencia en el ámbito de la teoría y de la práctica de la enseñanza de las ciencias sufrió una considerable demora respecto de su

instauración como disciplina autónoma. Es apenas en las últimas dos décadas que se ha producido un notable acercamiento entre la historia de la ciencia y la reflexión pedagógica acerca de la enseñanza de las ciencias. Más allá de las objeciones de que ha sido objeto, la hipótesis de un paralelismo entre el desarrollo cognitivo individual y el desarrollo histórico conceptual ejerció una gran influencia en la comunidad pedagógica a la hora de reconocer la relevancia de la historia de la ciencia en el proceso educativo².

En la actualidad, la importancia de la historia de la ciencia en la educación científica es casi unánimemente reconocida en el ámbito internacional, lo cual se manifiesta en la introducción de contenidos históricos en las currículas de ciencia de diversos países, en el creciente interés por la formación histórica de los profesores de ciencia, así como en la proliferación de artículos acerca de las contribuciones que la historia de la ciencia brinda al proceso educativo³. Algunos autores señalan incluso los éxitos obtenidos por diversos proyectos que enfocan la educación científica desde una perspectiva histórica, incorporando la dimensión filosófica y cultural de la ciencia (ver Matthews 1994).

¿En qué consiste la importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza de disciplinas específicamente científicas? ¿Cuáles son las contribuciones concretas que la perspectiva histórica puede suministrar al aprendizaje de ciencias? Como si se tratara de un problema ampliamente superado, la bibliografía suele limitarse a enumerar una

¹ Una excelente reseña de la evolución de la historia de la ciencia como disciplina autónoma puede leerse en Cohen (1993).

² Tal hipótesis es defendida desde la epistemología genética; el último y más extenso argumento de Piaget en favor de su tesis se encuentra en *Psicogénesis y la Historia de la Ciencia* (1989).

³ Esta tendencia también se pone de manifiesto en la existencia de una revista especializada en temas de historia, filosofía y sociología de la ciencia en relación con la educación, como *Science & Education* (editor: Michael R. Matthews).

serie de motivos por los cuales la historia de la ciencia contribuye a la enseñanza de ciencias: humaniza los contenidos científicos, acerca las ciencias a los intereses personales, éticos, culturales y políticos de los alumnos, estimula el pensamiento reflexivo, pone de manifiesto el carácter mutable y perfectible de la ciencia, e incluso permite una mejor comprensión de los contenidos científicos al poner de manifiesto el proceso de su génesis y desarrollo histórico.

Sin duda, tales consideraciones resultarían en sí mismas suficientes para defender la necesidad de un acercamiento entre historia de la ciencia y enseñanza de la ciencia. Sin embargo, dada la repercusión del tema en el ámbito de la investigación educativa, el análisis del papel de la historia de la ciencia en la enseñanza en ciencias merece una mayor y más profunda atención. En particular, es necesario distinguir los diversos planos de análisis en los que se mueve la cuestión, a fin de discriminar entre los diferentes aspectos que hacen relevante la historia de la ciencia desde un punto de vista pedagógico. En el presente artículo se intentará, precisamente, resaltar los diferentes planos a los que pertenecen los motivos generalmente esgrimidos en defensa de la incorporación de contenidos históricos a la educación científica, así como subrayar la importancia teórica y práctica de tal distinción.

DISTINCIÓN ENTRE LOS PLANOS DE ANÁLISIS

Los numerosos motivos que suelen aducirse en favor de una enseñanza de la

ciencia históricamente informada se presentan, en general, como una mera yuxtaposición de ítems, sin advertir que los diversos argumentos pertenecen a muy diferentes planos, perfectamente discriminables desde un punto de vista conceptual. Tales argumentos pueden articularse según, por lo menos, tres diferentes niveles:

- (a) el nivel epistemológico-metacientífico.
- (b) el nivel conceptual-científico.
- (c) el nivel motivacional-psicológico.

(a) El nivel epistemológico-metacientífico

A este nivel pertenecen los argumentos que subrayan la importancia de que los alumnos no sólo incorporen los contenidos de una dada disciplina científica, sino también reflexionen acerca de la propia naturaleza y características de la ciencia. En efecto, tanto para los docentes como para los alumnos, la historia de la ciencia resulta el mejor antídoto contra la aún fuertemente arraigada imagen empirista e inductivista ingenua de una ciencia que progresa lineal y acumulativamente, derrotando, gracias al arma invencible del método experimental, los mitos y los errores que intentan frenar su marcha incontenible hacia la Verdad. La reflexión acerca de los acontecimientos del pasado en el devenir del conocimiento científico pone al descubierto una ciencia que, al igual que toda actividad humana, experimenta sus marchas y contramarchas y depende fuertemente del contexto histórico que le da origen. No sólo los contenidos específicamente científicos cambian de época en época; no existe la llave mágica del método científico, pues los propios cánones metodológicos así como la concepción acer-

ca de la naturaleza de la ciencia evolucionan a través de la historia.

En este plano conceptual, los argumentos en favor de una perspectiva histórica en la enseñanza de las ciencias se nutren de las tesis sostenidas por la epistemología actual que, por tanto, merece una especial atención por parte de los investigadores en el área educativa. Los trabajos de autores como Kuhn (1962, 1977), Lakatos (1971, 1978), entre otros, han servido para modificar la tradicional concepción ahistórica de la ciencia, poniendo de manifiesto la estrecha relación entre historia de la ciencia y epistemología. Como afirma la multicitada expresión de Lakatos parafraseando a Kant: “La filosofía de la ciencia sin la historia de la ciencia es vacía; la historia de la ciencia sin la filosofía de la ciencia es ciega” (Lakatos 1971, p. 455).

(b) El nivel conceptual-científico

A este nivel pertenecen los argumentos que se centran en la mejor comprensión de los conceptos científicos lograda por medio de la historia de la ciencia. Aquí se abre un área de investigación: en qué medida los preconceptos o concepciones alternativas –“*misconceptions*” – y el sentido común encuentran sus paralelos en las nociones surgidas a lo largo del devenir histórico de la ciencia.

Numerosos trabajos ponen de manifiesto la correspondencia entre algunas nociones precientíficas que el alumno trae consigo antes de su formación científica y ciertos conceptos históricos con los cuales las teorías del pasado organizaban su visión

de la naturaleza. El caso paradigmático analizado en la bibliografía es el que se refiere a la correspondencia entre los preconceptos de fuerza y movimiento y los fundamentos de la física aristotélica (ver, por ejemplo, Mc. Closkey 1983, Ebison 1993, Lombardi 1999).

Este nivel de análisis permite que los investigadores en el área educativa relacionen su propio bagaje teórico acerca de preconceptos con el material suministrado por los historiadores de la ciencia, cuyo trabajo debe impedir las sobresimplificaciones y los anacronismos que resultarían de un tratamiento superficial de la historia de la ciencia⁴. Aún quienes no aceptan la tesis del paralelismo entre ontogénesis y filogénesis pueden reconocer que la formación histórica del profesor de ciencias permite ampliar su perspectiva acerca de la detección y comprensión de las nociones intuitivas de los estudiantes que suelen dificultar el proceso de aprendizaje (Driver, Guesne & Tiberghien 1989).

(c) El nivel motivacional-psicológico

A este nivel pertenecen los argumentos orientados a señalar que la historia de la ciencia permite humanizar los contenidos científicos y responder mejor a las motivaciones y los intereses personales y extracientíficos de los alumnos. En este plano de la argumentación, el trabajo del investigador en el área educativa se entrelaza con los resultados en el campo de la psicología de la personalidad acerca del concepto de estilo cognitivo, concepto que intenta dar cuenta de las diferencias que muestran distintos sujetos ante una misma situación, su diferente forma de

⁴ Por ejemplo, Fernández González (1993) subraya las simplificaciones y anacronismos que suelen deformar la presentación de la física aristotélica.

enfrentarse y abordar un problema cognitivo (Carretero & Palacios 1982, García Ramos 1989). Si aprender es un proceso personal que se nutre de contenidos, y los estilos cognitivos expresan el modo en que cada sujeto adquiere conocimiento, cabe esperar una estrecha relación entre la forma de presentación de tales contenidos y los resultados que se obtengan en el proceso del aprendizaje.

Aquí el investigador en el área educativa podrá analizar en qué medida un acceso a la ciencia por vía histórica resulta más conveniente para sujetos cuyo estilo cognitivo no muestra una predilección por el razonamiento analítico ni por la orientación fáctica. De este modo, la historia de la ciencia puede resultar una invaluable herramienta para lograr una mayor motivación e interés personal de los alumnos –sobre todo de aquéllos que carecen de una vocación científica definida–, al presentar los contenidos científicos bajo una forma que se adecua mejor al propio estilo cognitivo que las tradicionales presentaciones formales y ahistóricas.

INFLUENCIAS SOBRE DOCENTES Y ALUMNOS

La diferencia conceptual entre los argumentos provenientes de los tres niveles de análisis mencionados se manifiesta claramente en algunas de las distintas contribuciones que la historia de la ciencia suministra a docentes y alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias:

(a) En el nivel epistemológico-metacientífico

- La historia de la ciencia permite al do-

cente superar los escollos a los que se enfrenta cuando intenta promover la comprensión de ciertos conceptos científicos desde una perspectiva epistemológica simplista e ingenua. Ejemplo de ello son las numerosas dificultades a las que se enfrenta el profesor que, desde una concepción puramente empirista de la ciencia, pretende superar la ruptura epistemológica con el sentido común que implica la mecánica clásica, sin advertir papel de la idealización en la revolución científica de la modernidad.

- La historia de la ciencia, al barrer con la imagen de una ciencia productora de verdades definitivas, fomenta en el alumno el pensamiento crítico, e incluso puede despertar una legítima vocación de investigación al presentar la actividad científica como una actividad eminentemente humana e indefinidamente perfectible.

(b) En el nivel conceptual-científico

- En el docente, la historia de la ciencia destierra los prejuicios acerca de las concepciones precientíficas de los alumnos; en lugar de ser considerados meros errores o “patologías” a subsanar (como sugiere el término “*misconceptions*” que se utiliza para designarlos), los preconceptos pueden ser mejor detectados y valorizados a la luz de la historia, a fin de poner en juego las estrategias más adecuadas para la promoción del cambio conceptual.
- A su vez, la historia de la ciencia permite al alumno reconocer algunos de sus propios preconceptos “desde afuera”, y

observar desde una perspectiva histórica el cambio conceptual hacia las nociones científicas actuales. Tal descentramiento contribuye a facilitar el cambio conceptual que se desea promover en el alumno, e incluso puede mejorar su autoestima al comprobar el estudiante que sus supuestos “errores” han sido compartidos por algunos grandes pensadores del pasado.

(c) En el nivel motivacional-psicológico

- La historia de la ciencia puede suministrar al docente las herramientas para lograr un mejor y más receptivo clima educacional en sus clases, al promover los intereses personales y extracientíficos del alumnado.
- La historia de la ciencia permite superar las barreras que alejan del estudio de la ciencia a los alumnos cuya vocación no se inclina hacia lo formal o lo empírico.

RELEVANCIA DE LA DISTINCIÓN

La distinción aquí presentada responde, sin duda, a un interés teórico: todo investigador en el área educativa en ciencias debe encontrarse en condiciones de discriminar entre argumentaciones pertenecientes a distintos planos o niveles de análisis, en este caso, los planos epistemológico, científico y psicológico. En especial, tal distinción tiene particular relevancia en las discusiones acerca de la conveniencia de adoptar una perspectiva histórica en la enseñanza de ciencias; en tales discusiones es de fundamental importancia conocer el plano al que pertenece

cada argumento y contraargumento a fin de que las respuestas ofrecidas se muevan dentro del mismo nivel de discurso (para un análisis de los argumentos y contraargumentos respecto de la pertinencia de la historia en la enseñanza de ciencias, ver Lombardi 1997).

Sin embargo, la distinción entre los niveles epistemológico, científico y psicológico en lo que se refiere al reconocimiento de la relevancia de la historia de la ciencia en la educación científica, no sólo reviste una importancia teórica; también tiene un interés práctico directo, en particular en el diseño de los programas de estudio para la formación científica en cada disciplina específica. En efecto, aún cuando se acepte la introducción de la perspectiva histórica sobre la base de los diversos niveles de argumentación, no todos los aspectos son igualmente relevantes en las diferentes circunstancias en que se manifiesta el proceso de enseñanza: nivel escolar, tipo de disciplina científica, carácter del alumnado, tiempos disponibles, etc. Por ejemplo, el balance entre las cuestiones motivacionales-psicológicas y los argumentos epistemológicos y científicos permite diferenciar el modo en que se adopta la perspectiva histórica en programas de física destinados a una educación general de la forma en que se introduce la historia de la ciencia en el caso de estudiantes orientados hacia una formación específicamente científica. En el primer caso, en el que se cuenta con un alumnado heterogéneo, la consideración de las cuestiones motivacionales-psicológicas juega un papel central, pues debe conducir a la elaboración de un plan de estudios que permita lograr una mayor receptividad

en aquellos estudiantes cuya vocación no se orienta hacia la temática científica. En el segundo caso, por el contrario, no será necesario superar las barreras contra lo formal y lo empírico, pues se cuenta con un alumnado que ha optado ya por una carrera científica y, por tanto, su receptividad no se encuentra tan fuertemente obstaculizada por las peculiaridades del pensamiento científico. No obstante, los aspectos epistemológicos y conceptuales podrán ser tomados en cuenta de un modo similar en ambos casos: la historia de la ciencia puede estimular el pensamiento crítico y favorecer el cambio conceptual tanto en un alumnado para el cual la ciencia contribuye a su cultura general, como en el caso de estudiantes cuya vocación los ha orientado a una formación específicamente científica.

En conclusión, si bien en la actualidad existe un amplio consenso respecto de la relevancia de la historia de la ciencia en la enseñanza de ciencias, resulta necesario distinguir los diferentes niveles en los que se mueven los argumentos en apoyo de tal tesis. En el presente artículo se ha intentado, precisamente, contribuir a organizar una temática cuya importancia se manifiesta tanto en el ámbito teórico de la discusión como en la práctica efectiva a la hora de introducir una perspectiva histórica en el diseño y elaboración de planes de estudio en ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carretero, M. & Palacios, J.** (1982). Los estilos cognitivos: introducción al problema de las diferencias cognitivas individuales, *Infancia y Aprendizaje*, 17.
- Cohen, I. B.** (1993). A sense of history in science, *Science & Education*, 2, 3. 251-277.
- Driver, R. & Guesne, E. & Tiberghien, A.** (1989). *Ideas Científicas en la Infancia y la Adolescencia*, Ediciones Morata, Madrid.
- Ebison, M.** (1993). Newtonian in mind but Aristotelian at heart, *Science & Education*, 2, 4. 345-362.
- Fernández González, M.** (1993). Algunas precisiones sobre el estudio de la dinámica en Aristóteles, *Revista Española de Física*, 7, 2. 58-62.
- García Ramos, J. M.** (1989). Los estilos cognitivos y su medida: estudios sobre la dimensión dependencia-independencia de campo, *C.I.D.E.*, Ministerio de Educación y Ciencia de España.
- Kuhn, T.** (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Chicago. Versión española, *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, Fondo de Cultura Económica, México, 1971.
- Kuhn, T.** (1977). *The Essential Tension*, University of Chicago Press, Chicago.
- Lakatos, I.** (1971). La historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales, en la versión española aumentada de I. Lakatos & A. Musgrave (eds.), 1970. 455-509.
- Lakatos, I.** (1978). *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers Volume 1*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Lakatos, I. & Musgrave, A.** (eds.) (1970). *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press, Cambridge.

Versión española, *La Crítica y el Desarrollo del Conocimiento*, Grijalbo, Barcelona, 1975.

Lombardi, O. (1997). La pertinencia de la historia en la enseñanza de ciencias: argumentos y contraargumentos, *Enseñanza de las Ciencias*, 15, 3. 343-349.

Lombardi, O. (1999). Aristotelian physics in the teaching of science: A historical-philosophical approach, *Science & Education*, 8, 3. 217-239.

Matthews, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual, *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 2. 255-277.

Mc. Closkey, M. (1983). Intuitive physics, *Scientific American*, Abril, 122-130.

Piaget, J. & García, R. (1989). *Psychogenesis and the History of Science*, Columbia University Press, New York.

Ideas para el aula

SIMULACIONES EN UN CURSO DE QUÍMICA BÁSICA, COMO COMPLEMENTO DE LAS ACTIVIDADES DE AULA Y LABORATORIO, CON UN ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN GUIADA.

Sergio Baggio

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Ciencias Naturales, Sede Puerto Madryn y Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, Unidad Académica Chubut, Puerto Madryn - Chubut - Argentina
baggiosergio@yahoo.com.ar

Resumen

Se presenta un conjunto de programas de simulación en computadoras sobre temas de Química Básica. Los programas escritos en Visual Basic, para el entorno Windows, tienen como objetivo complementar las actividades de aula y laboratorio que se realizan en los cursos básicos de química universitaria y/o cursos avanzados de la escuela media.

El enfoque que tienen las simulaciones es de una verdadera actividad de descubrimiento para ejercitar la secuencia explorar => inventar => descubrir => expandir, que pensamos contribuye al desarrollo del pensamiento formal de los estudiantes. Los 30 programas presentados pueden ser utilizados en los diferentes niveles educativos mencionados, siendo el docente responsable el que fijará la profundidad a la cual se desarrollarán.

Palabras Clave: Simulaciones en Computadora, Química Básica, Investigación Guiada.

Abstract

In this paper, a set of computer programs, simulating chemical experiences, are presented. Programs were written in Visual Basic for Windows and have the objective to complement activities of laboratory and lectures that are currently done in basic chemical courses. The simulation format we use is called guided inquiry (exploration-invention-discovery-expansion) and according to our experience is superior to traditional (verification) activities. Our final objective is to enhance the student's thinking ability toward more abstract thinking processes. The 30 programs presented could be used in the different educative levels, depending on teacher and student necessities.

Key words: Computer simulation programs, basic chemistry, guided inquiry.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la química en nuestras universidades ha ido cambiando en las últimas décadas. El aumento de la matrícula universitaria con presupuestos que no crecieron acorde hizo que la distribución horaria de las actividades en cursos básicos de química variara considerablemente con una drástica reducción en las actividades de laboratorio, fundamentales en el estudio de esta ciencia. Esto también estuvo relacionado con el mayor conocimiento que se fue teniendo sobre los riesgos del uso de ciertos reactivos y la dificultad para descartar residuos, una vez utilizados. Esto trajo aparejado el dictado de cursos cada vez más teóricos, muchas veces con un importante incremento en la cantidad de contenidos, que combinado con la menor capacidad que vienen presentando muchos de los alumnos egresados de la escuela media en el razonamiento formal, produjo una baja considerable en la performance de los mismos. Si nos hacemos eco del viejo proverbio que dice: *olvido lo que oigo, recuerdo lo que veo, entiendo lo que hago*, no cabe duda que “el hacer” jugará un rol fundamental en el estudio de la disciplina.

La recomendada secuencia en el aprendizaje de la ciencia: *explorar => inventar => descubrir => expandir* (Renner, 1984) se transforma hoy generalmente en *informar => verificar => practicar*, lo que contribuye poco al desarrollo de las habilidades del pensamiento lógico en los estudiantes, como ha sido demostrado en los numerosos estudios realizados en los últimos 25-30 años. Esto se nota claramente en las dificultades que presen-

tan los alumnos en la resolución de situaciones problemáticas y de toma de decisiones.

DESARROLLO

Ante este panorama y como una forma de acercar al alumno a las situaciones en las cuales se le presentan las mayores dificultades, se han desarrollado un conjunto de programas de simulaciones sobre temas básicos de Química General. Estos no pretenden por supuesto reemplazar el trabajo experimental pero ante las evidencias que hemos mencionado, pueden actuar como un paliativo. Este tipo de actividades presentan algunas ventajas dignas de destacar:

- a) la posibilidad de realizar un número grande de “experiencias” en un tiempo relativamente breve.
- b) hacer un enfoque en el desarrollo de las mismas de “*investigación guiada*” (Learning cycle: Karplus, 1974) con lo cual se puede ejercitar el *explorar => inventar => descubrir => expandir*
- c) no generan gastos ni tampoco residuos.

Las actividades son una real simulación de los procesos experimentales, muchos de los cuales están ausentes de nuestros laboratorios por las razones ya expuestas, donde el participante ejecuta un experimento, recoge datos y debe, en general, con la orientación del docente y un cuestionario de orientación, que se encuentra en la guía del alumno, realizar los cálculos pertinentes que le permitan llegar al resultado buscado. A fin de lograr una mejor aproximación a lo que es un verdadero trabajo experimental de descubrimiento, los programas generan errores al azar, que hacen que al repetir

los experimentos con los mismos parámetros de partida no se obtengan los mismos resultados.

Las simulaciones que se presentan, tienen un enfoque, como se dijo, de actividad de descubrimiento y no de mera comprobación de hechos que el profesor desarrolló previamente. Este enfoque, que hemos llamado de *investigación guiada* ha demostrado ser más eficiente para el aprendizaje de los alumnos, ya que se encuentran involucrados en el proceso de aprendizaje y son ellos mismos, los que con la orientación del docente generan las ideas y los conceptos que en los enfoques tradicionales son presentados por una *autoridad*—llámese libro de texto ó profesor. Este es el mismo enfoque que uno pretendería, cuando el alumno desarrolla un verdadero trabajo experimental en el Laboratorio.

Las actividades se presentan entonces con una estructura, de manera de dar al alumno la adecuada información a través de sus conocimientos previos y una guía con los mínimos procedimientos que le permitan avanzar en el desarrollo de las experiencias. Durante las mismas y de acuerdo a la profundidad que se le quiera dar, el alumno recoge datos experimentales que luego procesa a través de preguntas que requieren, generalmente, uso del *pensamiento crítico*. En el avance del proceso el alumno debería llegar a encontrar las leyes empíricas que describen sus observaciones simuladas y finalmente elaborar el modelo teórico particular, en este caso con la ayuda del docente que lo encaminará y le suministrará el vocabulario adecuado a tal fin. En todo momento el docente debería hacer ejercitar en el alumno el manejo de los tres mundos de la química: el macroscópico, el microscópico y el simbólico.

De esta manera se trata de simular el

proceso científico, tanto como sea posible. Incluso, se pueden plantear preguntas para que el alumno haga predicciones, que luego trataría de corroborar o refutar experimentalmente a fin de mejorar su modelo.

En este análisis no se debe perder de vista que la Química es una ciencia natural y nada debe sustituir el trabajo experimental. Las simulaciones son *complementarias* de este proceso y tienen la ventaja de su seguridad, bajo costo y posibilidad de desarrollar en minutos, infinidad de situaciones que serían impensables realizarlas a nivel experimental. De hecho en el curso de Química General que dictamos en la UNPSJB la primera actividad que se desarrolla cuando se introduce un tema es una exploración semi cuantitativa, en el laboratorio. Posteriormente, en el proceso de expansión de la idea, que contempla la *investigación guiada*, se introducen las actividades de simulación (hasta ahora hemos utilizado cuatro), donde fácilmente se pueden “realizar” experimentos cuantitativos, pudiéndose utilizar una amplia variedad de sistemas.

Debido a que tenemos un reducido número de alumnos en el primer año de la carrera de biología de nuestra sede universitaria, las simulaciones que hemos experimentado con ellos hasta ahora no nos permiten aún hacer apreciaciones estadísticas sobre la diferencia de antes y después de su uso, aunque si se nota una mayor predisposición por parte de los alumnos en profundizar sobre los distintos temas explorados. Durante este año pensamos extender el uso a todos los capítulos lo que involucra desarrollar prácticamente en forma completa los módulos (I) y (II), cuyos contenidos se muestran más adelante.

Un hecho de interés adicional, es que la mayoría de las simulaciones presentadas pueden ser utilizadas por los diferentes niveles educativos donde se enseña Química. El criterio y las necesidades del docente será quién fije la profundidad y los límites a los cuales deberán desarrollarse los temas. Así, por ejemplo, en la simulación del tubo de rayos catódicos, el docente se puede detener simplemente en los aspectos cualitativos que determinan que estos rayos son partículas cargadas negativamente e introducir el concepto del electrón, constituyente fundamental de la materia, ó llegar a determinar la relación entre la carga y la masa de esta partícula, para cursos más avanzados.

Se desarrollaron un conjunto de 30 pro-

gramas, divididos en 3 módulos (M) de 10 programas cada uno. Se ha tratado de hacer un barrido de los temas fundamentales de la Química General, y en este caso se han secuenciado de acuerdo a lo que es nuestro programa en la Universidad Nacional de la Patagonia. De todas maneras, como puede verse en el listado que sigue, programas que responden a un mismo capítulo (C), pueden encontrarse en módulos diferentes debido simplemente a que fueron desarrollados en tiempos diferentes. En la Tabla I se han ordenado temáticamente, por capítulo, para tener una mejor idea del grado de completitud con que se trata cada uno de ellos. El código (S x.y) nos identifica: S (simulación), x (capítulo), y (número de orden)

Tabla I: Listado completo de programas en los 3 módulos.

<i>NOMBRE</i>	Módulo	Capítulo	Programa en capítulo	Código	
<i>Análisis elemental</i>	II	2	1	S 2.1	1
<i>Método Victor Meyer</i>	II	2	2	S 2.2	2
<i>Combinac. Gaseosas</i>	II	2	3	S 2.3	3
<i>Exp. Est. Atómica</i>	I	3	1	S 3.1	4
<i>Est. Lewis-TREPEV</i>	II	3	2	S 3.2	5
<i>Conf. Electrónica</i>	III	3	3	S 3.3	6
<i>Estequiometría</i>	I	4	1	S 4.1	7
<i>Gases Ideales</i>	I	5	1	S 5.1	8
<i>Ley de Graham</i>	III	5	2	S 5.2	9
<i>Gases Reales</i>	III	5	3	S 5.3	10
<i>Tipos de Sólidos</i>	III	5	4	S 5.4	11
<i>Presión de Vapor</i>	I	6	1	S 6.1	12
<i>Crioscopia</i>	I	6	2	S 6.2	13
<i>Presión Osmótica</i>	I	6	3	S 6.3	14
<i>Destilación</i>	I	6	4	S 6.4	15
<i>Prep. Soluciones (I)</i>	III	6	5	S 6.5	16
<i>Prep. Soluciones (II)</i>	III	6	6	S 6.6	17
<i>Calor Latente. Fusión</i>	II	7	1	S 7.1	18
<i>Calor Esp. Metales</i>	II	7	2	S 7.2	19
<i>Calor Neutralización</i>	II	7	3	S 7.3	20
<i>Calor Combustión</i>	II	7	4	S 7.4	21
<i>Equilibrio Químico</i>	I	8	1	S 8.1	22
<i>Mediciones de pH</i>	II	9	1	S 9.1	23
<i>Titulac. Acido-Base</i>	III	9	2	S 9.2	24
<i>Electrólisis del agua</i>	I	10	1	S 10.1	25
<i>Pilas</i>	I	10	2	S 10.2	26
<i>Conductividad Sol.</i>	III	10	3	S 10.3	27
<i>Cinética Química (I)</i>	II	11	1	S 11.1	28
<i>Cinética Química (II)</i>	III	11	2	S 11.2	29
<i>Cinética Química (III)</i>	III	11	3	S 11.3	30

Los programas distribuidos en cada uno de los 3 módulos, se visualizan mejor en las pantallas que presentan cada uno de ellos cuando se comienza la ejecución y que se muestran a continuación en orden secuen-

cial: Módulo I, Módulo II y Módulo III. Todos los programas fueron desarrollados en Visual Basic IV (Microsoft®) para un entorno de Windows y requieren una resolución de pantalla mínima de 1024 x 748 pixeles.

MÓDULO 1

OPCIONES DEL PROGRAMA			
Experiencias Est. Atómica	S 3.1	Presión osmótica	S 6.3
Estequiometría	S 4.1	Destilación	S 6.4
Gases ideales	S 5.1	Equilibrio químico	S 8.1
Presión de vapor	S 6.1	Electrólisis	S 10.1
Crioscopía	S 6.2	Pilas	S 10.2

MÓDULO 2

OPCIONES DEL PROGRAMA			
Analisis elemental	S 2.1	Calor específico de metales	S 7.2
Método de V. Meyer	S 2.2	Calor de neutralización	S 7.3
Combinaciones Gaseosas	S 2.3	Calor de combustión	S 7.4
Estructuras Lewis -TRePEV	S 3.2	Mediciones de pH	S 9.1
Calor latente de fusión	S 7.1	Cinética química	S 11.1

MÓDULO 3

OPCIONES DEL PROGRAMA

Configuración Electrónica	S 3.3	Preparación Soluciones(II)	S 6.6
Ley de Graham Efusión	S 5.2	Titulaciones Acido-Base	S 9.2
Gases Reales	S 5.3	Conductividad de soluciones	S 10.3
Tipos de Sólidos	S 5.4	Cinética Química (II)	S 11.2
Preparación soluciones(I)	S 6.5	Cinética Química (III)	S 11.3

Breve descripción de los Programas

Simulaciones en Química General (I)

S3.1: Experiencias que llevaron al desarrollo de la teoría atómica

Se simulan las experiencias de:

- Rayos catódicos con la medición de la relación carga/masa.
- Experiencia de Millikan con la determinación de la carga del electrón.
- Radioactividad
- Rayos X característicos y la aparición del número atómico. Ley de Moseley.
- Experiencia de Rutherford. Modelo de Rutherford
- Espectro de emisión del hidrógeno. Teoría de Bohr.

S4.1: Estequiometría

Se simulan 16 reacciones en solución que dan origen a precipitados. Se trabaja con el método de las variaciones continuas para detectar el punto estequiométrico y determinar los coeficientes estequiométrico de las reacciones. Aparece el concepto de reactivo limitante.

S5.1: Gases ideales

Se trabaja con un conjunto de 8 gases y se estudia la variación del volumen con la presión, temperatura y masa. Se “descubre” la escala absoluta de temperaturas y con la introducción del número de moles se puede desembocar en la ley general de los gases.

S6.1: Presión de vapor

En esta simulación se miden presiones de vapor de líquidos puros en función de la temperatura, presión de vapor de soluciones con solutos no volátiles (aparición de la ley de Raoult) y presión de vapor de mezclas de líquidos (ideales y con desviaciones, positivas y negativas).

S6.2: Crioscopía

Se determinan puntos de fusión de solventes puros, constante crioscópica con soluciones de solutos de masa molar conocida y se determinan masas molares de solutos incógnita. Se puede introducir el “*i*” de van't Hoff y estudiar, para cursos más avanzados, la variación del mismo con la concentración.

S6.3: Presión osmótica

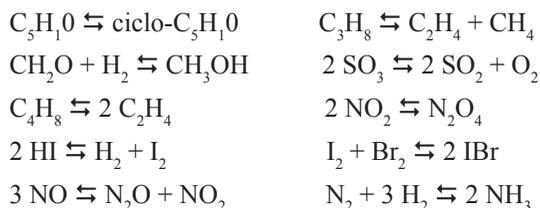
Se estudia la dependencia de la presión osmótica con la concentración y la temperatura. Se determinan masas molares de compuestos moleculares, presión osmótica de soluciones de compuestos iónicos y se determinan masas molares de macromoléculas.

S6.4: Destilación

Se construyen las curvas líquido-vapor para 3 soluciones: una ideal y 2 no ideales (desviaciones positivas y negativas). Esto se realiza a través del proceso de destilación donde se determina el punto de ebullición y la composición del líquido que destila.

S8.1: Equilibrio químico

Se estudian desde el punto del equilibrio químico, las reacciones



Se determinan las constantes a varias temperaturas y se obtiene información sobre la energética de las reacciones.

S10.1: Electrólisis del agua

Se realiza la electrólisis del agua a intensidad constante, a fin de “*descubrir*” las leyes de Faraday. Es una simulación integradora donde entran estequiometría, leyes de los gases y presión de vapor de líquidos.

S10.1: Pilas

Las tres opciones son: a) medir potencial de reducción de un par combinándolo con el electrodo de hidrógeno, b) comprobar los valores obtenidos armando pilas con esos pares y c) determinar el efecto de la concentración sobre el potencial de electrodo.

Simulaciones en Química General (II)

S2.1: Análisis elemental

Se analizan materiales orgánicos que contienen C, H y O por combustión, pesando el agua y dióxido de carbono obtenidos. Se desarrolla el concepto de fórmula mínima.

S2.2 : Método de Víctor Meyer

Se simula el método de referencia para la determinación de masas molares de líquidos volátiles.

S2.3: Ley de las combinaciones gaseosas de Gay-Lussac

Se simulan reacciones entre gases para obtener la estequiometría de las reacciones y llegar al enunciado de la combinación de “*números enteros y pequeños*”. Finalmente se trata de enunciar la ley de Avogadro y presentar la importancia que tuvo en la determinación de fórmulas y pesos atómicos.

S3.2: Estructuras de Lewis-TRePEV

Con la descripción de la metodología para la escritura de estructuras de Lewis, se introducen los postulados de la TRePEV. Se introduce el concepto de dominios. Mediante el uso del programa *MERCURY*[®], se observan los modelos de moléculas reales donde se trata de verificar las predicciones de la TRePEV.

S7.1: Calor latente de fusión

Se simula la determinación del calor de fusión del hielo.

S7.2 : Calor específico de metales

Se determina el calor específico de varios metales y se induce al alumno a encontrar alguna relación con parámetros fundamentales del elemento. Surge así la ley de Dulong y Petit.

S7.3: Calor de neutralización

Se mide el calor de reacción entre varios ácidos y bases. Se trata que el alumno encuentre relaciones entre estos calores y el tipo de ácido o base utilizada. Se propone también calcular algunos de estos calores a través de la tabla de

Energías Unión y discutir las diferencias.

S7.4: Calor de combustión

Se miden calores de combustión de varias sustancias orgánicas.

S9.1: Mediciones de pH

Mediante el uso de un pHmetro se miden pH's de ácidos, bases y sales. Se trata de “*descubrir*” el fenómeno de hidrólisis que presentan ciertas sales, como así también el concepto de ácidos y bases fuertes y débiles.

S11.1: Cinética Química (I)

Se estudia y simula la reacción:



desde el punto de vista cinético.

Simulaciones en Química General (III)

S3.3: Configuración electrónica

Haciendo uso de los potenciales de ionización y de los espectros fotoelectrónicos se trata de construir los niveles de energía de los primeros elementos de la Tabla Periódica, sin recurrir a los números cuánticos, que aparecen recién al final, para darle al alumno el vocabulario que se utiliza para caracterizar a los electrones de un átomo.

S5.2: Ley de Graham

Se simula la velocidad de efusión de gases conocidos y una vez encontrada la relación de la ley se determinan masas molares de gases incógnita.

S5.3: Gases reales

Se simula con datos reales el volumen de los

gases de la naturaleza sometidos a altas presiones y varias temperaturas para ver la desviación del comportamiento ideal. Se introduce el concepto de factor de compresibilidad.

S5.4: Tipos de sólidos

Con la ayuda del programa *MERCURY*[®], se estudian las estructuras de varios sólidos y se trata que el alumno los clasifique analizando las especies presentes y las distancias inter e intramoleculares.

S6.5: Preparación de soluciones (I)

Se siguen los pasos para la preparación de una solución de permanganato de potasio. A través de diluciones se preparan varias soluciones para trazar una curva de calibración en un espectrómetro visible. Finalmente se determina la concentración de una solución incógnita.

S6.6: Preparación de soluciones (II)

Se prepara una solución por dilución de un ácido concentrado. Luego se valora titulando con una base de concentración conocida usando un indicador.

S9.2: Titulaciones ácido-base

Se titulan distintos ácidos y bases utilizando un pHmetro para la determinación del punto final. Se discute el valor de éste en base a la naturaleza de los reactivos usados.

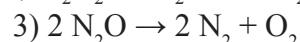
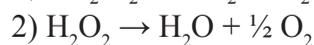
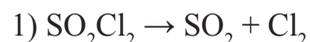
S10.3: Conductividad de soluciones

A través de un puente de Wheatstone se determinan conductividades de soluciones en función de la concentración. Se discuten los distintos electrolitos estudiados. Finalmente

se determina la constante de disociación del ácido acético.

S11.2: Cinética Química (II)

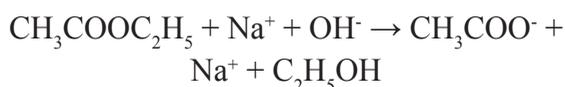
Se estudia la cinética de 3 reacciones en fase gaseosa:



cuyo avance se sigue volumétricamente. Se determinan energías de activación.

S11.3: Cinética Química (III)

Se estudia la cinética de 2 reacciones en solución que se siguen por dilatometría y conductividad, respectivamente

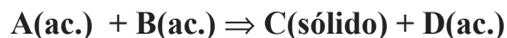


A fin de que el lector pueda tener una idea más acabada del alcance de los programas se mostrará en detalle una opción de uno de ellos: el programa **S4.1 Estequiometría**, del **Módulo(I)** que hemos estado utilizando exitosamente en nuestro curso.

En esta simulación se pueden realizar dos tipos de experiencias de estequiometría, donde siempre se mezclan soluciones que dan como resultado un precipitado:

1. El volumen de un reactivo es constante y el otro varía en forma continua.
2. La suma del volumen de los dos reactivos se mantiene constante (método de las variaciones continuas).

La reacción general podría simbolizarse así:



Una vez elegida la opción 1 ó 2, aparecen los compuestos a seleccionar:

Seleccione los Compuestos

Compuesto "A"	Compuesto "B"
Cromato de Potasio	Nitrato de Plata
Yodato de Sodio	Nitrato de Plomo
Sulfuro de Sodio	Sulfato de Cobre
Fosfato de Sodio	Cloruro de Bario

lo que da lugar a 16 combinaciones posibles. Supongamos que se ha elegido la opción 1 y los compuestos de la siguiente manera: como "A" el Cromato de Potasio y como "B" el Cloruro de Bario. La siguiente pantalla es:

Fije la concentración de las soluciones en g/L

Cromato de Potasio				
5,00	1	0,1	0,01	
Cloruro de Bario				
8,00	1	0,1	0,01	

Los valores de la izquierda representan los mínimos de concentración permitidos para

las soluciones, las cuales se podrán modificar hacia arriba y hasta un cierto límite, pulsando los botones correspondientes. Supongamos que hemos elegido 6,5 g/L para A y 8 g/L para B. La próxima pantalla es:

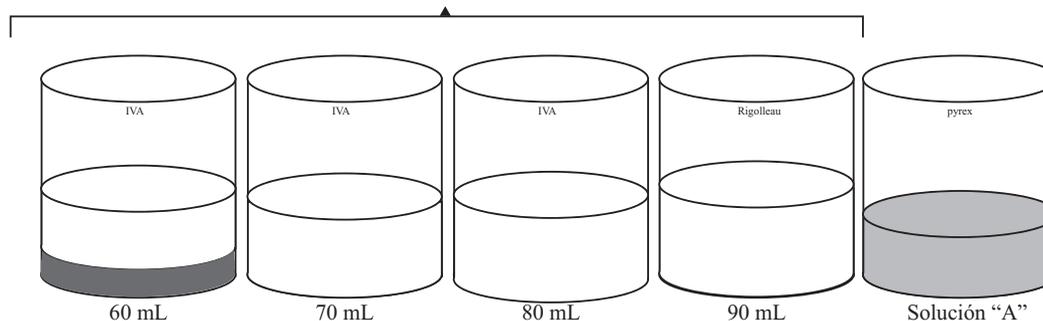
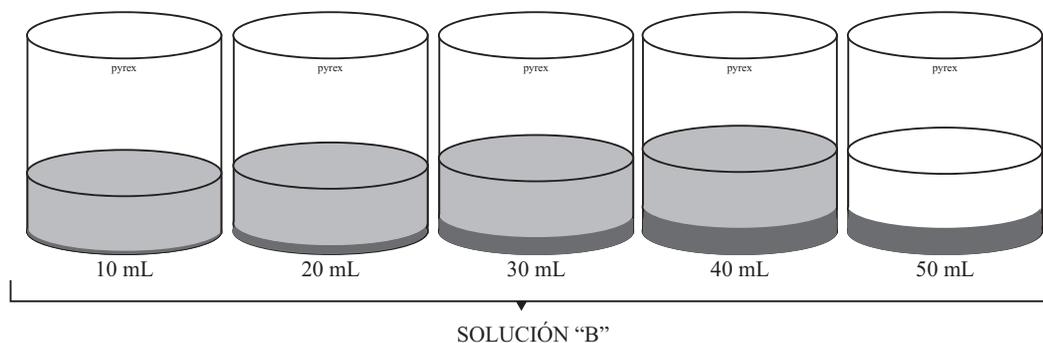
Fije el volumen de la solución *A* en mililitros

Cromato de Potasio

40,00	10	1
-------	----	---

El volumen de esta solución puede estar comprendido entre 40 y 70 mL. Supongamos que hemos elegido 50 mL. Al aceptar, aparecen en la pantalla 9 vasos que contienen respectivamente 10, 20, 30,...,90 mL de solución B y un vaso con los 50 mL de la solución A de Cromato de Potasio. Pinchando en el botón inferior se irán agregando 50 mL de solución A a cada uno de los vasos conteniendo solución B. Posteriormente se muestra una pantalla que indica la situación cuando se han mezclado los reactivos en 6 vasos. Allí se pueden observar los precipitados de Cromato de Bario y el cambio de color del sobrenadante, en este caso entre el vaso 4 y 5.

Cuando se finalizan los agregados en los 9 vasos, pinchando sobre los mismos aparecen las masa de precipitado (como si se hubiesen filtrado, sacado y pesado), como así también los volúmenes de cada solución utilizada.



Mezcle los reactivos en el próximo vaso

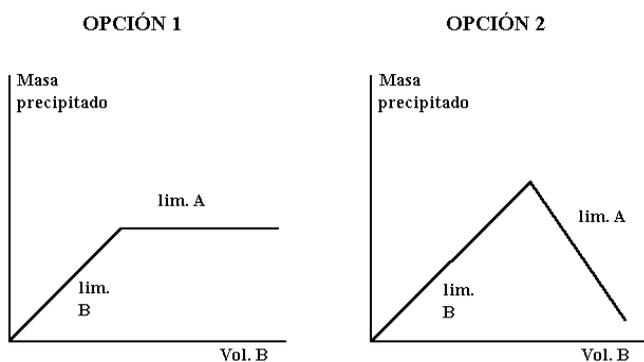
masa de *C* 0,097g Vol. *A* = 50mL Vol. *B* = 10mL	masa de *C* 0,192g Vol. *A* = 50mL Vol. *B* = 20mL	masa de *C* 0,285g Vol. *A* = 50mL Vol. *B* = 30mL	masa de *C* 0,388g Vol. *A* = 50mL Vol. *B* = 40mL	masa de *C* 0,387g Vol. *A* = 50mL Vol. *B* = 50mL
---	---	---	---	---

SOLUCIÓN "B"

masa de *C* 0,383g Vol. *A* = 50mL Vol. *B* = 60mL	masa de *C* 0,389g Vol. *A* = 50mL Vol. *B* = 70mL	masa de *C* 0,392g Vol. *A* = 50mL Vol. *B* = 80mL	masa de *C* 0,387g Vol. *A* = 50mL Vol. *B* = 90mL	<p>SOLUCIÓN "A"</p>
---	---	---	---	---------------------

Nótese que las masas de precipitado que desde el vaso 5 en adelante deberían ser iguales no lo son debido a los “errores experimentales” que introduce el programa al azar.

Graficando las masas de precipitado obtenidas en función del volumen variable se determina el punto estequiométrico y se identifican las zonas donde cada uno de los reactivos es el limitante. En la figura se muestran los resultados genéricos para cada una de las opciones. Si se da al alumno la masa molar de los compuestos pero no las fórmulas, deberían poder encontrar los coeficientes correspondientes a la reacción genérica.



Para cada uno de los 3 Módulos, que comprenden el paquete completo de programas, se elaboraron las guías para el alumno y para el docente. En las guías para el alumno, que están pensadas para un nivel del primer año universitario, aunque adaptables a otros niveles, se va encaminando el desarrollo de la actividad, siguiendo, como ya se comentó, un enfoque de descubrimiento, planteando constantemente preguntas de pensamiento crítico, que le permiten al alumno ir

elaborando su propio conocimiento.

Las guías para el docente suministran una orientación de como desarrollar las simulaciones (esto por supuesto a criterio del autor y que puede ser modificado por quien las usa de acuerdo a su propio criterio y necesidad), además de una completa información respecto de los resultados de los experimentos simulados. En este último punto vale la pena señalar, que siempre que fue posible, los resultados presentados corresponden no a situaciones meramente teóricas, sino a los valores reportados en la literatura y que se obtuvieron de diferentes fuentes (Findlay, 1955; Palmer, 1966; International Critical Tables, 2003 y otros libro de textos de donde estos resultados podían ser obtenidos).

El autor publicó 2 artículos preliminares sobre el tema (Baggio, 1995 b, c) y realizó diversos talleres conteniendo parte de los programas del Módulo I en congresos y reuniones (Baggio, 1994, 1995(a), 1996, 2000, 2008). En el presente año se efectuó un taller con 3 encuentros de 12 hs reloj cada uno, donde se desarrolló el conjunto completo de módulos, en la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos, en la ciudad de Paraná.

Una copia del Módulo I con las respectivas guías para el docente y el alumno, está disponible sin cargo, y se podrá solicitar al autor, a través del e-mail.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baggio, S. (1994). El uso de la Computadora en la Simulación de las Experiencias que llevaron al desarrollo de la Teoría Atómica. Taller dictado en la REQ VII. Mar del Plata.

Baggio, S. (1995a). El uso de las simulaciones en un Curso de Química General. Segundas Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Química, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA.

Baggio, S. (1995b). El uso de las simulaciones en un curso de Química General.

Pan-American Newsletter on Chemical Education 7(3), julio-septiembre.

Baggio, S. (1995c). Software Educativo para Química. Parte I: Simulación de Experiencias que llevaron al Desarrollo de la Teoría Atómica. *Educación en la Química* 2(2), 21-24.

Baggio, S. (1996). Simulaciones en Química General. Taller dictado en la REQVIII. Rosario.

Baggio, S. (2000). Y siguen las simulaciones en Química General.... Taller dictado en la Reunión de Educadores en Química REQ X. Universidad de Morón.

Baggio, S. (2008). Simulaciones en Química General. Taller dictado en la REQ XIV, Olavarría, Universidad del Centro.

Findlay, A., revisado por Kitchener, J. A. (1955). *Prácticas de Fisicoquímica*, Editorial Médico-Quirúrgica, Buenos Aires.

Karplus, R., (1974). *Science Curriculum Improvement Study, Teacher's Handbook*, University of California-Berkeley, Berkeley, California.

Palmer, W. G. (1966). *Química Física Experimental*, EUDEBA, Buenos Aires.

Renner, J. W. (1984). Two theories of learning: In one we believe, the other we use. *ChemTech*, August, 462-467.

Washburn (Editor) (2003). *International Critical Tables of Numerical Data, Physics, Chemistry and Technology*, E. W. Norwich, New York.

Ideas para el aula

CUANDO FORMAR GRUPOS ES CONTENIDO DE ESTE CURSO

María Gabriela Lorenzo

Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires. CONICET. glorenzo@ffyb.uba.ar

Resumen

En este trabajo presentamos una nueva forma de ver una vieja estrategia didáctica: el trabajo en grupos en clases de ciencia. Particularmente abordamos la problemática de cómo formar los grupos, considerando las ventajas y desventajas. Analizamos algunas propuestas utilizadas por nosotros en clases de ciencia.

Palabras clave: trabajo en grupo, estrategia didáctica

Abstract

A new way for looking for an old pedagogical strategy we present here. Particularly we focus on how we can organize teamwork in science classes. Constrains and vantages are also considered. Several proposals are finally analyzed.

Key words: teamwork, pedagogical tool

¿TRABAJAR JUNTOS O TRABAJAR EN EQUIPO?

Saber trabajar en equipo es una de las competencias que debemos desarrollar los individuos de este siglo, si queremos insertarnos en el mercado laboral o simplemente sobrevivir a una reunión de consorcio. Hoy ya no se discute la importancia de las habilidades interpersonales y se acepta, consecuentemente, la necesidad de incluirlas en la formación del futuro ciudadano o ciudadana, pero lo que no queda tan claro, es cómo podemos promover estas habilidades mientras

enseñamos química.

Una buena opción es lo que tradicionalmente se ha conocido como trabajo en *grupo*, aunque deberíamos decir trabajo en *equipo*. Hacemos la diferencia porque por grupo entendemos un conjunto de elementos, con alguna característica en común; mientras que por equipo entendemos un grupo cuyos integrantes trabajan juntos y en forma cooperativa en pos de conseguir una meta u objetivo común.

Si bien en la presentación que sigue nos orientaremos al trabajo en equipo de nuestros alumnos, valga el llamado de atención sobre

una necesidad creciente de nuestro sistema educativo: la necesidad de que nos constitu-yamos como equipos docentes (Imbernón, 1994, Zabalza, 2007). En otro lado, hemos comentado algunas sugerencias sobre cómo avanzar sobre estas ideas (Lorenzo y Rossi, 2007) y hemos presentado nuestro Modelo de Integración Multinivel (Lorenzo, 2008).

Volviendo a lo que nos ocupa, un libro muy interesante, a la vez que ilustrativo y de amena lectura que aborda este problema, es el de los investigadores de la Universidad Autónoma de Madrid, Juan Antonio Huertas e Ignacio Montero (2001). Al preguntarse al inicio del segundo capítulo “¿qué entendemos por cooperación?” nos dicen:

“el aprendizaje cooperativo es algo más que poner a trabajar juntos a un grupo de estudiantes (...). Se considera cooperación entre iguales el hecho de que los miembros del equipo sean capaces de alcanzar una meta común mediante un trabajo independiente” (p.55).

Así, al trabajar en grupo se logra la interacción entre pares que promueve la construcción conjunta de conocimientos (Coll y Onrubia, 1996, Edwards y Mercer, 1994). Está claro que lograr que un grupo sea un verdadero equipo no es una tarea sencilla. Algunos de los requisitos que creemos imprescindibles para al menos intentar trabajar cooperativamente son:

- *Actitud positiva:* Para trabajar en equipo se necesitan personas dispuestas a poner el hombro, con ganas de ver el vaso me-

dio lleno, con intenciones de salir adelante. Para trabajar en equipo hay que evitar la “mala onda”.

- *Fe/Creencia:* Tal vez a algún lector pueda parecerle un poco fuerte. Pero para trabajar en equipo, se debe creer que es posible, que juntos podremos, que trabajar en equipo es bueno para todos, que entre todos seremos capaces de alcanzar exitosamente nuestra meta.
- *Humildad:* Para darnos permiso para equivocarnos, para poder mostrar nuestros borradores mentales, nuestras confusiones. Vivimos en una cultura impregnada de los exitismos de los productos acabados, parece que las cosas (un examen, un artículo, un bizcochuelo) nacieron así, tal cual las vemos ahora, terminadas y perfectas. En general, uno se muestra temeroso a mostrar sus procesos de pensamientos, sus dudas (¿qué van a pensar de mí si les digo que no entiendo? ¿me van a sacar corriendo si les voy con esta idea que se me ocurrió!). Y claro, mostrarnos a los demás, también puede implicar (y seguramente lo implica) aceptar nuestros errores, reconocer que a veces nos equivocamos, soportar que nos lo señalen, corregirlos y por supuesto, aprender de ellos.
- *Voluntad:* Para trabajar en equipo no sólo alcanza con ser positivo, creer que es posible y comportarse humildemente, también hay que ponerle ganas. Hay que querer que las cosas salgan bien. De nuevo nuestro amigo Huertas diría que debemos estar motivados para hacerlo.
- *Esfuerzo:* Aunque pareciera que cada vez

se menosprecia más esta conducta, el esfuerzo, esforzarnos, es fundamental para concretar con éxito cualquier empresa que nos propongamos. Comenzar la dieta, ir al gimnasio, planificar una nueva clase y obviamente, trabajar en equipo. Se necesita del esfuerzo para encontrar todas las características que ya hemos mencionado previamente, pero también para hacernos el tiempo necesario para el trabajo, para organizarnos, para buscar el material.

- *Compromiso*: El valor de nuestra palabra, otro de los valores que parece haberse olvidado. Si quedamos mañana al mediodía para juntarnos a trabajar, no puedo faltar. Si me comprometí a buscar tal información en la biblioteca o pasar en limpio los borradores, no puedo dejar de hacerlo. Comprometernos con la tarea y con nuestros compañeros de grupo es lo que nos convierte en un equipo.

Parece que para trabajar en equipo, hacen falta demasiadas cosas. Y desde el punto de vista del profesor, podríamos sumarle algunos otros puntos en contra:

- Requiere mayor esfuerzo que una clase expositiva. Lógicamente, planificar un buen trabajo en equipo requiere un esfuerzo para el profesor, seleccionar los materiales apropiados para *sus* alumnos, supervisar la tarea, orientar a los estudiantes, revisar los borradores que cada grupo va produciendo. Y sí, es más trabajo.
- Consume mayor tiempo que la clase ex-

positiva. Hasta ahora, la clase expositiva ha sido y sigue siendo uno de los métodos de enseñanza favoritos de los profesores y las profesoras, y su éxito está bien fundamentado. Es la mejor forma de presentar mucha información de manera clara y ordenada, en el menor tiempo posible y para el mayor número de alumnos ¿quién puede competir contra tan alta eficiencia? Está claro, que la clase expositiva es un buen método para *dar* clase, pero para facilitar el aprendizaje significativo en nuestros estudiantes, resulta, al menos, insuficiente porque aprender requiere tiempo y esfuerzo, y si pretendemos que nuestros estudiantes aprendan trabajando en equipo, vamos a *perder* varias sesiones de clase.

- Genera ansiedad en el docente por considerar “que no está haciendo nada”. Aunque a muchos colegas les cueste reconocerlo públicamente, a los profesores y las profesoras nos gusta estar en uso de la palabra, nos hace sentir bien poder explicarles a nuestros alumnos aquellas cosas que les dan trabajo, poder presentar un buen pizarrón. Que nuestros alumnos trabajen en grupo, parece que nos quitara protagonismo, mientras circulamos por el aula esquivando las sillas, respondiendo preguntas aquí y allá, pensamos que no estamos haciendo nada, el tiempo se nos hace eterno, y no estamos *dando* clase.

Sin embargo, el hecho de que se insista en este modo de trabajo será porque alguna ventaja tiene. Pero dejemos la respuesta en

suspense para un poco más adelante, para ver primero distintas formas de trabajar en grupo. Existen diferentes formas de trabajar en grupo: paralela, asociativa y cooperativa (Forman y Cazden, 1984), pero alcanzar una verdadera cooperación implica lógicamente el esfuerzo de los estudiantes y del profesor, y ¡tiempo!

El trabajo en grupo y mejor aún el trabajo en equipo es una estrategia que permite promover las habilidades de interacción como la tolerancia, la capacidad de negociación, la búsqueda de consenso, que tanta falta nos hacen a todos los habitantes de esta era sociocultural.

En la bibliografía aparecen recetas con consejos útiles sobre cómo trabajar en equipo (Jacques y Jacques, 2007). Por su parte, Huertas y Montero (op. cit.) nos detallan con cuidado esmero una serie de técnicas que fueron desarrolladas especialmente por los anglosajones, para el trabajo en grupo. Como aquí no es nuestro propósito discutir esto, simplemente las describiremos someramente para que aquellos lectores interesados puedan luego ahondar en ello.

a) Técnicas muy estructuradas aplicables a cualquier contenido: En estas técnicas está todo planificado previamente y tanto el profesor como los estudiantes deben seguir una serie de pasos o etapas consecutivas.

a1) Trabajo en Equipo-Logro Individual (TELI)

a2) Torneo de juegos por equipos

b) Técnicas poco estructuradas aplicables a cualquier contenido

b1) Investigación grupal

b2) Rompecabezas (Jigsaw): Se fracciona el contenido en partes y cada integrante del equipo trabaja con una parte. Trabajan con otros el mismo tema y por último arman la idea entre todos. Esta técnica aporta además un “heptálogo” de lo que sería un buen trabajador en equipo (Huertas y Montero, op. cit., p. 88):

1. *Soy crítico con las ideas, no con las personas*
2. *Recuerdo que estamos en esto juntos*
3. *Animo a cada uno a participar*
4. *Escucho las ideas de todo el mundo aunque no esté de acuerdo con ellas*
5. *Vuelvo sobre lo que se ha dicho si no me ha quedado claro*
6. *Trato de entender todas las visiones del problema*
7. *Primero vemos todas las ideas posibles, después las ponemos juntas*

TIPOS DE GRUPOS

En general, la bibliografía sobre el trabajo grupal se focaliza en los pasos a seguir para concretar el trabajo, pero no se detiene a analizar las características de los grupos y daría la impresión de que todos los grupos son iguales, o dicho de otro modo, que da lo mismo que sean diferentes.

Como no estamos seguras de que de lo mismo, proponemos una clasificación de diferentes tipos de grupos, basándonos en la estrategia utilizada para su formación.

a) Grupos Homogeneizados

Estos grupos deben ser formados necesariamente por el profesor a cargo. Es decisión del docente quién forma parte de tal o cuál grupo. La idea es que todos los grupos que se formen reúnan ciertas características previstas por el profesor. En esta categoría podemos encontrar:

-Grupos Heterogéneos por bloque de calificaciones: En todos los ejemplos de cómo trabajar en grupo que comentan Huertas y Montero en su amigable texto (op. cit.), refieren a esta forma de organizar los grupos. Esto es, tratar de lograr que todos los grupos tengan una conformación más o menos pareja en cuanto a las capacidades cognitivas de los estudiantes medidas como rendimiento académico (no vamos a discutir aquí si el rendimiento académico, o sea las notas obtenidas, es o no un buen indicador de las capacidades cognitivas de las personas). Es decir que debemos evitar formar grupos con los “mejores” o con los “peores” alumnas y alumnos. Para ello, la estrategia consiste en armar una lista con las calificaciones de cada uno de los alumnos y agruparlos según sus notas previas, por ejemplo de algún examen de la asignatura. Esto tratamos de mostrarlo en la tabla de la Fig. 1. Imaginemos que queremos formar grupos de cuatro integrantes. Entonces podríamos formar dos grupos eligiendo un estudiante por cada nivel de calificación.

Alumno/a	Calificación anterior	Grupo de nivel	Grupo asignado
Cecilia	9	muy bueno	1
Estebán	8,50	muy bueno	2
María	7	bueno	1
Juan	7	bueno	2
Marcelo	5,50	regular	1
Laura	5	regular	2
Diego	3	malo	2
Lucía	1	malo	1

Figura 1. Asignación de los alumnos a un grupo por su calificación anterior

-Grupos Homogéneos: En este caso se trata de que todos los integrantes del equipo compartan alguna misma característica. Por ejemplo por grupo de rendimiento académico o por ser todos profesores de química, o todos maestros de primaria, o todos interesados en seguir la carrera de medicina. Es decir, se supone que al compartir una característica común se comparten también problemáticas semejantes e intereses comunes, lo que contribuiría a una mayor motivación hacia la consecución de la meta del problema o tarea en cuestión.

b) Grupos por decisión de los propios integrantes

Podría suponerse que esta alternativa es la más democrática y la que mejor respeta las libertades de nuestros estudiantes. Permítanme estimados lectores discrepar en este punto. Afortunadamente no siempre, pero en muchos casos, hay ciertas personas que son sistemáticamente rechazadas por sus pares, que no quieren incluirlas en ningún grupo. Si ahí, interviene el docente diciendo “dejen a Fulanito que trabaje con Uds”, Fulanito no podrá menos que sentirse un estorbo, sobre

todo cuando vea las caras fruncidas de sus compañeros que no pudieron negarse “al pedido” de su profesor. A veces, pasa todo lo contrario. El grupo no sabe cómo sacarse de encima a Menganito que siempre “se engancha” a trabajar con ellos, y en este caso el profesor puede tardar más en enterarse o tal vez nunca lo haga. Otras veces, a alguien le gustaría estar en el mismo grupo con otro a quien admira por diferentes razones, pero como ese otro “siempre” está con el otro grupo, este alguien se queda con las ganas... De todas las opciones posibles, utilizar esta estrategia debería ser el último de los recursos de un buen docente. Porque, como si no fuera suficiente con las razones expuestas precedentemente, esta forma de armar es ajena a toda acción docente y por tanto, carece de una finalidad o justificativo pedagógico.

c) *Grupos al azar*

Cuando no sabemos cómo o no queremos tomar decisiones, recurrir al azar suele ser una buena y muy usada alternativa. Muchas veces, las quejas aquí vienen por el lado de los estudiantes que no quieren que se les obligue a trabajar con cierto grupo de personas. Sin embargo, también es nuestra función dar a conocer que en el mundo adulto y sobre todo a nivel laboral y profesional, muchas veces nos veremos obligados a insertarnos en determinado grupo, sea este de nuestro agrado o no. Por eso, trabajar en grupos formados al azar también puede resultar formativo.

No vale la pena detallar demasiado como

pueden formarse grupos recurriendo al sino, excepto, claro, el último caso que es en el que nos detendremos en el próximo apartado:

- Por orden en el que aparecen en el listado del curso (de Albanese hasta Benitez, grupo 1...)
- Por su ubicación dentro del aula (Ustedes cuatro, que están sentados acá, grupo 2...)
- Por afinidad temática (Aquellos que eligieron Kps, les toca el grupo 3...)
- Por lotería: sacando números de una bolista (todos los unos, todos los dos...), repartiendo caramelos de colores (a los que les tocó el masticable rojo, el grupo rojo...)¹
- Por **Trabajo por Contenidos TxC**, que es lo que discutiremos a continuación.

¿QUÉ SIGNIFICA QUE LA FORMACIÓN DE LOS GRUPOS SEA CONTENIDO DE ESTE CURSO? FORMACIÓN DE LOS GRUPOS POR TxC

Nos había quedado pendiente alguna discusión sobre las ventajas del trabajar en equipo. Aprovecharemos este apartado para enunciar las bondades del trabajo grupal en forma simultánea con la presentación de algunas ideas sobre cómo formar grupos al azar pero no de cualquier manera. Este conjunto de técnicas es especialmente apropiado para cursos donde no todos sus miembros se conocen entre sí (nuevos cursos, talleres de capacitación) o en los que, por el contrario, existe una estructura

¹ Esta estrategia es especialmente útil para niños pequeños, donde podemos estar enseñando números o colores y por tanto, también ser contenido de este curso. Otras ideas: distintos tipos de materiales (duros/blandos, transparentes/opacos, sólidos/líquidos/gaseosos), la lista sino infinita, es extremadamente larga...

rígida de grupos de difícil intercambio.

Que la formación de los grupos sea contenido del curso significa que la incluimos como un contenido más de nuestra clase de hoy, y que por tanto la planificamos con atención y esmero, y que con ella pretendemos, además, que nuestros estudiantes aprendan algo mientras se organizan en grupos.

La formación de grupos usando el TxC plantea las siguientes ventajas:

- Retoma conocimientos previos, ya que uno de sus requisitos es partir de los conocimientos que ya poseen nuestros estudiantes. Esto permite situar la actividad de los estudiantes en un entorno disciplinar.
- Introduce al nuevo tema, porque intenta servir de idea generadora, u organizador previo del tema del día.
- Estimula la motivación, porque se transforma en una experiencia vivencial para cada uno de los alumnos.
- Desestructura grupos consolidados, porque no queda más remedio, porque mis compañeros de grupo los define la providencia (podrían ser los mismos de siempre, o algunos de ellos, o no) ofreciendo nuevas oportunidades para el establecimiento de nuevas relaciones entre las personas.
- Promueve la interacción entre pares, porque para formar los grupos hay que “comunicarse con el otro”.
- Favorece el intercambio de ideas, porque favorece el diálogo entre los estudiantes.
- Permite la producción de documentos parciales y finales.
- Se convierte a sí misma en sustrato de re-

flexión en el metaanálisis de la actividad.

A continuación ilustraremos con algunos ejemplos concretos sobre como podemos aplicar TxC para formar grupos en nuestras clases. Las estrategias que describiremos son: los textos rompecabezas, los refranes, las adivinanzas, los cálculos matemáticos o aplicaciones de fórmulas, la técnica para grupos-intergrupos.

I) Textos rompecabezas

Pongamos por ejemplo que debemos trabajar con nuestros alumnos de química sobre el tema “El agua”, y que decidamos hacerlo empleando el trabajo en equipos. Una posibilidad para formar los grupos introduciendo el contenido desde el vamos (a la vez que otras habilidades como la lectocomprensión, el poder de escucha, la importancia de la historia en clases de ciencias, por ejemplo) es presentarles a los alumnos un trozo de papel con un fragmento de un texto y decirles que el texto completo está formado por cinco fragmentos, como los que aparecen en la Fig. 2, o sea, que el grupo quedará formado por cinco integrantes. Si tuviera, pongamos por caso, un total de 30 alumnos, necesitaría seis textos distintos. Los alumnos y las alumnas tendrán que leer sus fragmentos, compararlos con los de sus compañeros, identificar aquellos otros fragmentos que correspondan al mismo texto (reconocimiento de ideas principales de un texto), y finalmente ordenarlo (reconocimiento de la microestructura o hilo conductor del texto). Finalmente uno puede entregarle a cada grupo la versión ordenada del texto, no para corregir, sino para

la autoevaluación de los integrantes de cada grupo. En general, comprobar que fueron capaces de reconstruir el texto original propor-

ciona una gran satisfacción a los miembros del grupo.

<p>El agua, material omnipresente en nuestro planeta, ha despertado, por eso mismo, el interés de filósofos, naturalistas, científicos, médicos, desde los mismos orígenes de lo que hemos dado en llamar civilización.</p>	<p>Explicaciones que hoy asumimos tan naturalmente, como el modelo del “ciclo del agua”, tardaron muchos siglos en construirse: Platón (427-348 a. de C.), por ejemplo, postulaba que una gran caverna contenía toda el agua del planeta y desde allí surgía hacia la superficie.</p>
<p>Un buen ejemplo de ello lo constituyen las ideas de Tales de Mileto (filósofo griego que vivió entre los siglos VII y VI a. de C.), para quien el agua ocupa el papel formador de todas las cosas. Para Tales, el agua que bebemos es sólo una de las tantas manifestaciones de la physis líquida originaria, de la cual todo se deriva y en la cual todo termina.</p>	<p>La bebemos, la utilizamos para higienizarnos, es sostén fundamental de nuestras industrias y de la actividad agroganadera, nos provee de energía, es vector privilegiado de terribles enfermedades y, por exceso o por defecto, causa de grandes calamidades, es factor principal en la conformación del paisaje y de sus cambios, forma parte sustancial de nosotros mismos...</p>
<p>Su discípulo Aristóteles (384-322 a. de C.) estaba convencido de que el agua superficial era el producto de la condensación del aire en las profundidades del interior terrestre, desde donde surgía a través de las grietas y a ellas regresaba.</p>	

Figura 2. Ejemplo de fragmento de textos seleccionados de Lacreu² (2007)

² La bebemos, la utilizamos para higienizarnos, es sostén fundamental de nuestras industrias y de la actividad agroganadera, nos provee de energía, es vector privilegiado de terribles enfermedades y, por exceso o por defecto, causa de grandes calamidades, es factor principal en la conformación del paisaje y de sus cambios, forma parte sustancial de nosotros mismos...

El agua, material omnipresente en nuestro planeta, ha despertado, por eso mismo, el interés de filósofos, naturalistas, científicos, médicos, desde los mismos orígenes de lo que hemos dado en llamar civilización. Un buen ejemplo de ello lo constituyen las ideas de Tales de Mileto (filósofo griego que vivió entre los siglos VII y VI a. de C.), para quien el agua ocupa el papel formador de todas las cosas. Para Tales, el agua que bebemos es sólo una de las tantas manifestaciones de la physis líquida originaria, de la cual todo se deriva y en la cual todo termina.

Explicaciones que hoy asumimos tan naturalmente, como el modelo del “ciclo del agua”, tardaron muchos siglos en construirse: Platón (427-348 a. de C.), por ejemplo, postulaba que una gran caverna contenía toda el agua del planeta y desde allí surgía hacia la superficie. Su discípulo Aristóteles (384-322 a. de C.) estaba convencido de que el agua superficial era el producto de la condensación del aire en las profundidades del interior terrestre, desde donde surgía a través de las grietas y a ellas regresaba. (pp. 17-18)

II) Refranes

Los refranes son especialmente útiles para la configuración de parejas de trabajo. En la siguiente lista presentamos algunos de los más populares (Fig. 3). La idea es muy sencilla: Se reparten tarjetas entre los asistentes en las que aparece el comienzo o el remate del refrán. El único cuidado debe ser el asegurarse que ambas tarjetas

del refrán estén incluidas en el mazo debidamente mezcladas, y que se requiere un número par de personas.

Una variante, puede ser que, usando las mismas tarjetas presentando los refranes en dos partes, se agrupen por algún otro criterio más complejo para formar grupos con un número mayor de integrantes. Por ejemplo: ¿Cuántos integrantes incluirían el grupo “animales”? ¿“partes del cuerpo”? ¿“alimentos”?³

A mal tiempo...	...buena cara
Cuando hay hambre...	... no hay pan duro
A falta de pan...	... buenas son tortas
A palabras necias...	... oídos sordos
Ojos que no ven...	... corazón que no siente.
El ojo del amo...	... engorda el ganado
Perro que ladra...	... no muerde
A caballo regalado	... no se le miran los dientes.
Más vale pájaro en mano...	... que cien volando
En boca cerrada...	... no entran moscas

Figura 3. Ejemplos de refranes populares

III) Adivinanzas

Para formar grupos utilizando adivinanzas se requiere una adivinanza para cada alumno, y tantas adivinanzas con idéntica solución

como número de integrantes tenga cada grupo. Por ejemplo en la Fig. 4 se presentan adivinanzas para formar dos grupos de cuatro, uno para una clase sobre el tema alimentos y otro que serviría para una clase de astrono-

³ Si contamos bien: 10 integrantes (5 refranes), 14 integrantes (7 refranes), y 4 integrantes (2 refranes).

Vive bajo tierra, muere en la sartén, sus diez camisitas llorando se ven.	Me abrigo con paños blancos luzco blanca cabellera y por causa mía llora, hasta la misma cocinera.	En el campo me crié, atada con verdes lazos, y aquel que llora por mí me está partiendo en pedazos.	Fui a la plaza y las compré bellas, llegué a mi casa y lloré con ellas.
Me escriben con cuatro letras, significo claridad, si me quitan una letra una queda y nada más.	Toda mi vida en un mes; mi caudal son cuatro cuartos y aunque me ves pobrecita ando siempre muy alto.	La noche tiene un ojo, un ojo de plata fina y usted será muy flojo, muy flojo, si no adivina	Tan redonda como un queso, nadie puede darle un beso

4. Ejemplo de adivinanzas

mía de nivel elemental (¿Cuál sería el nombre de cada uno de los grupos formados?⁴). Navegando por Internet podemos encontrar chistes o frases que podrían servirnos para

una actividad semejante a la que proponemos aquí, pero para ir ganando tiempo ya les damos parte de la tarea hecha (Fig. 5).

Si quieres ser más positivo, ¡pierde un electrón!
 ¿Cómo se suicida un químico? Tirándose desde un puente de hidrogeno
 ¿Qué es una muela dentro de un vaso con agua? Una solución molar
 ¿Qué es un langostino? Una langosta con triple enlace
 Si no eres parte de la solución, eres parte del precipitado.
 ¿Dónde van a comprar los químicos? A un mol
 Un Vector caminaba feliz por la vida cuando ve a un Escalar llorando. El Vector se le acerca y le pregunta "¿Qué te pasa Escalar?" a lo que el Escalar responde "Es que mi vida no tiene sentido"

Figura 5. Ejemplo de chistes químicos y algo más

IV) Cálculos matemáticos/Aplicaciones de Fórmulas

Siguiendo con la misma línea, ya podrán imaginarse los pacientes lectores a qué nos referimos en este apartado. Podrán darse distintas fórmulas sobre un mismo concep-

to (por ejemplo distintas expresiones matemáticas para calcular el *volumen*), o que el grupo quede integrado por cada una de las variables que conforman una ecuación (por ejemplo: densidad, masa y volumen), o que respondan a la fórmula de una sal (habrá tarjetas con cationes y aniones).

⁴ La cebolla y la luna

V) Una versión más sofisticada: grupos-intergrupos aprovechando las bondades de la tabla periódica

La consigna en este caso es formar los grupos de trabajo coincidiendo con los grupos de elementos de la tabla periódica. Reconocer al compañero por el símbolo/nombre del elemento y por la pertenencia al mismo grupo de la tabla. Así por ejemplo, siguiendo la selección de elementos que proponemos en la Fig. 6, se formarían el grupo de los gases nobles o el de los metales alcalinos con cuatro integrantes cada uno. Llegado el caso, está particular conformación de los grupos, permite la rotación ordenada de sus miembros. Si la actividad propone que cada uno de sus integrantes indague sobre un tema particular para luego hacer su contribución al grupo, se les pide a los alumnos que en este segundo momento se reorganicen teniendo en cuenta los períodos. Así, tendremos ahora cuatro nuevos grupos de seis integrantes cada uno (por ejemplo, los del segundo período: Litio, Berilio, Nitrógeno, Oxígeno, Flúor y Neón).

	1	2	15	16	17	18
2	Li	Be	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Sb	Te	I	Xe

Figura 6. Selección de elementos de la tabla periódica

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El momento de la formación de los grupos, en la mayoría de los casos, implica un tiempo desaprovechado tanto para la enseñanza como para el aprendizaje. Esto no tiene que ser necesariamente así. Hemos mostrado algunos ejemplos que incluyen contenidos de química y que han sido utilizados en cursos de química, didáctica de las ciencias y ciencias naturales, según el nivel al cual estaban dirigidos. La forma que proponemos de gestar el grupo nos pone a trabajar desde el principio, nos conecta con nuestro objeto de estudio y con nuestros pares, nos responsabiliza por nuestras acciones y actitudes.

Sin embargo, queremos aclarar que no estamos diciendo que esta sea la única forma de trabajar, ni que haya que trabajar en equipo todo el tiempo. Ya sabemos que todo buen docente es aquel que puede transitar el camino junto con sus alumnos ofreciendo variadas alternativas que sean formativas para sus estudiantes. Si además consigue que las actividades sean atractivas, cuánto mejor. Ahora, cada profesor deberá agudizar su ingenio para lograr una alternativa apropiada que aplique los conceptos básicos del TxC para adaptarlos a los contenidos de su materia para los alumnos de su curso.

Agradecimientos

Este trabajo se realiza en el marco de los proyectos UBACyT B-055 (2008-2010), PICT 2005 N° 31947 (FONCyT-ANPCyT) y PICTO 2005 N° 35552.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Coll, C. y Onrubia, J. (1996). La construcción de significados compartidos en el aula: actividad conjunta y dispositivos semióticos en el control y seguimiento mutuo entre profesor y alumnos. En: C. Coll y D. Edwards (Eds.) *Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula. Aproximaciones al estudio educacional* (pp. 53-73). Madrid: Alianza Aprendizaje.

Edwards, D. y Mercer, N. (1994). *El conocimiento compartido: El desarrollo de la comprensión en el aula*. Barcelona: Paidós.

Forman, E. y Cazden, C. (1984). Perspectivas vygotskianas en la educación: el valor cognitivo de la interacción entre iguales. *Infancia y Aprendizaje*, 27-28, 139-157.

Huertas, J. A. y Montero, I. (2001). *La interacción en el aula. Aprender con los demás*. Buenos Aires, Aique.

Imbernón, F. (1994). *La formación y el desarrollo profesional del profesorado. Hacia una nueva cultura profesional*. Barcelona: Graò.

Lacreu, L. (comp.) (2004). *El agua. Saberes escolares y perspectiva científica*. Buenos Aires, Paidós.

Lorenzo, M. G. (2008). El modelo de integración multinivel para la formación en servicio del profesorado, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 597-613.

Lorenzo, M.G. y Rossi, A. (2007). *Ciencia entre todos* para jóvenes con mejor futuro. Un proyecto hecho por y para todos, *Educación en la Química*, 13 (1), 56-62.

Pozo, J. y Gómez Crespo, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.

Zabalza, M. A. (2007) *Competencias docentes del profesorado universitario*, Madrid: Narcea.

Un poco de historia

ÁTOMO O MOLÉCULA: ESA ES LA CUESTIÓN

AVOGADRO, CANNIZZARO Y LA EVOLUCIÓN DE SUS IDEAS

Erwin Baumgartner¹ y Luz Lastres²

¹Universidad Austral, Universidad Belgrano y Saint Brendan's College. Buenos Aires, Argentina

² ADEQRA, Buenos Aires, Argentina

klastres@gmail.com

Resumen

Se presenta una breve semblanza de los dos químicos italianos y de su contribución al desarrollo de las ideas fundamentales que dieron una sólida base a la teoría atómico-molecular.

Palabras clave: Avogadro, Cannizzaro, Congreso de Karlsruhe, átomo, molécula.

Abstract

A biographical sketch of these two italian chemists and their contribution to the development of the fundamental ideas of the atomic-molecular theory is presented.

Key words: Avogadro, Cannizzaro, Karlsruhe convention, atom, molecule.

AMEDEO AVOGADRO

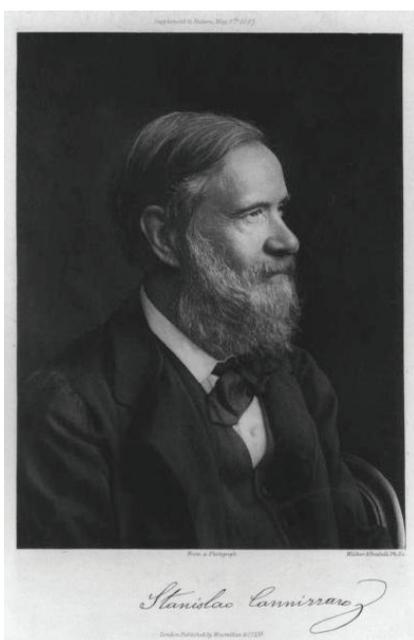


Su nombre completo era Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro, conte di Quarequa e di Cerreto. Nació en Turín, Italia, en 1776. En esa misma ciudad realizó sus estudios; se recibió de bachiller de jurisprudencia a los 16 años y obtuvo el doctorado cuatro años más tarde..

A pesar de su carrera exitosa como abogado, Avogadro también mostró interés en matemáticas y física. Aparte de otros puestos ocupó, entre 1820 y 1822 y desde 1834 hasta 1850, el de profesor de física matemática en la Universidad de Turín. Participó mucho en actividades cívicas, desempe-

ñando diversos cargos públicos en puestos relacionados con la instrucción pública, meteorología, pesos y medidas y estadísticas nacionales. Era una persona muy modesta, trabajaba en forma aislada. Esto probablemente contribuyó a que durante mucho tiempo fuera poco reconocido, especialmente fuera de Italia. Murió el 9 de julio de 1856.

STANISLAO CANNIZZARO



Nació el 13 de julio de 1826 en Palermo (Italia). Luego de sus primeros estudios, en 1841, a los 15 años, ingresó en la universidad de Palermo con la intención de estudiar medicina pero en 1845 conoció al profesor Raffaele Piria, de Pisa. La influencia de éste, cuya fama culminaba en ese momento con el descubrimiento de la constitución de la salicina, bastó para inclinarlo definitivamente hacia la química. Era la época en que Liebig en Alemania y Dumas en Francia estaban en la cumbre de su renombre (Bühler, 1941).

Aunque estudiante entusiasta, Cannizzaro no pudo sustraerse a los efectos de la agitación política, que en esos tiempos reinaba en su tierra. Así, se unió a los revolucionarios sicilianos y tras la derrota de los insurrectos tuvo que huir, escapando a Marsella en mayo de 1849. Llegó a París en el mes de octubre, donde fue admitido en el laboratorio de Michel-Eugène Chevreul, y junto con F. S. Cloz (1817-1883) hizo su primera contribución a la investigación química en 1851, cuando prepararon cianamida por la acción del amoníaco sobre el cloruro de cianógeno en una solución etérea.

A fines del mismo año, designado profesor de química física en el Colegio Nacional de Alessandria, Piamonte, regreso a Italia, donde en 1853 descubrió el alcohol bencílico, que obtuvo por la reacción que ahora lleva su nombre. Es probable que en estos tiempos comenzara a meditar sobre aquellas fundamentales cuestiones de la teoría química que lo llevaron al famoso “Sunto di un corso di filosofia chimica” que fue comunicado en marzo de 1959, por intermedio del profesor De Luca, al *Nuovo Cimento* (7, 321).

Cannizzaro continuó una exitosa carrera científica y docente, actuando también en diversos cargos políticos. Murió el 10 de mayo de 1910.

LA CONTRIBUCIÓN DE AVOGADRO Y LA DE CANNIZZARO A LA QUÍMICA

Durante su tiempo, la química estaba comenzando a convertirse en una ciencia exacta. En 1808 Dalton publica su *Nuevo*

sistema de la filosofía química, a partir de lo cual se acepta la ley de las proporciones definidas de Proust y la ley de las proporciones múltiples del mismo Dalton. Para establecer las masas atómicas relativas de los diferentes elementos, Dalton hizo la suposición incorrecta que en los compuestos más comunes formados por dos elementos, había un átomo de cada uno.

Al mismo tiempo, Gay-Lussac encontró que las relaciones entre los volúmenes de gases que reaccionaban entre sí eran de números enteros y pequeños. Por ejemplo, dos volúmenes de hidrógeno reaccionaban con un volumen de oxígeno, dando dos volúmenes de agua.

Dalton se dio cuenta de que esto podía constituir la base de un método lógico de asignar masas atómicas relativas, porque la relación simple de volúmenes de gases podía ser igualada a la relación entre las partículas reaccionantes. Pero, dado que Dalton seguía considerando que las partículas eran átomos (“moléculas elementales”), no podía aceptar que una partícula de oxígeno produjera dos partículas de agua. Esto estaba en contradicción directa con su teoría, por lo que rechazó los resultados obtenidos por Gay-Lussac (Angelini et al, 1994). En 1811, Avogadro publica un artículo en *Journal de physique*, en el que traza una clara distinción entre molécula y átomo. Los átomos de oxígeno considerados por Dalton eran, en realidad, moléculas que contenían dos átomos cada una. En ese artículo, para explicar los hechos descubiertos por Gay-Lussac, Avogadro sugiere la hipótesis de que “*volúmenes iguales de todos los gases*

a la misma temperatura y presión contienen el mismo número de moléculas”, conocido ahora como el principio de Avogadro. Pero esta hipótesis implica otra: “*que las moléculas constituyentes de un gas simple cualquiera(...) no están formadas por una sola molécula elemental, sino que resultan de un cierto número de esas moléculas reunidas en una sola por la atracción...*” (Avogadro, 1811, p. 96).

Formidable avance, opinan Bensaude-Vincent y Stengers (1997), agregando: “Con la distinción entre átomo y molécula, al ser el primero el sujeto de la combinación y la segunda el sujeto de la reacción, tenemos establecidas las bases esenciales de la teoría atómica en química. Y sin embargo, la mayoría de los químicos ignoró o rechazó esta ley, tan clara como nos parece, hasta la década de los años 1860, y algunos de ellos incluso durante más tiempo”.

En efecto, el trabajo de Avogadro pasó prácticamente desapercibido. Probablemente, la razón por la que este trabajo no fue aceptado durante tanto tiempo fue la convicción muy profunda de que una combinación química sólo se producía por la afinidad entre dos elementos diferentes. Basado en los trabajos de Volta y Galvani, en general se atribuía esta afinidad a la atracción entre cargas opuestas. La idea de que dos átomos idénticos de hidrógeno u oxígeno podían combinarse para formar los compuestos moleculares hidrógeno u oxígeno resultaba inaceptable dentro de la filosofía química de principios del siglo XIX.

Cannizzaro publicó en 1858 una memoria sobre el asunto titulada “*Sunto di un*

corso di Filosofia chimica” insistiendo en la distinción, antes hipotetizada por Avogadro, entre pesos moleculares y atómicos, que había estado olvidada durante medio siglo (Avogadro había muerto dos años antes). Cannizzaro mostró en su trabajo que el principio de Avogadro podía ser utilizado no sólo para determinar masas moleculares relativas, sino también masas atómicas relativas, pudiéndose determinar la composición de los gases a partir de su masa molecular. En ese momento, el trabajo no tuvo gran difusión y recién cobró su justo valor por el protagonismo de Cannizzaro en el Congreso de Karlsruhe.

EL CONGRESO DE QUÍMICOS DE KARLSRUHE (1860)

Durante la década de 1850 se había llegado en Química a un enorme grado de confusión. En esa época la teoría atómica de Dalton era aceptada de forma generalizada, pero los métodos que existían para dilucidar las estructuras de los compuestos en términos de moléculas y átomos originaban grandes discusiones. La dificultad se encontraba en la falta de acuerdo respecto a los pesos atómicos de los elementos y por ello no podía conocerse nada acerca de la formulación elemental de diferentes compuestos. En 1828, Berzelius publicó una excelente tabla de pesos atómicos y Stas trabajaba en la preparación de otra mejor, pero no existía acuerdo en cómo se debían usar.

Finalmente, en 1859, Kekulé sugirió la reunión de un congreso de químicos (la primera reunión científica internacional de la historia). Su iniciativa tuvo por resultado

que los químicos más importantes del mundo asistieran al encuentro. Esta reunión se llamó Primer Congreso Internacional de Química, y tuvo lugar los días 3, 4 y 5 de septiembre de 1860 en Karlsruhe.

La citación fijaba claramente el objetivo de la reunión, estableciendo como principales puntos a discutir los siguientes:

*Definición más precisa de los conceptos designados con las expresiones átomo, molécula, equivalente, atomicidad, etc.

*Investigación del equivalente real y de las fórmulas de las sustancias.

*Proposición de una notación uniforme y de una nomenclatura racional.

Entre los 140 asistentes se encontraban, entre otros notables investigadores, Kekulé, Mendeleiev, Kolbe, Frankland, Wöhler, Liebig, Dumas y Cannizzaro.

Posiblemente desde entonces no haya vuelto a sesionar en parte alguna del mundo una asamblea de químicos tan brillante. “Para nosotros, docentes jóvenes, el encuentro con tantos respetados colegas ofreció tal cúmulo de estímulos que hizo inolvidables aquellos tres días que sesionamos en Karlsruhe” (Lothar Meyer, 1891).

Pero el acuerdo esperado no pudo alcanzarse. Pese a las encendidas conferencias pronunciadas por Cannizzaro, Kekulé y otros, a favor de los pesos atómicos invariables y la distinción entre átomos y moléculas, no se pudo homogeneizar criterios ya que varios científicos señalaron que “las cuestiones científicas no pueden votarse sino que debe dejarse plena libertad a cada investigador”.

Sin embargo, aunque las deliberaciones finalizaron sin que se hubiera llegado a

un resultado positivo, poco a poco surgieron las consecuencias del múltiple intercambio de opiniones a que la reunión había dado lugar. Clausurado el Congreso, Angelo Pavesi repartió entre los asistentes, por encargo de su amigo Cannizzaro, un escrito “de bastante poca apariencia”, el “Sunto” que había aparecido dos años antes, pero que fue poco conocido. Lothar Meyer fue uno de los científicos vivamente impresionados por este trabajo, y la primera edición de su libro “Moderne Theorien der Chemie” (1864) contribuyó esencialmente a la difusión de las ideas de Cannizzaro. Como consecuencia, hacia fines de la década de los '60 se habían aceptado en forma prácticamente universal los puntos de vista de Cannizzaro y las ideas de Avogadro, impulsando el desarrollo de temas tan fundamentales como la clasificación periódica de Mendeleiev o las teorías sobre el encadenamiento de los átomos.

El propio Cannizzaro emitió en 1875 el siguiente juicio sobre su obra: “Por haber hecho esto no pretendo haber sido un gran reformador de la ciencia: no hago ostentación de modestia, sino que digo la verdad simple y pura al afirmar que no hice entonces más que observar lo que resultaba del curso mismo de la ciencia; no enuncié ninguna idea nueva ni hice ningún descubrimiento experimental en ese campo, sino que solo tuve la fortuna de enunciar claramente lo que indispensablemente se le hubiera ocurrido a quien en aquel momento se hubiera abocado a una severa crítica del estado de la ciencia”.

CONSTANTE DE AVOGADRO. SU DETERMINACIÓN

El nombre de Avogadro está actualmente asociado a la idea de mol y, por lo tanto, al número (hoy en día, la constante) de Avogadro, cuyo valor fue introducido mucho después de su muerte.

El valor aceptado en la actualidad es

$$6,0221367 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

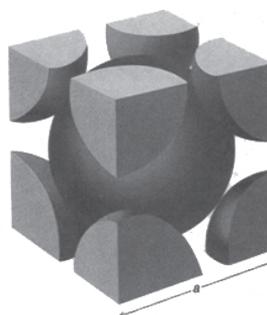
Parece interesante describir aquí uno de los métodos más precisos para determinarlo. Se hace usando la densidad de un cristal, la masa atómica relativa y la longitud de la celda unidad, determinada por métodos de difracción de rayos X (Chang, 1999).

Mostraremos en forma esquemática cómo se realiza el cálculo

El cromo cristaliza en una estructura cúbica centrada en el cuerpo. Su densidad es $7,19 \text{ g/cm}^3$ y la longitud de una arista es $288,4 \text{ pm}$. La masa atómica relativa es $52,00$.

$$\text{Masa de una celda unidad} = \text{Volumen} \times \text{densidad} = (2,88 \times 10^{-8} \text{ cm})^3 \times 7,19 \text{ g/cm}^3 =$$

$$= 1,724 \times 10^{-22}$$



¿Cuántos átomos de cromo hay en una celda unidad? Si analizamos la figura de la celda unidad, vemos que el átomo del centro pertenece totalmente a esa unidad, pero que los átomos ubicados en los vértices son compartidos con otras celdas, ocho en total. Por eso, la respuesta es

$$1 + (8 \times 1/8) = 2$$

La masa de un átomo de cromo será en consecuencia

$$1,724 \times 10^{-22} \text{ g} / 2 = 8,62 \times 10^{-23} \text{ g}$$

Esta masa, multiplicada por la constante de Avogadro, debe ser igual a la masa atómica relativa del cromo. Por lo tanto, la constante de Avogadro será

$$52,00 \text{ g mol}^{-1} / 8,62 \times 10^{-23} \text{ g} = 6,03 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

La precisión de este valor podrá incrementarse, mejorando la precisión de las medidas de la densidad, de la longitud de la arista de la celda unidad y de la masa atómica relativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avogadro, A. (1811), Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules élémentaires des corps et les proportions selon lesquelles elles entrent dans ces combinaisons. *Journal de physique, de chimie et d'histoire naturelle*, 73, 58-79.

Angelini M. y otros. (1994). *Temas de Química General*. EUDEBA, Buenos Aires, 60-63.

Bensaude-Vincent, B. y Stengers, I., (1997) *Historia de la Química*. Addison-Wesley Iberoamericana, Madrid, 103

Bühler, M. (1941) Notas biográficas sobre Cannizzaro. *Chemia, XII*, 83-84, 50-54.

Cannizzaro, S. (1858) Sunto di un corso di filosofia chimica fatto nella regia Università de Genova. Lettera al prof. S. De Luca. *Il Nuovo Cimento*, 7, 321 Traducción (1941) en *Chemia XII*, 83-84, 71-123.

Cannizzaro, S. (1875) Discorso di apertura Della classe III del I congresso Della Società Italiana per il Progresso delle Scienze, *Gazz. Ital.*, 5, 354.

Chang R. (1999). *Química*. 6ª. Ed. McGrawHill. Méjico, 106.

Meyer, L. (1891) Nota a la edición alemana del "Sunto".

<http://avogadro.che.hw.ac.uk/avoga.html>

Informaciones y novedades

¿Cómo asociarse a ADEQRA?

Puede solicitar la ficha de inscripción a la filial que le corresponda, según su procedencia, o completar la ficha que aparece en la página web.

Debe pagar, por única vez, la cuota de inscripción de diez pesos (\$ 10) y una cuota anual de cincuenta pesos (\$ 50) en el primer cuatrimestre del año (estudiantes, \$30).

La forma de pago debe solicitarla a cada filial según su procedencia. Si no tiene una filial cercana, la Asociación dispone de dos formas para abonar las inscripciones y/o cuotas, de manera que sus socios puedan elegir aquella más conveniente:

1-- Depósito bancario en cualquier sucursal del Banco GALICIA en la cuenta a nombre de la Asociación:

N° 9750124 - 2122 - 7

2-- Transferencia bancaria a la misma cuenta cuyo

CBU es 0070122430009750124274 CUIT N° 30 - 68934800 - 5

Al efectuar el pago a través del Banco deben enviarse por e-mail a dtegli@fra.utn.edu.ar (Tesorero) o a estelazamudio@adeqra.com.ar (Secretaria) los siguientes datos::

- la fecha de pago (depósito o transferencia),- el número de operación,- la sucursal donde se hizo el depósito bancario (número y Barrio/Localidad),- el monto del pago.

Inmediatamente después de acreditado dicho pago, se le confirmará por e-mail, y se adjuntará el recibo oficial de la Asociación con el ejemplar de la siguiente revista.

Le recordamos que el envío de las revistas se realiza a los socios con la cuota al día.

Las consultas pueden dirigirse a las siguientes direcciones de mail:

Administración adeqra@adeqra.com.ar

Secretaría: estelazamudio@adeqra.com.ar

Tesorería dtegli@fra.utn.edu.ar

Los socios de ADEQRA reciben la revista Educación en la Química semestralmente, el Boletín informativo electrónico cada dos meses y mensajes con información que nos llegue sin la necesaria antelación para publicarla en el Boletín. Obtienen descuentos en las REQ, que se realizan cada dos años, y en otras reuniones organizadas por la Asociación u otras entidades con las cuales se establezcan convenios, tales como ADBIA, APFA, AQA.

Para acceder a mayor información acerca de la Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina, así como a noticias de interés para los colegas, puede visitarse la página web: www.adeqra.com.ar

Nómina de Filiales de ADEQRA

Buenos Aires

adeqra@adeqra.com.ar
Presidente: Luis Costa
costaluismario@yahoo.com.ar
Secretaria: Estela Zamudio
estelazamudio@adeqra.com.ar

Filial Rosario

rosario@adeqra.com.ar
Coordinador: Celia Edilma Machado
edymachado@adeqra.com.ar
Secretaria: Adriana Caille
acaille@ips.edu.ar

Filial San Rafael

sanrafael@adeqra.com.ar
Coordinador: Osvaldo José Rodríguez
osvaldojrodriguez@yahoo.com.ar
Secretario: Raúl Ernesto Chernikoff
rchernik@fcai.uncu.edu.ar

Filial Patagonia

adeqrabariloche@yahoo.com.ar
Coordinador Andrés Raviolo
araviolo@bariloche.com.ar
Secretaria Teresa Mesa
tercarrie@yahoo.com.ar

Filial Olavaria-Tandil

centropba@adeqra.com.ar
Coordinador: Adriana Rocha
arocha@fio.unicen.edu.ar
Secretaria: M^a Luz Diez
marialuzdiez@yahoo.es

Filial Formosa

formosa@adeqra.com.ar
Coordinador: Griselda García de Ferrari
griselgg@yahoo.com.ar
Secretario: Alejandro Maldonado

Filial Salta

salta@adeqra.com.ar
Coordinador: Violeta Torres
torresav@arnet.com.ar
Secretaria: Dora G. Matana
dmatana@netizen.com.ar

Filial Gualeguay

gualeguay@adeqra.com.ar
Coordinador: Gustavo Borro
cordobaonce@msn.com
Secretario: Néstor Larreteguy

CONGRESOS, JORNADAS Y SEMINARIOS DE AQUÍ Y ALLÁ...2009-2010

Informe elaborado por Bioq. Andrea Farré, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica, CIAEC, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires

SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE “GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ACADÉMICA EN LAS ORGANIZACIONES EDUCATIVAS,

GECA2009, Cartagena de Indias, Colombia del 17 al 19 de junio 2009. <http://www.portafolioconsultores.org/geca/index.html>

III CONGRESO NACIONAL y II ENCUENTRO INTERNACIONAL de ESTUDIOS COMPARADOS en EDUCACIÓN,

“Reformas Educativas Contemporáneas: ¿continuidad o cambio?”, Sociedad Argentina de Estudios Comparados en Educación (SAECE), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 25 al 27 de junio de 2009. <http://www.saece.org.ar/noti04.php>

CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES,

10 años del Journal of Science Education Revista de Educación en Ciencias, Cartagena, Colombia, 15 al 18 julio de 2009. <http://www.colciencias.gov.co/rec/cong/>

II CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y FORMACIÓN DOCENTE VII SEMINARIO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA,

Medellín, Colombia 26 al 28 de agosto de 2009. <http://www.congresoinvestigacioneducacion2009.com/>

II JORNADAS DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN EL CAMPO DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES,

Departamento Ciencias Exáctas y Naturales, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad de La Plata, 26 al 28 de agosto de 2009. Fecha de presentación de trabajos: 10 de Junio de 2009. <http://www.jornadasceyn2.fahce.unlp.edu.ar/>

ESERA 2009 CONFERENCE,

European Science Education Research Association, Estambul, Turquía 31 de agosto al 4 de setiembre de 2009. <http://www.esera2009.org/default.asp>

PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL PEDAGOGÍA UNIVERSITARIA,

Secretaría de Asuntos Académicos, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 7 al 10 de setiembre de 2009. <http://www.uba.ar/academicos/cipu/>

VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS,

Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad Autónoma de Barcelona y Vicerrectorado de Investigación, Universidad de Valencia, Barcelona, 7 al 10 de septiembre de 2009. <http://ensciencias.uab.es/congreso2009/cast/index.html>

III JORNADAS DE ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA,

Asociación Nacional de Químicos de España (ANQUE), Valencia, España, 1 al 4 de octubre de 2009 <http://www.colegioquimicos.com/sección-técnica-enseñanza>

4º CONGRESO SOBRE FORMACIÓN DE PROFESORES DE CIENCIAS,

“Relaciones CTSA y Educación para la Ciudadanía”, Revista TED de la Facultad de Ciencia (de la UPN: Universidad Pedagógica Nacional) y la Tecnología, Facultad de Ciencias y Educación (de la UDFJC: Universidad Distrital Francisco José de Caldas), 14 al 16 de octubre de 2009, Bogotá, Colombia. http://www.pedagogica.edu.co/proyectos/revista_ted/index.html

XVI REUNIÓN NACIONAL DE EDUCACIÓN EN LA FÍSICA,

Asociación de Profesores de Física de la Argentina (A.P.F.A.), San Juan, 19 al 23 de octubre. Fecha de presentación de trabajos: 13 de junio de 2009. <http://www.ref2009.unsj.edu.ar/index.php>

V CONGRESO NACIONAL Y III INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA,

“Investigación educativa y compromiso social”, Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ciencias de la Educación, Cipolletti, Rio Negro, 21 al 23 de octubre de 2009. Fecha de presentación de trabajos: 29 de mayo de 2009. <http://face.uncoma.edu.ar/investigacion/congreso.htm>

XX JORNADAS DE EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA,

Área Lógico-Epistemológica de la Escuela de Filosofía y Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba, La Falda, Córdoba, Argentina, 25 al 28 noviembre 2009. Fecha de presentación de trabajos: 30 de setiembre de 2009.

VI CONGRESO INTERNACIONAL DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS y XI TALLER DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA,

Ministerio de Educación de la República de Cuba, La Habana, Cuba, 15 al 19 de marzo de 2010. <http://www.oei.es/cienciayuniversidad/spip.php?article139>

239TH ACS NATIONAL MEETING & EXPOSITION,

American Chemical Society, San Francisco, California, 21 al 25 de marzo de 2010. http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content?_nfpb=true&_pageLabel=PP_TRANSITIONMAIN&node_id=101&use_sec=false&sec_url_var=region1&__uuid=eff08ccd-20b9-4b69-9cdc-460fbcf2119c

VI JORNADAS INTERNACIONALES Y IX NACIONALES DE ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE LA QUÍMICA, HOMENAJE A LA DRA. LYDIA CASCARINI, *La enseñanza de la Química en el bicentenario argentino: evolución y aportes a la construcción de ciudadanía para un mundo globalizado*. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, Paraje “El Pozo” – Ciudad Universitaria, Santa Fe, 9 al 11 de Junio de 2010. Presentación de resúmenes: hasta el 01 de marzo de 2010 www.fbcb.unl.edu.ar

10TH EUROPEAN CONFERENCE ON RESEARCH IN CHEMISTRY EDUCATION (ECRICE) AND 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE RESEARCH IN DIDACTICS OF THE SCIENCES (DIDSCI),

EuCheMS , Division of Chemical Education, Cracovia, Polonia, 4 al 9 julio de 2010. Fecha límite para la presentación de resúmenes: 15 de diciembre de 2009. <http://ecrice2010.ap.krakow.pl/>

21ST BIENNIAL CONFERENCE ON CHEMICAL EDUCATION,

University of North Texas in Denton, 1 al 5 de agosto de 2010.

Fecha límite para la presentación de propuestas de simposios para ser incluidos en el call for papers: 1 julio 2009

Fecha límite para la presentación de propuestas de simposio: 6 noviembre 2009

Comienzo para el envío de resúmenes: 23 noviembre 2009

Fecha límite para la propuesta de workshop: 11 de diciembre 2009 <http://www.bcce2010.org/>

240TH ACS NATIONAL MEETING & EXPOSITION,

American Chemical Society, Boston, Massachusetts, 22 al 26 de agosto de 2010.

http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content?_nfpb=true&_pageLabel=PP_TRANSITIONMAIN&node_id=101&use_sec=false&sec_url_var=region1&__uuid=eff08ccd-20b9-4b69-9cdc-460fbcf2119c

Otros congresos previstos para 2010, para estar atentos:

- ✓ Reunión de Educadores en Química. www.adeqra.com.ar
- ✓ Congreso de la Asociación Química Argentina. www.aqa.org.ar
- ✓ IX Jornadas Nacionales y el IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Ciencias Biológicas, San Miguel de Tucumán, octubre de 2010. www.adbia.com.ar
- ✓ Décimo Simposio de de Investigación en Educación en Física. www.apfa.org.ar