



ADEQRA, Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina, 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.

SECRETARÍA CAPITAL FEDERAL

Delegada: Karina Di Francisco
Secretaria: Lidia Iñigo
Tesorera: Luz Lastres Flores
Vocales: Susana Viñas
Gabriel Levi
Marta Bulwik
Patricia Moreno

SECRETARÍA PCIA DE BUENOS AIRES

Presidente: Gabriela Mohina
Vicepresidente: M. Gabriela Muñoz
Secretaria: Liliana Knabe
Prosecretaria: Patricia Moreno
Tesorera: Rosa María Haub
Protesorera: Mónica Steinman
Vocales: Silvia Porro
Silvina Fornasari
Miriam Klein
Alberto Santiago

ISP Joaquín V. González
Lab. de Química, 2º piso
Rivadavia 3577
(1203) Buenos Aires

Para reflexionar

RECONCEPTUALIZACIÓN DE UN TRABAJO PRÁCTICO SOBRE EQUILIBRIO ÁCIDO-BASE

Silvana D`Agrosi, María del Rosario Díaz, Sebastián Amato, Aníbal Disalvo.

Cátedra de Química General e Inorgánica- Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA)
Junín 956 (1113) 2°Piso Bs.As - E-mail: marosadiaz@hotmail.com

RESUMEN

Las estrategias de enseñanza tradicionales utilizadas en las clases prácticas no permiten una participación activa del alumno, lo que ocasiona un bajo rendimiento en su relación teórico-práctica.

Los alumnos muestran alta incapacidad para relacionar conceptos teóricos adquiridos en forma ritualizada, con las prácticas de laboratorio, que presentadas como experimentos diagramados no contribuyen al proceso de aprendizaje.

Por ello proponemos la reconceptualización de un trabajo práctico sobre **Equilibrio ácido-base, pH, buffer y la aplicabilidad de la ecuación de Henderson-Hasselbach**, Para ello se organiza una actividad que plantea la resolución de un problema real, como es la regulación del pH de medios biológicos para el óptimo funcionamiento enzimático, en la que el alumno tiene que resolver la preparación íntegra del buffer, enfrentado al droguero del laboratorio, decidir qué drogas usar y que experiencias realizar para comprobar las propiedades del mismo.

En base a la observación de componentes actitudinales, evaluamos el beneficio que reporta a los estudiantes de Química Básica su protagonismo en la realización de sus propias actividades, la integración de contenidos y un aumento en su motivación e interés durante el desarrollo de las mismas.

INTRODUCCION

Es frecuente la discusión acerca de la utilidad de las prácticas de laboratorio, en cuanto a su contribución para la mejor comprensión de los estudiantes de Ciencias Experimentales.

Dado que se observa con asiduidad la incapacidad de los estudiantes para relacionar conceptos teóricos con las prácticas de laboratorio, proponemos una reconceptualización de un trabajo práctico del tema buffer, para evitar la infrautilización o sobreutilización del mismo (Hodson, 1994), tratando de evitar la banalización de las prácticas de laboratorio y de buscar un nuevo sentido al uso de las mismas como herramienta para mejorar la comprensión de los estudiantes.

Consideramos que las estrategias de enseñanza tradicionales utilizadas en las clases prácticas no permiten una participación activa del alumno, dificultando la relación teórico-práctica, con un bajo rendimiento.

Según Lazarowitz y Tamir (1994), el conjunto de objetivos que justifican los trabajos de laboratorio para estudiantes de ciencias experimentales son:

1. Facilitar la comprensión de los conceptos científicos y ayudar a los estudiantes a confrontar sus concepciones actuales.
2. Fomentar el desarrollo de habilidades cognitivas, tales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la toma de decisiones.
3. Desarrollar las habilidades prácticas, tales como las destrezas manipulativas e investigadoras.
4. Fomentar la comprensión de la naturaleza de la ciencia.
5. Fomentar la comprensión de los conceptos subyacentes a la investigación científica, tales como la definición de un problema científico y una hipótesis.
6. Desarrollar actitudes científicas, tales como la objetividad y la curiosidad en la ciencia.
7. Suscitar el placer y el interés en el estudio de las ciencias.

En este trabajo realizamos un análisis crítico de la práctica actual de laboratorio, basándonos en algunos de los dilemas postulados por De Jong (1998), tales como : la escasa integración de la teoría y la práctica, la falta de tiempo y una participación desigual de los estudiantes.

Los fundamentos teóricos en los que nos apoyamos para este trabajo son:

- El rendimiento de un estudiante está claramente relacionado con el grado de conexiones que pueda establecer. (Kempa y Nicholls, 1983).
- La mayoría de los psicólogos afirman que los estudiantes no pueden trabajar con más de tres o cuatro ideas a la vez. (Insausti, 1997).
- Novak y Gowin (1984) describen que muchos estudiantes, perciben el laboratorio como el lugar donde hacen cosas, pero no ven el significado de lo que hacen.
- En la mayoría de los casos, la intención del trabajo en el laboratorio, es confirmar algo que ya fue tratado en una lección de tipo expositivo, exigiéndole a los alumnos que sigan una receta para llegar a una conclusión predeterminada.(Tobin, 1987)
- La cognición es en parte un producto de las actividades (en el laboratorio), contexto y ambiente social en los que se desarrolla y se usa (De Jong, 1998)
- El trabajo práctico, tal como se lleva a cabo en la actualidad, plantea demasiadas barreras o exigencias simultáneas para los estudiantes, que lo llevan a adoptar diferentes estrategias (Hodson, 1994), que perjudican el proceso de integración teórico- práctico.

Análisis crítico de la práctica actual de laboratorio

La práctica de laboratorio referida al tema "buffer", que es llevada a cabo en este momento, consiste en las siguientes actividades:

- 1- Preparación de una solución reguladora de un pH previamente determinado por el docente, para lo cual se le entrega al alumno una masa ya pesada de sal.
- 2- Comprobación de la capacidad reguladora del buffer, para lo cual el alumno debe preparar en la misma sesión de laboratorio soluciones de ácido y de base diluidos, a partir de soluciones concentradas.

3- Comprobación del efecto de la dilución sobre la capacidad reguladora, realizando diluciones del buffer, agregándole alícuotas sucesivas del ácido y la base previamente preparadas midiendo las variaciones de pH.

4- Confección de una curva de titulación de un ácido fuerte con una base fuerte y otra de la titulación de un ácido débil con una base fuerte.

Todas las medidas de pH son obtenidos por técnicas potenciométricas (peachímetro).

La reflexión crítica que realizamos se basa en las siguientes barreras o exigencias para los estudiantes:

1- Dado el elevado número de estudiantes que asisten a las prácticas de laboratorio y la excesiva cantidad y diversidad de procedimientos que deben llevar a cabo, se ven obligados a una desigual participación, con el consiguiente escaso aprovechamiento de las prácticas.

2- Al cabo de un tiempo de desarrollo del trabajo práctico, se observa una dispersión en la atención, cansancio y falta de interés en los estudiantes. Cuando un grupo de alumnos fue consultado acerca del aprovechamiento del trabajo práctico, pusieron de manifiesto que no habían podido integrar todos los conceptos teóricos vistos e incluso que no sabían qué habían hecho y qué utilidad tenía. Si bien el propósito del trabajo práctico en curso es la aplicación del mayor número de conceptos posibles, se observa una sobreutilización del mismo, teniendo en cuenta que para realizar las profusas actividades propuestas, disponen sólo de 4 horas reloj.

3- Los alumnos preparan el buffer de acuerdo a un pH indicado por el docente y además se les entrega una masa de sal a utilizar, sin que ellos puedan pesarla por sí mismos. De esta manera creemos que esta situación no se acerca a un contexto real, donde el estudiante pueda ser motivado ante una situación de problemática concreta.

OBJETIVO DEL TRABAJO

El objetivo fundamental de este trabajo es:

Detectar la posibilidad de implementar una propuesta innovadora, con el objeto de intentar mejorar el proceso de aprendizaje, en base a una mayor participación, motivación e interés de los alumnos en la realización de sus actividades de laboratorio.

Para lograr este objetivo proponemos:

1 - Una innovación de la práctica de laboratorio sobre el tema "buffer", para un grupo de prueba de alumnos de Química General e Inorgánica.

2- Observar los componentes actitudinales en los estudiantes durante la práctica innovadora..

3- Evaluar la opinión de los alumnos en base a una encuesta comparativa sobre diversos aspectos del trabajo práctico actual y la innovación propuesta.

DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El estudio fue llevado a cabo en las prácticas de laboratorio de un grupo de estudiantes de la asignatura Química General e Inorgánica, correspondiente a las carreras de Farmacia y Bioquímica, de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de

Buenos Aires, durante el año 2002. Estas prácticas fueron realizadas por 40 alumnos que cursaron la asignatura durante el primer cuatrimestre y que, al no alcanzar los objetivos necesarios para la aprobación de la misma, volvieron a cursarla durante el segundo cuatrimestre del mencionado año. En su primera cursada estos alumnos habían realizado el trabajo práctico tradicional.

En la segunda cursada el docente revisó con los alumnos el protocolo del trabajo práctico tradicional y luego se llevó a cabo la innovación práctica en el laboratorio.

Esta nueva propuesta (Ver Anexo) consistió en las siguientes actividades:

1- Se planteó a los alumnos una situación problemática real como es la necesidad de la preparación de un buffer para ser empleado como regulador del pH del medio de reacción cuando se desea medir la actividad de una enzima. Para ello debieron considerar todos los conceptos básicos vistos en las clases teóricas previas, como rango útil del buffer, concentración de las especies que usarían para su preparación y cantidad de las mismas a emplear. Los alumnos dispusieron sobre su mesada de trabajo diferentes drogas líquidas y sólidas entre las cuales (como si estuvieran ante una situación real en un droguero de un laboratorio), debieron decidir cuáles eran las que necesitaban para preparar el buffer más adecuado según el pH de la reacción enzimática que se requería regular.

Luego comprobaron el pH final del buffer preparado, mediante el uso del peachímetro, cuyo manejo conocieron a través del docente auxiliar de trabajos prácticos.

2- Los estudiantes realizaron una dilución del buffer preparado, y debieron pensar y realizar una experiencia para comprobar la dependencia de la capacidad reguladora del mismo con la dilución, mediante el agregado de un ácido que el docente les entregó previamente preparado, midiendo la variación de pH con el peachímetro.

3- Se les entregaron datos experimentales para la confección de una curva de titulación de un ácido débil con una base fuerte, y se propusieron diferentes situaciones hipotéticas para resolver, interpretando las curvas y relacionándolas con la parte experimental realizada previamente.

4- Para evaluar los resultados de esta propuesta se emplearon las siguientes herramientas:

- Encuesta comparativa de opinión de los estudiantes.
- Registro de observación de la actividad.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

- Los estudiantes trabajaron en grupos de 4 alumnos .
- Sin ninguna introducción teórica por parte de los docentes, se los instó a debatir grupalmente la resolución práctica de los problemas planteados en las indicaciones impresas entregadas.
- Los tres docentes de laboratorio podían ser requeridos por los estudiantes sólo como guía ante una duda irresoluble por el grupo y para monitorear la preparación del buffer.
- Un cuarto docente se encargó del registro de observación de la práctica.
- Los estudiantes confeccionaron un informe del trabajo práctico con el criterio de selección de reactivos, de los experimentos diagramados y el análisis de los datos experimentales obtenidos.

- Al finalizar la práctica los estudiantes respondieron una encuesta de opinión comparando diversos aspectos del trabajo práctico en curso y de la innovación propuesta.

RESULTADOS

Se analizaron los 40 cuestionarios de opinión de los alumnos y el registro de observación de la clase obteniéndose los siguientes resultados:

1-Registro de observación de la clase

Marcado interés de los alumnos por resolver la actividad.

Alto debate y discusión entre los estudiantes durante la etapa experimental.

Alta demanda de los alumnos hacia el docente acerca de sus inquietudes.

2-Resultado de la encuesta comparativa de opinión de los alumnos

ITEM	TP tradicional		TP innovado	
	SI	NO	SI	NO
Tiempo adecuado de desarrollo	40%	60%	98%	2%
Claridad del objetivo del TP	63%	37%	100%	-
Interés que genera el TP	55%	45%	98%	2%
Aprovechamiento de las actividades	50%	50%	95%	5%
TP largo y tedioso	45%	55%	-	100%
Actividades con sentido	78%	22%	98%	2%
Utilidad de la preparación del buffer para el alumno	68%	32%	100%	-
Guía de TP con más información	63%	37%	45%	55%

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La encuesta que recoge la opinión de los alumnos luego de haber realizado el trabajo práctico tradicional en el primer cuatrimestre y el innovado en el segundo muestra que:

- el tiempo de desarrollo del trabajo práctico innovado permite el debate necesario para la integración de conceptos teóricos previos con las actividades experimentales.

- si bien la claridad y el sentido del trabajo práctico tradicional eran buenos, éstos aumentaron notablemente en la práctica innovadora.
- el interés generado por las nuevas actividades mejoraron el aprovechamiento y la utilidad de las mismas.

Basados en el registro de observación de la actividad, los docentes consideramos que la propuesta genera mayor participación y expectativa en los alumnos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten señalar que observamos una mejora en la actitud de los estudiantes, frente a una propuesta que contempla aumentar su protagonismo en la planificación y realización de sus propias actividades.

Teniendo en cuenta la menor extensión y variedad de actividades a realizar, los estudiantes tuvieron más tiempo para analizar y reflexionar sobre cada uno de los pasos a seguir, lo que les permitió tomar decisiones y trabajar con conciencia sobre las actividades propuestas.

Este tipo de actividad favorece la intervención del docente como guía que facilita el proceso de aprendizaje, a la vez que permite desarrollar en los estudiantes el sentido de cooperación con sus pares.

Los alumnos son motivados cuando se les plantean actividades relevantes, variadas y estimulantes que logren comprometerlos activamente con el proceso de aprendizaje.

Este estudio comparativo se realizó con alumnos que hacen los dos tipos de trabajos prácticos. En esta situación el grado de experiencia adquirido por el alumno en el trabajo práctico tradicional puede haber influido en una mayor motivación o preparación para realizar el innovado.

Ante esto nuestra primera conclusión es que los trabajos prácticos podrían ofrecer dos fases: una primera con instrucciones o planteos tradicionales y luego de efectuado el mismo, realizar un trabajo práctico relacionado con los aspectos del trabajo innovado comentado aquí.

Por otra parte queda como inquietud si la nueva propuesta puede resultar igualmente motivadora para alumnos que se enfrenten con este tema por primera vez, es decir sin haber realizado previamente el trabajo práctico tradicional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Jong, O.** (1998). Los experimentos que plantean problemas en las aulas de Química: dilemas y soluciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 305-314.
- Hodson, D.** (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.
- Insausti, M.J.** (1997). Análisis de los trabajos prácticos de Química General en un primer curso de Universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (1), 123-130.

Kempa, R.F. y Nicholls, C.E. (1983). Problem - solving ability and cognitive structure: an exploratory investigation, *European Journal of Science Education*, 5, 171-184.

Lazarowitz, R. y Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. En Gabel, D. (Ed.). *Handbook of research on Science Teaching and Learning* (pp.94-128). Mc Millan Publishing Co. New York.

Novak, J.D. y Gowin, G.B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press. Nueva York.

Tobin, K. (1987). Secondary science laboratory activities. *European Journal of Science Education*, 8, 199-211.

ANEXO TRABAJO PRÁCTICO: BUFFER

Las enzimas son proteínas que actúan como catalizadores de innumerable cantidad de reacciones bioquímicas. Debido a su estructura particular, cada enzima necesita para funcionar con la máxima eficiencia, un pH determinado. Durante el transcurso de dichas reacciones bioquímicas, pueden ocurrir modificaciones normales del pH del medio de reacción, las que dentro del organismo son corregidas por la presencia de buffers biológicos.

Cuando se desea medir la actividad de una enzima "in vitro", se reproduce el pH óptimo para su funcionamiento, mediante la preparación de buffers en el laboratorio.

Esta es, por lo tanto, una tarea habitual, durante la práctica profesional bioquímica y farmacéutica, lo que justifica la importancia de conocer el modo y criterio para la preparación de un buffer.

Experiencia N° 1:

Imagine que Ud. trabaja en un laboratorio y se le solicita que prepare 100 mL de un buffer, para ser empleado en la medición de la actividad de una enzima cuyo pH óptimo de trabajo es de 4,80.

Observe los reactivos con que cuenta en su mesada del laboratorio y, como si fuera un droguero, elija qué reactivos emplearía, en qué cantidad debería usarlos y luego prepárelo. Para corroborar el pH del buffer que preparó, mida el mismo con el peachímetro.

Experiencia N° 2

En el laboratorio se necesita preparar otro buffer diluyendo al 1/2, 50 mL del anterior.

¿Tendrá este buffer el mismo pH que el anterior? Si - No ¿Por qué?.

¿Tendrá la misma efectividad ? Si - No ¿Por qué?

Realice una experiencia en el laboratorio que lo corrobore.

Experiencia N°3

Se titulan 50 mL de ácido acético 0,1M y se mide el pH luego del agregado de sucesivas alícuotas de hidróxido de sodio 0,1M. Con los datos de la tabla, grafique pH en función de mL de hidróxido de sodio 0,1M agregados.

mL de NaOH 0,1 M agregados	pH
0	2,87
15	4,37
25	4,74
40	5,36
50	8,72
51	11,00
60	11,95

1-Identifique :

- a- pH inicial
- b- Constante de disociación del ácido débil
- c- pH en el punto de equivalencia.
- d- Rango útil del buffer formado

2- Teniendo en cuenta la curva que obtuvo, averigüe el volumen de hidróxido de sodio 0,1 M que debería agregar a 50 mL de ácido acético 0,1M para obtener un buffer de pH 4,80.

3- Si Ud. hubiese preparado el mismo buffer del item 2-, con las mismas concentraciones de especies pero usando ácido acético y acetato de sodio. ¿ Los buffers preparados en 2- y 3- serían iguales o diferentes en cuanto a sus propiedades? ¿Por qué?

Este trabajo fue presentado en las VI Jornadas Nacionales y III Internacionales de Enseñanza Universitaria de la Química, La Plata, Argentina, octubre 2003

Para reflexionar

IDEAS DE LOS ALUMNOS SOBRE EL ENLACE QUÍMICO

Nella Bonetto y Susana Olivera

Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Correlación. Cátedra: Didáctica Especial y Práctica de la Enseñanza en Física y Química. Calle 48 entre 6 y 7 . La Plata . (1900).

E-mail: nbonetto@huma.fahce.unlp.edu.ar

INTRODUCCIÓN

Comenzamos este trabajo en el año 1999, como una primera aproximación a la investigación dentro de la propuesta de la Cátedra de Didáctica Especial y Práctica de la Enseñanza en Física y Química, cuyas conclusiones fueron publicadas. (Bonetto y Olivera, 2000). Continuamos la investigación dentro de un proyecto de adscripción a la Cátedra, que permitió la profundización y extensión a diferentes niveles de la EGB y Polimodal, cuyos resultados fueron presentados en la X REQ, (Universidad de Morón, 2000) encuadrándose dentro del tema eje "Investigación educativa en el área de la Química". Presentamos ahora algunos resultados obtenidos con alumnos que finalizaban el primer año de la cursada de Química de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP, en el año 2002.

MARCO TEÓRICO

Tal como lo demuestran numerosos trabajos de investigación, las concepciones de los alumnos acerca de la validez y fiabilidad del conocimiento científico y de cómo éste se articula, o acerca de cómo se construye y evoluciona la ciencia, son a menudo inadecuadas. Esto ha sido tratado con detalle por muchos autores (Campanario y Otero, 1998, Driver et al, 1989, etc); el interés que ha despertado este tema ha llevado a muchos docentes a investigar sobre las ideas de los alumnos acerca de ciertos conceptos considerados relevantes en el aprendizaje de la ciencia, que en términos de Gagliardi (1986) son "conceptos estructurantes", es decir, son aquellos sin los cuales no puede tenerse una concepción acabada de la ciencia en cuestión (Pozo y Gomez Crespo, 2000; Llorens 1991).

Los trabajos centrados en el estudio de ciertos errores conceptuales constituyen posiblemente una de las líneas más pujante en la actualidad en el campo de la Didáctica de las Ciencias. Si pensamos en el estudio de la Química vemos que el conocimiento de los enlaces químicos nos permite predecir con mayor facilidad las reacciones químicas (ya que en éstas se forman y rompen enlaces), los procesos de solubilización, la cinética de las reacciones, las variadas propiedades de las sustancias, etc. Por ello, coincidiendo con Gagliardi, creemos que el concepto de enlace químico es un "concepto estructurante", es

decir “un concepto cuya construcción transforma el sistema cognitivo, permitiendo adquirir nuevos conocimientos , organizar los datos de otra manera, transformar incluso los conocimientos anteriores”. En nuestra investigación hemos seleccionado este concepto, relacionándolo con el modelo cinético de partículas.

Estos temas son muy abstractos y el alumno no puede aprenderlos a través de la experiencia sensible. Según Johnstone (1997) los conceptos de química son abstracciones mediadas por interpretaciones simbólicas. Plantea que en estos casos, se dan diferentes niveles de representación relacionados entre sí. Estos niveles son: el macroscópico, que corresponde a representaciones adquiridas a partir de la experiencia sensorial directa; el submicroscópico que hace referencia a las representaciones abstractas, modelos que tiene en mente un experto en química, asociados a esquemas de partículas. El tercer nivel, el simbólico, involucraría formas de expresar conceptos químicos mediante fórmulas, ecuaciones químicas, gráficos, definiciones, etc.

Por ello cuando los alumnos han comprendido los conceptos teóricos, luego de un curso de química, deberían poder representarlos mediante esquemas que estuvieran en consonancia con los modelos mentales construidos.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de nuestra investigación fue comprobar mediante una encuesta anónima qué modelos mentales relacionados con los conceptos ya mencionados poseían los alumnos al finalizar el primer año de “Introducción a la Química “, analizando los esquemas y dibujos que representaban.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La indagación fue de tipo cualitativo-descriptivo. Este tipo de estudio nos permite recoger información, identificar dificultades, realizar comparaciones y evaluaciones, y eventualmente proponer algunas sugerencias acerca de la enseñanza de la química.

El cuestionario fue realizado utilizando algunos ítemes publicados por J.M. de Posada (1999), otros de su Tesis realizada en la Universidad de Málaga (1993), y otros ítemes fueron tomados de J.I.Pozo (2000). El mismo requería la utilización de dibujos o esquemas para la representación de conceptos abstractos.

Para esta investigación hemos asumido que cualquier notación, símbolo o conjunto de símbolos representan para nosotros un concepto, un aspecto de lo que está construido en nuestro cerebro.

El cuestionario utilizado se adjunta en el Anexo.

MUESTRA

La muestra consistió en 160 alumnos del primer año de las carreras de orientación química de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP. Estos alumnos se encontraban en el segundo cuatrimestre, finalizando ya la cursada y luego de haber rendido los parciales correspondientes.

Las condiciones de aplicación del cuestionario no fueron óptimas, ya que los alumnos se hallaban en el laboratorio de química, compartiendo la misma mesa varios alumnos. A pesar de que se les pidió que las respuestas fueran individuales ya que serían utilizadas para una investigación y no para su calificación en relación con la asignatura que estaban cursando, en el momento del análisis de los cuestionarios nos encontramos con casos en que los alumnos que se ubicaban en la misma mesa habían realizado dibujos similares y respuestas iguales, lo que nos llevó a suponer que las respuestas no fueron individuales, sino que los estudiantes se consultaron y cada uno elaboró una respuesta que surgía de lo que opinaba el grupo.

ANALISIS DE LOS DATOS RECOGIDOS

Resultados y comentarios del ítem 1

Tema: reconocimiento de elementos, compuestos y mezclas.

Es alto el porcentaje de alumnos que contestan correctamente las opciones a, b y c de este ítem, lo cual no es de extrañar ya que son conceptos muy elementales que se ven a menudo desde los primeros años de la EGB. Sin embargo, llama la atención que a esta altura de los estudios universitarios todavía más de la mitad de los que contestaron mal, no diferencia entre compuesto y elemento y uno de cada tres de los errores cometidos, está referido a la confusión entre compuesto y mezcla. Es interesante destacar que solamente dos de cada tres alumnos, reconoce acertadamente una mezcla.

Resultados y comentarios del ítem 2

Tema: respuestas de los alumnos en relación con la estructura interna de los gases y la estabilidad de los átomos individuales.

Un importante porcentaje de alumnos (alrededor del 35%) no interpreta la consigna, y grafica el modelo de Bohr, configuraciones electrónicas, etc. Dentro de los que interpretan la consigna (alrededor del 57%) aproximadamente el 94% de los mismos representa correctamente los átomos en forma gaseosa por círculos separados una cierta distancia unos de otros. Ningún alumno representó una visión continua de la materia. Finalmente, un 8% de los alumnos no pudo o no supo describir gráficamente su concepción sobre los átomos en el estado gaseoso.

Ante la cuestión de la estabilidad de los átomos de oxígeno, un 14% consideró que los átomos eran estables debido a causas macroscópicas (presión, temperatura, etc.) y por lo tanto no se unían para formar moléculas. Un 61 % consideró que los átomos no eran estables pero solamente un 86% de los mismos lo atribuyó correctamente a la formación de moléculas más estables. El resto da una variedad de respuestas diferentes, y en algunos casos, sin justificarlas.

Resultados y comentarios del ítem 3

Tema: respuestas de los alumnos en relación con las fuerzas interatómicas e intermoleculares.

En este ítem una de las confusiones más frecuentes ocurre entre enlaces intermoleculares y enlaces intramoleculares. Sin embargo, el puente de hidrógeno aparece

mejor reconocido, quizá porque el enunciado de la situación **a)** se refiere a la evaporación del agua, tema frecuentemente señalado como ejemplo. Pero en el caso **b)** que se refiere a la electrólisis del agua, hay mayor porcentaje de errores (casi el 40%) que de aciertos (29%) porque se sigue mencionando el enlace puente hidrógeno como el único presente en el agua. Esto también se hace evidente en la propuesta **c)**.

Cuando se trata de moléculas, las fuerzas de London son correctamente mencionadas por el 42,5% de los alumnos. El resto sigue confundiendo los enlaces inter- e intramoleculares. Esto se acentúa aún más en el caso de los metales, en el que la mayoría no puede identificar correctamente las fuerzas implicadas (58,7%). Es llamativo que un importante número de alumnos confunde el tipo de enlaces con observaciones macroscópicas que además están mal expresadas, tales como “vencer el punto de fusión,” “punto de ebullición”, “fuerza de sublimación”, “condensación”, etc..

Resultados y comentarios del ítem 4

Tema: concepciones de los alumnos respecto de cómo pueden estar unidos los átomos para formar diferentes sustancias.

Este ítem se desarrolló con el objetivo de indagar hasta qué punto los alumnos utilizan las nociones de la “Teoría de los enlaces químicos” para interpretar la estructura interna de las sustancias. Se consideraron dos aspectos: la representación de los enlaces y el reconocimiento gráfico de los estados de agregación de las sustancias mencionadas.

- La mayoría de los alumnos dibujaron círculos como partículas únicas indiferenciadas, con un cierto orden en sus ubicaciones. Solo un 9% representó iones en el KCl y un porcentaje aún menor los representó en el caso del calcio. Ninguno utilizó la noción de red, ya sea iónica o metálica. La gran mayoría representa moléculas formadas por átomos en todos los casos, o bien átomos individuales en el caso del calcio.
- Con respecto a tener en cuenta la estructura interna de las sustancias, alrededor del 35% no manifiesta reconocer la relación entre el tipo de enlace y la estructura interna de las sustancias.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación son consistentes con los obtenidos por J. M. De Posada (1999) y R. Coll (2002) con alumnos de niveles universitarios. Los alumnos muestran tener modelos mentales más claros para los enlaces covalentes que para los enlaces iónicos o metálicos, aunque la representación de átomos indiferenciados formando moléculas, no acreditaría suficientemente un conocimiento adecuado del enlace covalente; esto surge del análisis del ítem 3 donde se trata de reconocer los enlaces que se rompen en la electrólisis del agua, en el que los confunden con el puente de hidrógeno. Es llamativo que no representen redes cristalinas ni iones, lo cual evidencia que no tienen una representación mental del concepto de ion. En algunos casos, representan la celda unidad conteniendo especies moleculares.

Las representaciones de los alumnos universitarios son similares a las efectuadas por los alumnos preuniversitarios, de EGB y Polimodal (Bonetto y Olivera, 2000), es decir,

demuestran tener modelos mentales simples para representar los enlaces químicos. Estos modelos simples son adecuados para aquellos alumnos que se inician en el estudio de la química, porque a ese nivel, se hace hincapié en una visión descriptiva de la misma y en la familiarización con los materiales de laboratorio. Pero en el nivel universitario sería razonable esperar modelos más elaborados para los enlaces químicos, de manera que sirvieran como anclaje a nuevos conceptos fundamentales tales como mecanismos de reacción y otros.

De manera similar, llama la atención que los estudiantes universitarios invocan enlaces intermoleculares en circunstancias inapropiadas, por ejemplo, en la disolución de compuestos iónicos. La mayoría de los alumnos encuestados también demuestra tener un pobre conocimiento del enlace metálico, viéndolo de alguna manera más débil o en alguna medida “inferior” a los otros tipos de enlaces.

En el caso del HCl una gran parte de los alumnos le atribuye estado líquido, confundiendo la solución con la especie química.

IMPLICANCIAS DIDÁCTICAS

Una de las observaciones que surge en esta investigación es que los alumnos tienen dificultades para hacer explícitos los conceptos correspondientes al tema investigado. En la comunidad científica es habitual utilizar representaciones para ejemplificar conceptos complejos, como una actividad propia de la ciencia. Por ello sería deseable que los alumnos pudieran usar representaciones para ejemplificar sus propios modelos mentales.

Desde nuestro punto de vista, es necesario utilizar en la práctica pedagógica esquemas, dibujos, gráficos, programas de simulación, etc., de manera de ayudar a los alumnos a construir modelos mentales que se correspondan con los conceptos científicos que utilizan los expertos. Es fundamental usar como una estrategia pedagógica la explicitación de los modelos mentales de los alumnos consensuando códigos, de la misma forma como los expertos interpretan los conceptos químicos más abstractos.

Además sería deseable que los alumnos se habituaran a poner en evidencia los conceptos del enlace químico en la predicción de propiedades, reacciones químicas, equilibrio químico, etc. Esta función de las teorías científicas no está suficientemente aprovechada, a nuestro entender, como estrategia de enseñanza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bonetto, N. y Olivera, S. (2000) Introducción a la investigación docente. *Educación en Química*. 6,(1), 11-16.

Campanario J. M. y Otero José C. (2000).”Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias”. *Enseñanza de las Ciencias*. 18 (2), 155-169.

- Coll, R. y Taylor, N.** (2002) "Mental models in Chemistry: senior chemistry students' mental models of chemical bonding". *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*. 3, (2) ,175-184.
- De Posada, J.M.**(1999).Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico. *Enseñanza de las Ciencias*,17 (2), 227-244
- De Posada, J.M.** (1993) Tesis doctoral. Universidad de Málaga. España.
- Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A.** (1989) *Las ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. 3ra ed. Morata. Madrid.
- Gagliardi, R.**(1986) " Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación". *Enseñanza de las ciencias*. 4 (1) , 30-35.
- Johnstone,A.**(1997) "Chemistry teaching. Science or alchemy? *Journal of Chemical Education*. 74, (3) , 262-268.
- Llorens Molina, J.A.** (1991) *Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular*. Visor . Madrid.
- Peterson, R. y Treagust, D.**(1989) Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of Chemical Education*. 66, (6), 459-460
- Pozo , J.I., y Gómez Crespo, M.A.** (2000) *Aprender y enseñar ciencia*. Morata. Madrid.

OTRA BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

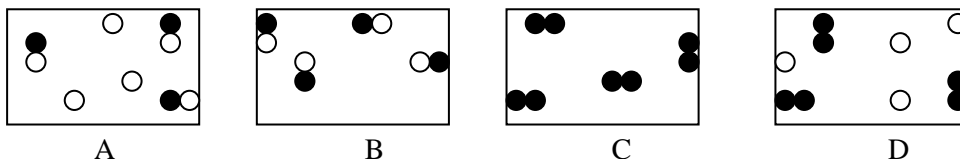
- Ausubel, D., Novak J., Hanesian H.**(1986) *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. 2da edición. Ed Trillas.
- Birk, J.P. y Kurtz, M.J.**(1999). Effect of experience on retention and elimination of misconceptions about molecular structure and bonding. *Journal of Chemical Education*, 76,124-128.
- Carretero,M.**(1996) *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Aique. BsAs
- Chang,R.**(1992) *Química*.(4ta.ed.). McGraw-Hill. Mexico.
- Galagovsky,L.et al.**(2003) "Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales" *Enseñanza de las ciencias* 21, 1, 107-121.
- Gray,H.B. y Haight,G.P.** (1976) *Principios Básicos de Química*. Reverté. Barcelona.
- Osborne,R. y Freyberg,P.** (1991) *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de la Ciencia de los alumnos*. Narcea. Madrid.
- Pauling,L.**(1965). *Uniones Químicas*. Kapeluz. Bs.As.
- Posner,G., Strike,K., Hewson,P. y Gertzog. W.** ((1988) Acomodación de un concepto científico: hacia una teoría del cambio conceptual. En *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*. Compiladores: Porlan ,R y Cañal ,P. Diada . Sevilla.

ANEXO

Cuestionario utilizado en la investigación sobre: “Ideas de los alumnos sobre el enlace químico”

1.- Estos diagramas representan gases. Los símbolos \circ y \bullet representan átomos de diferentes elementos. ¿Cuál de los diagramas representa:

- a) un elemento? b) un compuesto? c) una mezcla de dos elementos?



2.- Supón por un momento que tienes una botella llena de átomos de oxígeno gaseoso (en el recipiente no hay ni una sola molécula). Haz un dibujo a escala atómica de dichos átomos.

Justifica si serán estables o no. ¿Qué les puede ocurrir?

3.- Qué fuerzas hay que vencer para

- a) evaporar agua.....
- b) obtener hidrógeno y oxígeno mediante electrólisis de agua.....
- c) disolver sal en agua.....
- d) sublimar yodo.....
- e) fundir aluminio.....

4.- Representa diez partículas, desde el punto de vista atómico, de cada una de las siguientes sustancias en condiciones ordinarias.

KCl	N ₂
HCl	Ca

Justifica cada uno de tus dibujos.

Ideas para el aula

¡HELADÍSIMOS!...MEZCLAS BAJO CERO.

María Amalia Beltrán

Proyecto Actividades científicas infantiles y juveniles (PACIJ) DGE--GCBA

Desde el nuevo enfoque de la didáctica de las Ciencias Naturales se intenta acercar a los alumnos del nivel primario a los *modos de conocer de la ciencia*.

El conjunto de ciencias que conforman esta área de aprendizaje (Física, Química, Biología, Geología y Astronomía) tienen como rasgo común el ser disciplinas de un marcado carácter experimental. En este sentido el énfasis está puesto en los contenidos procedimentales y actitudinales. Así, el uso de instrumentos de laboratorio y la planificación y el desarrollo de pequeños diseños experimentales que involucren el trasvasamiento de líquidos, la utilización de pipetas, probetas y vasos para precipitados, etc. debería ser una práctica cotidiana en las clases de ciencias, a fin de que los alumnos se familiaricen con ellos.

El termómetro es, de los instrumentos de laboratorio, el más común y menos utilizado en la escuela. Mi trabajo en las escuelas primarias dependientes de GCBA me ha permitido observar la escasa preparación de los docentes en relación con el uso de este simple, delicado y útil instrumento. Muchos de ellos lo utilizan de manera similar al termómetro clínico: retiran el termómetro del sistema cuya temperatura desean determinar y lo acercan “a la luz” para realizar “una mejor lectura de la escala”.

LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS

El propósito principal de esta propuesta de actividades es generar, a partir de la lectura de un texto informativo sobre el origen de los helados, una situación problemática que debe ser resuelta experimentalmente.

Además posibilita:

- ejercitar a los alumnos en el uso del termómetro.
- promover la elaboración de diseños experimentales sencillos.
- inferir y establecer relaciones a partir del análisis de datos recogidos experimentalmente.

El texto propuesto se transcribe a continuación.

Palito, bombón helado.

Rosemberg, Raquel, (1998), en Magazine, Año3, N°12.

Los helados no son un invento moderno.

Primero fue el placer de paladear nieve. Con el tiempo se sumaron el agua fría, el vino y los jugos frutales, más tarde la variante pasó por el agregado de frutas secas, especias y chocolates y con las cremas y yemas se llegó a la untuosidad.

Hoy, en materia de helados, las combinaciones son infinitas, para placer de grandes y chicos.

Fueron los chinos a quienes se les deben inventos gastronómicos tan importantes como la pasta, los primeros que consumieron helados, varios siglos antes de Cristo. Habían encontrado la forma para escurrir, en recipientes con almíbar, una mezcla de nieve con salitre que les permitía refrigerar líquidos y jugos de frutas. La nieve era trasladada en baldes especiales, pero había que apurarse para que el sol y el calor del camino no la derritiesen. Con el tiempo se construyeron neveros, cavernas subterráneas al pie de las montañas, para conservar los copos de nieve por períodos más largos. Los árabes aprendieron la lección china y difundieron la receta del sherbet- bebida fresca - que hacían con almíbares fríos. Bebida que dio origen a la palabra sorbete, helado de agua a base de purés de frutas, azúcar o miel, pero sin crema, una de las preparaciones preferidas en Las mil y una noches.

A los persas se les debe el invento de la primera máquina para fabricar helados: un balde con una cavidad interior donde se introducía una mezcla de hielo y sal que rodeaba al cilindro donde se colocaba el helado, que de esa manera no se derretía.

Algunos historiadores de la cocina dicen que también fueron árabes los que llevaron helados a Europa, pero esto es incierto porque los encargados de la mesa en la corte de Alejandro Magno servían ensaladas de frutas con purés ídem, mezclados con nieve. Esta receta fue copiada por los cocineros del incendiario Nerón, quienes la endulzaban con una llamarada de miel.

Los pobres mortales que no contaban con maestros pasteleros podían acceder a los mostradores de las tabernas de Pompeya donde servían helados algo derretidos.

Marco Polo aportó [en el S XIII] la solución al dilema con otro secreto robado de los chinos: se hacía correr una mezcla de agua y salmuera sobre los recipientes que contenían la preparación que se deseaba enfriar y el gran Leonardo Da Vinci quien soñó un cucurucho donde servirlos. El genio se preguntaba en sus "Notas de cocina", si ciertos alimentos podrían servirse y comerse en el interior de un cucurucho... "Más, ¿con qué sustancia habría de fabricarse el cucurucho? ¿Con mazapán? , ¿con polenta? ¿o habría de ser de madera?"

España también tuvo sus helados. Con el agua cristalina de la Sierra Nevada, en Andalucía, árabes y judíos preparaban siropes (almíbares). Se hacían con azúcar, agua y glucosa, que mezclaban con jugos y trozos de frutas. Las semillas de granada y las maceraciones de flores, como la azucena en vino, eran las preferidas. Luego, mezclados con nieve, se servían como postre o bajativo. Esta receta fue adoptada rápidamente por la alta sociedad para dar término a las comidas opulentas, aunque parece que los helados desaparecieron durante algunos años de las mesas de los ricos, para resurgir con fuerza en el Renacimiento.

*América no quedó al margen de los sabores golosos, pero sus recetas no se deben a los cocineros españoles. Varios testigos de la conquista americana se encontraron en estas tierras con recetas similares. Hay crónicas que registran que los aborígenes mezclaban nieve con jugos de frutas y mieles de distintos insectos, Juana Manuela Gorriti recopiló en las páginas de su **Cocina Ecléctica** las recetas de la colonia. Ella relata que en países con inviernos rigurosos como Bolivia y Perú se preparaba un helado de espuma: " A las cinco de la mañana, se llenan con leche hasta la mitad, tarros de lata o Zinc. Se envuelven en cueros de carnero muy empapados en agua con salitre y colocados sobre el lomo de un caballo se le hace trotar una legua, y con el mismo trote se le trae de regreso. La leche se sacude en su recipiente, se sacude como el mar en borrasca, que sube, llenando completamente el vacío del tarro. ..Quitados los tapones, dos cascadas de espuma*

congelada llenan los recipientes, y sazonadas con azúcar y canela, van a la mesa a deleitar el paladar de gourmets".

Francia, cuna de la buena mesa, no podía quedar al margen de esta materia. Allí nacieron los postres y las copas heladas. Sin embargo, la excelencia gala se debe a una italiana, experta en mezclas de todo tipo: Catalina de Médicis. La reina llevó con su séquito a un número importante de chefs pasteleros, fue inspiradora de postres helados con fruta fresca o seca, licores de hierbas y flores confitadas. Pero el helado llegó a las calles de París gracias a Francesco Procopio dei Cotelli, un aristócrata italiano en ruinas, quien se trasladó a París y abrió Le Procope en 1686. El local elegido estaba próximo al antiguo Teatro de la Comedie Francaise, su especialidad era el café, la repostería y los licores caseros, pero la especialidad de la casa fueron sus dos grandes hallazgos: los sorbetes y las copas heladas que eran degustadas por clientes famosos como La Fontaine, Anatole France, Balzac, Robespierre, Danton, Marat, Voltaire, Rousseau, Alejandro Dumas y Víctor Hugo y siguiendo con la deuda gastronómica francesa a favor de Italia hay que aclarar que fue otro italiano, Alessandro Tortoni, el que inventó la torta helada que degustaba el tout París, en las mesas de su café.

Hasta aquí todas las cucharadas nombradas eran ligeras, a base de agua. Fueron otros italianos, napolitanos, los que allá por el 1800, le agregaron crema y yemas para obtener el helado cremoso. Los sicilianos no podían ser menos que sus compatriotas: en sus mesadas nació la cassata, producto del ingenio de los pobladores del sur de Italia, que a falta de metálico, al no tener métodos refrigerantes, recurrieron a la ricota, porque era un queso que toleraba mejor el calor que la crema. En un principio, la servían a temperatura ambiente, pero luego se popularizó su versión helada. La receta original llevaba queso y frutas confitadas, encerradas en rebanadas de pan de Génova, formando una cajita o cassata. Cuando muchos de esos italianos hicieron "la América", llevaron en los baúles las recetas de las nonas y crearon el ice cream americano, primer paso hacia el helado industrializado y a los populares gritos de "palito, bombón... helado".

Al leer atentamente el texto, el docente puede seleccionar algunos párrafos que podría presentar a los alumnos como disparadores para la realización de un diseño experimental sencillo que permita **obtener un helado sin usar la heladera**.

Un breve párrafo puede suscitar muchos interrogantes y despertar el interés:

¿ qué es un almíbar?, ¿ por qué la mezcla de hielo y sal permite que los almíbares y los jugos frutales se congelen? ¿ todos los jugos de frutas se congelan a la misma temperatura?; ¿se congelará antes el jugo de frutas o el almíbar?; ¿por qué en las heladoras comerciales la mezcla a refrigerar se revuelve continuamente?; ¿cuándo se inventaron las heladeras?;

Es aconsejable que los alumnos lean dicho fragmento en la clase previa a la actividad experimental y que luego planifiquen grupalmente una secuencia de actividades que les permita **armar un dispositivo para obtener un helado a partir de almíbares o jugos frutales**.

En la instancia de puesta en común, el intercambio de ideas deberá ser orientado por el docente a fin de enriquecer las distintas propuestas. Posteriormente podrán listar en forma conjunta los materiales más convenientes para realizar la experiencia.

Una buena opción es pedirle a los alumnos almíbares recolectados de frutas en conserva; jugos exprimidos de frutas y yogures.

Es conveniente que el docente arme una mesa de materiales (recolectados con anterioridad) donde se presenten recipientes para albergar las mezclas frigoríficas (recipientes de 1kg de capacidad conformados por materiales diversos como polietileno,

poliestireno, metal enlozado y vidrio), termómetros de laboratorio, sal gruesa, cucharas, palitos de helado o de brochettes (sin uso) y trapos rejillas. Además, tendrá que decidir si el material que conforma los recipientes que contendrán las mezclas para helar, será una variable controlable o no. De ello surgirá la necesidad de conseguir con antelación una variedad de vasitos de plásticos, aluminio y vidrio, o bien, sendos tubos de ensayo limpios y secos. (Los alumnos podrán recolectar fácilmente todo tipo de envases de postre, gelatinas, flanes y yogures).

La variación de la temperatura, en función del tiempo hasta arribar al punto de congelamiento del helado, será registrada por los integrantes de los distintos grupos de trabajo cada 30 seg. Posteriormente graficarán los datos obtenidos en un sistema de coordenadas cartesianas.

Entre las consignas de trabajo se les puede proponer tratar de interpretar algunos hechos que suceden durante el transcurso de esta experiencia.

Para pensar y discutir en grupo.

a-¿Por qué se forma escarcha en las paredes externas del recipiente que contiene la mezcla frigorífica?

b-¿de dónde proviene el agua que conforme pasa el tiempo rodea la base externa de este recipiente?

Para continuar investigando:

1) ¿Qué ocurriría si en la preparación para helar:

a- se incorpora crema?

b- se perfuma y saboriza con algún licor? (lemoncello/licor de menta/amaretto).

2) ¿De qué material debe ser el recipiente para que éste facilite el enfriamiento de las mezclas?

3) ¿Cómo podemos recuperar la sal utilizada para preparar la mezcla frigorífica?

En relación con los contenidos del área Ciencias Naturales involucrados en esa actividad podemos abordar y desarrollar posteriormente los siguientes:

Los fenómenos térmicos. Calor y temperatura. Materiales conductores y aislantes del calor.

Los sistemas materiales. Las mezclas (jugos naturales, almíbares, agua salada).

Propiedades de las mezclas frigoríficas (descenso crioscópico).

Las mezclas frigoríficas.

Si se mezclan en una relación de 3/1 hielo triturado y cloruro de sodio (sal común de mesa), la temperatura de la mezcla desciende por debajo de los 0°C llegando a alcanzar -19°C. El descenso crioscópico depende de la concentración del soluto.

Si la relación *agua-sal* fuera de 2/1 el sistema llegaría a su punto de congelamiento a los -21°C.

¿Qué ocurre durante el transcurso de esta experiencia?

Los trozos de hielo expuestos a la temperatura ambiente comienzan a fundirse superficialmente. Las partículas de sal en contacto con ellos comienzan a disolverse en el agua líquida que se va formando paulatinamente y cuando lo hacen, ceden calor al sistema.

La solución, inicialmente concentrada, tiende a diluirse provocando el descenso de la temperatura. La presión de vapor del sistema disminuye.

Cada mezcla agua/ sal soluble presenta una composición característica en la que se produce el máximo descenso de la temperatura.

Si se trabaja puntualmente este tema en el nivel polimodal pueden emplearse otras sales (como el cloruro de calcio cuyas mezclas frigoríficas pueden descender hasta los -40°C . También experimentan marcados descensos de temperatura las mezclas acuosas de nitrato de potasio).

REFLEXIÓN FINAL

Considero que esta propuesta de trabajo favorece la correcta interpretación de fenómenos que ocurren cotidianamente como la cesión de energía desde una fuente caliente hacia una fuente fría y no a la inversa. Comúnmente la mayoría de los alumnos creen que las bebidas que se encuentran inicialmente a temperatura ambiente “*se enfrían por la cesión de frío*” de los cubitos de hielo que se introducen dentro de ellas. Posibilita además la discusión sobre el concepto de materiales aislantes del calor.

La reflexión dirigida por el docente a la hora de interpretar los fenómenos observados es muy importante.

En los inicios del segundo ciclo de la EGB bastará con que los alumnos realicen una minuciosa descripción fenomenológica de los hechos como por ejemplo:

- Algunos materiales conducen el calor con facilidad.
- Los líquidos utilizados (almíbares/jugos frutales, etc.) se congelan a distintas temperaturas.
- La cantidad de escarcha formada en la cara externa del recipiente que contiene la mezcla frigorífica depende del material que lo conforma.

Paulatinamente, en la medida que el pensamiento formal y el cúmulo de conocimientos de nuestros alumnos lo permitan (en el inicio del polimodal, 8°/ 9° año) tenderán a acercarse a una interpretación más rigurosa.

Algunos datos útiles...

- El hielo al fundirse absorbe 80 cal/g . Si se incorpora hielo granizado (machacado) en la mezcla a helar, se logra un descenso más efectivo de la temperatura del sistema.
- La presencia de impurezas sólidas (zumo de jugos de frutas¹) facilita la aparición de fases sólidas
- Una perturbación mecánica externa a la mezcla (batido, agitación) que genera variaciones locales de densidad, favorece la formación de núcleos sobre los que crecerá la fase sólida. (ésta suele aparecer en las regiones vecinas a las paredes del vaso crioscópico, mientras el centro continúa en el estado líquido).
- Si la mezcla a helar contiene alcohol, conforme la graduación alcohólica aumente más baja será la temperatura de solidificación.

¹ Tener presente que se trata de sistemas heterogéneos. Son mezclas de fructosa, colorantes, esencias volátiles, hollejos, etc.

Es posible informar a los alumnos sobre los líquidos que se utilizan como anticongelantes y que ellos puedan interpretar la razón de su utilización en los automóviles.

- Los **almíbares** son soluciones de azúcares en agua espesadas a fuego lento hasta obtener consistencias de *jarabe*.

Según la concentración de azúcar presente *gastronómicamente* se los denomina:

almíbar ligero 1: 3

almíbar mediano 1 : 2

almíbar pesado 1 : 1

La concentración habitual empleada para prepara un almíbar para conservas frutales es de 30 a 35% de azúcar.

El almíbar también se puede preparar utilizando jugos de frutas. En este caso la proporción de azúcar se establece en función del grado de madurez de las frutas seleccionadas.

- La palabra **sorbete** proviene del árabe charabet y del turco chorbet .

Al italiano se transformó en sorbetto y al francés como sorbet.

- En las paredes externas del recipiente que contiene la mezcla frigorífica se observa la condensación del agua presente en el ambiente ("*humedad relativa*") al superar el sistema la temperatura de formación de rocío.
- La primer heladera mecánica fue obra del ingeniero alemán Karl von Linde en el año 1879.
- La heladera eléctrica apareció en U.S.A en el año 1913. El descenso de temperatura se logra por la constante evaporación y condensación de un fluido llamado refrigerante. Originalmente se utilizó amoníaco.

Otras propuestas sobre el trabajo en la hora de Ciencias Naturales con textos sobre ciencias dirigidos a los niños de edad escolar pueden hallarse al consultar ***La biblioteca del aula de Ed. Lumen, B. Aires.***

Todos los títulos de las colecciones ***Un despertar a la Ciencia y El club de los Científicos*** fueron escritos por especialistas y constituyen un recurso valioso como fuentes de información. Han sido diseñados pensando en los lectores hacia quienes están dirigidos y si bien abordan los diversos temas en forma amena lo hacen con **cuidadoso rigor científico**.

El presente trabajo fue presentado en la pasada XI REQ (San Rafael, Mendoza, 2002) bajo el formato de un taller para docentes de EGB.

Ideas para el aula

LA CARICATURA EN LA COMPRENSIÓN DEL ENLACE QUÍMICO

Juan Carlos Moreno¹, Liliana Giraldo² y Yolanda Ladino Ospina³

¹ Departamento de Química. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.
jumoreno@uniandes.edu.co ² Universidad Nacional de Colombia. ³ Universidad
Pedagógica Nacional. Calle 72 N° 11 – 85. Bogotá – Colombia
ladino@uni.pedagogica.edu.co

RESUMEN

Al observar detenidamente el desempeño social universitario de los estudiantes, se encuentra que ellos fuera del aula tienen un potencial de creatividad; su buen humor, que canalizado puede ser de gran utilidad en el aprendizaje de la Química (Moreno, 2001, 2002 y 2003). El trabajo con caricaturas, cómic o viñetas como le llaman algunos autores no es reciente en los procesos educativos. No obstante estos estudios han estado dirigidos a indagar, principalmente, cual es la imagen de ciencia que tienen estudiantes y profesores (Schibeci, 1986). A diferencia de los trabajos anteriores, la caricatura se emplea aquí como un recurso didáctico que busca dinamizar y apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje en los cursos de química general, explora no solo los conocimientos de los estudiantes sino que les permite expresar y analizar libremente los contenidos de la ciencia química.

Muchas veces se atribuyen las dificultades que tienen los estudiantes en el aprendizaje de conceptos químicos en general y en particular del enlace químico, a las teorías implícitas que tiene el estudiante. No obstante, y como lo mencionan Pozo y Gómez (1998), “aprender química es no solo dominar el lenguaje y los procedimientos de la química, se requiere dominar también la lógica y los procedimientos del aprendizaje, sabiendo buscar e incorporar la información, interpretarla, traduciéndola de un código o formato a otro, comprendiendo su significado y estructura, siendo capaz de comprender una explicación pero también de dar una explicación comprensible”. Es por ello que el incorporar en las clases de química el trabajo con caricaturas, potencia esos desarrollos y además contribuye a que los estudiantes aprendan significativamente los conceptos químicos involucrados.

PRESENTACIÓN

Durante los últimos años en el Departamento de Química de la Universidad de Los Andes, en los cursos de Química General, se ha venido implementando como estrategia de aprendizaje el diseño de caricaturas por parte de los estudiantes, donde representen sus concepciones en torno a alguno de los temas del curso. El incorporar las caricaturas ha contribuido a que la clase de Química general sea más atractiva para el estudiante, en virtud a que ellos no solo asisten a clase por cumplir un horario sino que están pendientes de cómo visualizar, relacionar y conceptuar la imagen que han diseñado. Esta metodología ha permitido a nivel general disminuir la repitencia y los retiros voluntarios de los estudiantes

de esta clase. Una conclusión es contundente, se logra motivar al estudiante y desarrollar en él una ciencia en forma clara y significativa.

Quizá una de las temáticas que más llama la atención por la importancia y aplicación conceptual del mismo es el Enlace Químico. Una gran variedad de caricaturas son propuestas por los estudiantes en torno a esta temática.

REFERENTES TEÓRICOS

Varios son los objetivos de la enseñanza de las ciencias en general, que bien se aplican a la química en particular, entre ellos se encuentra el desarrollo de destrezas intelectuales. Muchos autores han conceptualizado en torno a lo que son las destrezas cognitivas o intelectuales; aquí se asumen como “la capacidad de llevar a cabo un conjunto de operaciones mentales cuyas destrezas constituyen herramientas esenciales en la construcción de nuevos aprendizajes” (Jiménez y Sanmartí, 1997). Las caricaturas que diseñan los estudiantes son eso: formas de razonamiento que implican, primero destacar un concepto y luego el cómo plasmarlo involucra una serie de relaciones conceptuales que necesariamente son espacios para que el estudiante aprenda.

Los trabajos con estas expresiones didácticas, cómic, caricaturas, viñetas, etc., han estado más relacionados con la contribución de estos a la imagen de ciencia y a la misma imagen, que tienen los estudiantes y profesores (Schibeci, 1986 y Gil y otros, 2000). Son muy pocas las investigaciones que involucran como estrategia didáctica en los procesos de enseñanza aprendizaje de la química el trabajo con caricaturas.

El trabajo con caricaturas, permite no solo que el alumno exprese lo que esta pensando en torno al concepto químico, como su idea previa, sino que además es la forma de comunicarse con el profesor y con sus compañeros; así mismo ayuda a identificar los ritmos de aprendizaje, la diversidad de intereses y motivaciones en torno al trabajo en la clase de Química. Como dice Gimeno Sacristán (1999), “del método depende el tipo de ambiente inmediato en el que se desenvuelven los alumnos y el proceso de aprendizaje”. Quimidiviértase, es un recurso didáctico que busca dinamizar y apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje en los cursos de química general, explora no solo los conocimientos de los estudiantes sino que les permite expresar y analizar libremente los contenidos de la ciencia química. Aún cuando se puedan presentar limitaciones de contenido, que son superadas por el apoyo de los profesores expertos, se potencia una cultura comunicativa, el trabajo en grupo y sobre todo la construcción social del conocimiento.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Los primeros días del semestre se presenta la idea a los estudiantes del curso de Química General. Una vez ellos eligen un concepto para representar, le informan al profesor titular de la clase, quien asigna para cada estudiante o grupo de estudiantes un profesor tutor, también docentes del área de Química General, quienes van ha orientar y modelar conjuntamente con los estudiantes la caricatura. Al final los estudiantes sustentan

su representación y los trabajos más “originales” se compilan en un disco compacto que edita el departamento de Química. La figura adjunta ilustra los tres discos compactos realizados desde el año 2001.



A continuación se presentan algunas de estas caricaturas referidas al Enlace Químico, junto con una breve descripción de lo que los estudiantes intentan conceptualizar y caricaturizar. Nótese cómo asociado a cada caricatura no solo hay una representación conceptual de los que es enlace químico, sino que además es una forma de ver la ciencia. En el artículo “El enlace químico y las concepciones explicativas de Schlesinger”

Ladino (2003) analiza desde el pensamiento de Schlesinger, las explicaciones científicas, aplicadas al enlace químico, particularmente en la molécula de oxígeno y concluye que “El desarrollo del pensamiento humano, y con él, el desarrollo de la racionalidad explicativa, mediante la cual el ser humano bajo diferentes concepciones ha construido a través del tiempo diversas explicaciones para los fenómenos naturales, ha conducido a la formulación de explicaciones científicas para los fenómenos naturales y en general para el mundo y su devenir, particularmente en los últimos tiempos”. Esto significa que la caricatura es una “explicación, científica o no” de lo que el estudiante está aprendiendo y cómo lo está haciendo.

Las caricaturas que se presentan se pueden agrupar en dos grandes grupos: el primero es el modelo de implementación y el segundo de creación. En el primer caso se presentan las caricaturas que han elaborado estudiantes a partir de otros modelos de caricatura ya diseñados, es decir, la situación gráfica está determinada, hay que implementar el argumento químico. Dentro de esta categoría se presentan como ejemplo, las siguientes figuras; nótese como el diseño ya está elaborado y se conceptualiza la situación representando la concepción de enlace químico desde “la visión atómica” y los tipos de enlace covalente y iónico.

Covalente



CUMPLEN UNO O MÁS PARES DE ELECTRONES ENTRE DOS ÁTOMOS.

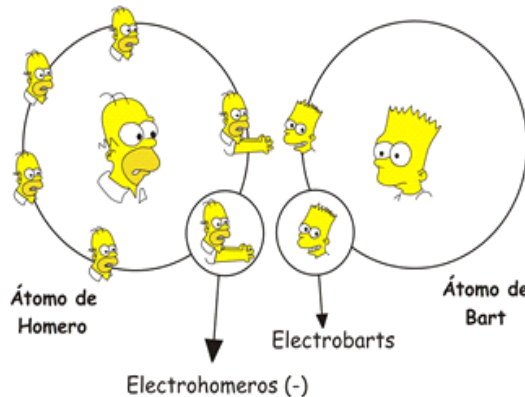
IONICOS



SE DEBEN A INTERACCIÓN ELECTROSTÁTICA ENTRE LOS IONES, PUEDEN FORMARSE POR TRANSFERENCIA DE UNO O MÁS ELECTRONES.

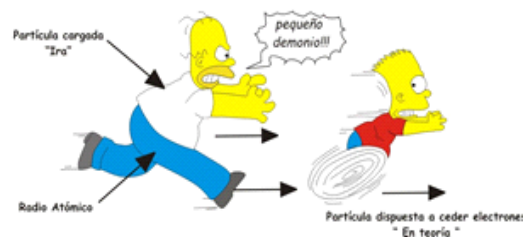


Visión Atómica

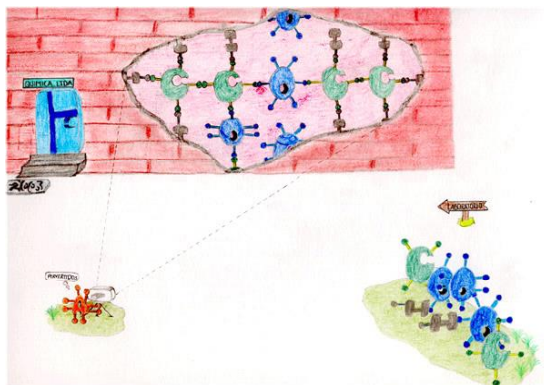
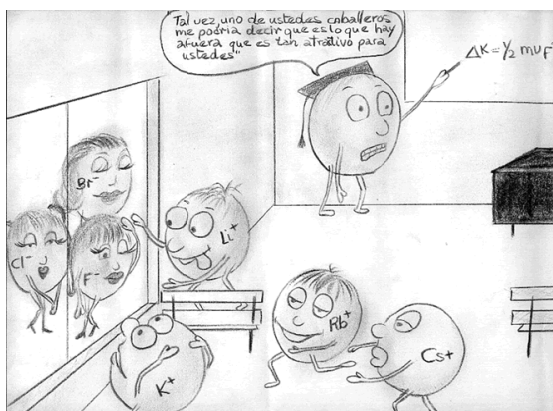


El enlace Iónico

Por Bart Simpson
Regla general: Para generar el enlace iónico se necesita:



En el segundo caso, no hay plantilla previa sino que todo el diseño, diagramación y texto son ideados por los estudiantes. Cuando se diseñan estas caricaturas no todas ilustran claramente un concepto, en este caso, no se representa claramente el concepto y por tanto se requiere de una presentación o argumentación. A continuación se presentan dos caricaturas, en la primera la idea es evidente en términos del enlace iónico y quienes lo forman, también es muy claro el nombre "Atracción iónica", pero para la segunda caricatura "Enlace Químico y estabilidad" es necesario leer la argumentación o explicación del estudiante o grupos de estudiantes.



El argumento que presenta el estudiante para la segunda caricatura de este grupo se transcribe a continuación “La caricatura muestra una situación, que simula la unión de algunos átomos de elementos muy conocidos (C, O, H), y el descontento de otro átomo por no participar en este encuentro. Es el caso el argón (Ar), que por su estabilidad no posee la capacidad de reacción de dichos elementos; es este uno de los llamados gases nobles. Por que posee en su último nivel de energía el número justo de electrones que le proporcionan estabilidad”. Nótese cómo en el diseño y presentación de la caricatura “Enlace Químico y estabilidad”, se destaca una relación de conceptos todos válidos y coherentes que necesariamente para su construcción fue necesario que el estudiante recurriera a sus destrezas cognitivas esenciales en la construcción de la caricatura. Al leer el argumento e interpretar la caricatura, se visualizan las relaciones conceptuales que es estudiante quería presentar.

Por último se puede decir que las dos expresiones de caricaturas son validadas: quizá alguna requiera más ingenio, creatividad y conceptualización que otra, pero lo importante es lo que el estudiante quiere mostrar en torno a su concepción de lo que son los tipos de enlaces químicos, particularmente el iónico y el covalente y algunos factores que lo determinan. Para futuros cursos se ha pensado presentar la caricatura al estudiante para que él realice la interpretación respectiva y a partir de ella identificar las ideas previas y la forma en que los estudiantes aprenden conceptos químicos.

COMENTARIOS FINALES

Se podrían presentar otras caricaturas y realizar otros análisis sobre las mismas, sin embargo lo que este artículo buscaba era mostrar cómo desde el aula de clase en la universidad el profesor de Química puede lograr que sus estudiantes representen sus conocimientos en forma apropiada; de esta manera se pueden “conocer” las formas de razonamiento del estudiante a la hora de aprender mediante el empleo de analogías.

Finalmente, como todo proceso educativo debe implicar una emisión de un juicio de valor en torno a lo que es la evaluación, en el desarrollo de este trabajo se involucra una

evaluación formativa como un recurso para facilitar el proceso de aprendizaje. Esta se inicia analizando las primeras propuestas de los estudiantes que bien podría llamarse de conocimientos previos en torno al concepto representado; luego del trabajo con los profesores, los estudiantes perfeccionan sus caricaturas y elaboran mejor sus constructos. Este proceso le permite al profesor analizar cómo los estudiantes han aprendido el concepto y valorar el proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gil, P. D., Carrascosa, A. J., Gallego, A. y Fernández, I. (2000) Contribución del cómic a la imagen de la ciencia. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología, TEA*. Nº 7, 22 - 35. Bogotá.

Gimeno, S.J. y Perez, G. C. (1999) *Comprender y transformar la enseñanza*. Ediciones Morata S. L. Octava Edición. Madrid.

Jiménez, M^a P., Sanmartí, N. y otros. (1997). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. ICE / Horsori. Universitat de Barcelona.

Ladino, O. Y., (2003). El enlace químico y las concepciones explicativas de Schlesinger. *Revista Química en Uniandes*. (En prensa).

Moreno J.C. (2001). *Quimidivertase* Edición 2001, Disco Compacto, Departamento de química, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia.

Moreno J.C. (2002) *Quimidivertase* Edición 2002, Disco Compacto, Departamento de química, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

Moreno J.C. (2003) *Quimidivertase* Edición 2003, Disco Compacto, Departamento de química, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata, S. L. Madrid.

Schibeci, R. (1986). Image of science: Scientists and science education. *Science Education* 70 (2) 139 – 149.

Este trabajo fue presentado en las VI Jornadas Nacionales y III Internacionales de Enseñanza Universitaria de la Química, La Plata, Argentina, octubre 2003

Hojeando revistas

¿Cuánto mide un instante?

Científicos de la Universidad de Viena midieron el más pequeño intervalo de tiempo posible, de acuerdo con una investigación publicada en Nature. Ferenc Krausz y colegas utilizaron pulsos cortos de láser para ver un electrón moviéndose dentro del átomo y fueron capaces de distinguir eventos de hasta 10 attosegundos—es decir una diezmillonésima de mil millonésima de segundo.

La técnica desarrollada permite responder de forma experimental a cuestiones abiertas sobre la formación y disolución de compuestos químicos, es decir acceder de forma experimental al control de reacciones químicas, explicó Krausz. Además, con nuevas herramientas, los experimentos futuros en attosegundos aportarán novedades sobre la mecánica cuántica y la de Newton, añadió el investigador.

La Nación, 26 de febrero de 2004

Lograron “ver” el interior de una célula, molécula por molécula

Una técnica de fluorescencia hizo posible ver en detalle, en una célula viva, cómo una molécula biológica (factor de crecimiento epidérmico) se une, en la membrana celular, con una molécula receptora y se introduce en el interior de la célula. Este resultado fue publicado en Nature Biotechnology por la doctora Elizabeth Jares, profesora de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA e investigadora del Conicet, y el licenciado Hernán Grecco, del laboratorio de Electrónica Cuántica de la misma Facultad, junto con investigadores del grupo del doctor Thomas Jovin, del Instituto Max Planck, en Gottinga, Alemania.

Lo que hizo Jares en su laboratorio del departamento de Química Orgánica de la Fceyn, fue modificar la superficie y caracterizar las propiedades de pequeñas esferas de un material semiconductor que emite una fluorescencia cuando es irradiado con luz. Se trata de una fluorescencia muy brillante, tanto que permite seguir el recorrido de una sola molécula en el interior de una célula.

“La microscopía de fluorescencia se viene empleando desde hace años para estudiar una gran variedad de procesos celulares. Pero hasta ahora sólo se podían ver grupos de cientos o miles de moléculas. En cambio, el empleo de estas nanopartículas (de un tamaño 200 mil veces más pequeño que el milímetro) permite ver una sola molécula y seguir su destino usando microscopios convencionales”, explica la investigadora. “Distinguir la acción de cada molécula biológica nos provee de una información detallada imposible de lograr cuando observamos el comportamiento conjunto de un grupo de ellas”. Pero para distinguir una sola molécula la marca debe ser muy brillante. Y, precisamente, las nanopartículas en cuestión poseen esa propiedad.

¿Cómo trabajan las nanopartículas? Los investigadores liberan estas pequeñas esferas en un cultivo celular y ellas, al tener en su superficie una molécula específica, se unen con ciertas proteínas que constituyen el blanco que se quiere rastrear. Al ser iluminadas con el láser, cada esfera (fabricada con un material semiconductor) emite una luminosidad de un rojo brillante. La molécula con la que se debe unir fue modificada genéticamente para que emita una fluorescencia verde. Cuando ambas se encuentran, la imagen que provee una cámara digital muestra un punto de color anaranjado brillante, cuyo recorrido es seguido de cerca.

En uno de los varios comentarios elogiosos que recibió el trabajo, los doctores Gal Gur y Yosef Yarden, del Instituto Weizman, de Rehovot, Israel, señalan en *Nature Biotechnology*: “Estas nanopartículas permiten hacer un rastreo detallado en células vivas con una resolución nunca antes lograda. Otras técnicas de imágenes solo brindaban instantáneas breves con muy baja resolución espacial”.

Para los investigadores, estas pequeñas partículas encontrarán un número de aplicaciones cada vez mayor en la ciencia básica y aplicada. “El poder de las imágenes de darnos información en forma directa constituye un aspecto realmente fascinante de estos nuevos marcadores” concluye Janes.

Susana Gallardo, del Centro de Divulgación Científica, FCEyN, UBA,
en *La Nación*, 29 de marzo de 2004

Humor



XII Reunión de Educadores en la Química

**Bernal
12 al 15 de Octubre
de 2004**

Para información adicional :

Correo electrónico:
req2004@unq.edu.ar

Página WEB:
www.unq.edu.ar/req2004

Dirección Postal:
XII Reunión de Educadores en la Química
Departamento de Ciencia y Tecnología
Universidad Nacional de Quilmes
Roque Saenz Peña 180, (1876) Bernal
Buenos Aires
Argentina