

Educación en la Química

Revista de la Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina
Secretarías Capital Federal y Provincia de Buenos Aires

Educación en la Química

(ISSN 0327-3504) es una publicación cuatrimestral de ADEQRA (secretarías Capital Federal y Pcia. de Buenos Aires) que se distribuye gratuitamente a los socios de estas secretarías. En ella se dan a conocer experiencias de aula, resultados de investigaciones, avances tecnológicos, noticias científicas, etc. Los editores agradecen cartas, ideas, sugerencias y artículos que puedan resultar de utilidad a otros colegas.

Editores

Luz Lastres Flores
Mónica Steinman

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.*)



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: Luz Lastres Flores
Secretario: Vicente Sgaramella
Tesorera: Mónica Steinman
Vocales: Marta Bulwik
Alejandro Bosack
Verónicas Catebiel
Luis Costa
Liliana Gravano
Andrea López
Liliana Olazar

SECRETARÍA PCIA DE BUENOS AIRES

Presidente: M. Gabriela Muñoz
Vicepresidente: Jorge D. Rosende
Secretaria: Gabriela Mohina
Prosecretario: Héctor G. Cortez
Tesorera: Mónica Steinman
Protesorera: Rosa Haub
Vocales: Graciela Assenza Parisi
María Luz Diez
Raúl Fernández
Andrea Masone

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

Casilla de Correo N° 9
1884-Suc. Berazategui.
Pcia. Buenos Aires

Para reflexionar

CARACTERÍSTICAS DE LAS EXPLICACIONES DADAS POR DOCENTES DE EGB A ALGUNOS FENÓMENOS COTIDIANOS

Adriana Bertelle, Cristina Iturralde, Adriana Rocha

Departamento de Profesorado en Física y Química. Facultad de Ingeniería. U.N.C.P.B.A.
Avda del Valle 5737. (7400) Olavarría.

TE: 02284-451055/56. E-mail: profe@fio.unicen.edu.ar

INTRODUCCIÓN.

A partir de la implementación de la reforma del Sistema Educativo Argentino, adquiere importancia el Área de Ciencias Naturales (Física, Química, Biología, Geología y Astronomía), que se incorpora como tal desde el inicio de la Educación General Básica (EGB)¹. Esto implica cambios curriculares que se traducen en desafíos muy importantes a la práctica docente y a la forma de trabajo en el aula. La enseñanza de las Ciencias en el aula, a alumnos de edades comprendidas entre 6 y 14 años se limitó tradicionalmente en nuestro país a temas de Biología desde un enfoque algo atomizado del conocimiento y centrado fundamentalmente en la descripción de hechos e información.

Las clases de ciencias no deberían conllevar un mero aprendizaje de hechos, datos o información, sino que es fundamental apuntar más a la comprensión de conceptos, dejando atrás la enseñanza de datos o hechos “vacíos” de significado para los niños, como así también el hecho de convertir a la clase de ciencias en meramente informativa.

Conviene recordar que la ciencia es una actividad cognitiva que conlleva no sólo una manera de trabajar experimentalmente sino una manera de razonar y de representar el mundo. Por eso es necesario enseñar también destrezas asociadas al razonamiento científico tales como: la generación de hipótesis, el diseño de técnicas experimentales, el identificar y combinar variables, la construcción y elaboración de modelos, el recoger datos y transformarlos y extraer conclusiones, esto es, también contenidos procedimentales generales, aplicables a otras áreas del conocimiento.

Desde una visión como la planteada aquí, se espera que el alumno de EGB, que aprende ciencias no sólo interprete, comprenda las leyes, principios y teorías científicas principales, sino también que adquiera una serie de habilidades, destrezas y actitudes que en conjunto, contribuyan a su desarrollo integral y a su alfabetización científica (Rocha y col., 2000). Es necesario que los alumnos aprendan a mirar los fenómenos de la manera específica que lo hace la ciencia y para ello deben ser capaces de construir explicaciones de los hechos utilizando los conceptos y modelos que sean asequible y útiles para ellos, los

¹ EGB: unidad pedagógica integral organizada en ciclos, obligatoria con una duración de 9 años a partir de los 6 años de edad.

cuales deberán quedar abiertos a posteriores formalizaciones (Gracia Rodeja, 1987) y aumento de complejidad en la medida que sea necesario.

El aspecto que nos interesa analizar en este trabajo, acerca de lo que ocurre con la enseñanza de las Ciencias en EGB, tiene que ver con algo que resulta fundamental en ese sentido como es el trabajo sobre la explicación (científica) de fenómenos utilizando el conocimiento teórico disponible.

La explicación resulta ser una actividad básica de cualquier planteamiento científico y por tanto debe ser parte (y algo más) de lo que se enseña, de forma tal que los alumnos puedan llegar a desarrollar estrategias en este sentido y, entre otros logros, consigan diferenciar claramente la descripción de un fenómeno de su explicación (Sevilla Segura, 1994).

Antes de intentar diagnosticar lo que ocurre en relación con el desarrollo de estas estrategias en las aulas, decidimos conocer que significado comparten los docentes de EGB del término *explicación científica*.

Cualquier tipo de explicación en Ciencias debe realizarse en términos de un determinado modelo o teoría. Fenómenos cotidianos tales como los cambios de estado, la disolución de una sal en agua o la difusión de una gota de tinta pueden ser explicados en un nivel macroscópico, basado en la descripción de las características observables y en el nivel microscópico utilizando un modelo de materia sencillo, el cual permite explicar, comprender y predecir diversos aspectos del comportamiento de la materia.

Es bien conocido, a partir de estudios realizados por diversos investigadores que existen dificultades para que los alumnos se apropien del modelo de partículas de materia y lo transfieran a la explicación e interpretación de hechos y fenómenos (Driver, 1984; Llorens, 1991; Domínguez, 1998).

El objetivo de este trabajo es analizar discusiones y respuestas elaboradas por docentes de EGB trabajando grupalmente, para conocer las características de sus explicaciones a diferentes fenómenos cotidianos.

METODOLOGÍA DE TRABAJO.

La investigación se llevó a cabo con 16 docentes, que integran el GODCE². Los mismos desempeñan sus funciones docentes en cuatro escuelas de EGB, de la ciudad de Olavarría. Tres de éstos docentes son profesores de Matemática, Física y Cosmografía y los

² Grupo Operativo en Didáctica de las Ciencias Experimentales (GODCE): grupo de docentes de EGB y Polimodal que, con el objetivo de conseguir una mejor formación en lo que a enseñanza de las ciencias se refiere, participan periódicamente de encuentros a cargo de los integrantes del Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (GIDCE) y cuya finalidad es el tratamiento de diferentes temas en relación con la enseñanza de las Ciencias. Estos docentes tratan además de implementar los cambios que surgen del trabajo del GODCE en las aulas. Desde el punto de vista del GIDCE, es muy valioso tener la posibilidad de generar las situaciones de aula adecuadas para su estudio, a través de la formación de los docentes.

demás son maestros. Sólo uno de estos docentes manifestó tener experiencia en enseñar el modelo de materia.

Se constituyeron cinco grupos de trabajo. Se planteó, a cada grupo de docentes, que discutiesen y elaborasen respuestas escritas que interpretasen, utilizando un modelo sencillo de cómo está constituida la materia, algunas situaciones cotidianas. Las discusiones fueron grabadas en audio y video.

Para los docentes que se desempeñan como tales de primero a cuarto año (alumnos entre seis y nueve años de edad), se plantearon dos situaciones en las que ocurren cambios de estado (fusión y evaporación). Una de ellas similar a las que aparecen como ejemplos en los libros de texto y la otra, referida a la interpretación de un cambio de estado en un hecho de la vida cotidiana.

Las cuestiones planteadas a los docentes de quinto a octavo año (alumnos entre diez y trece años de edad), se refirieron al fenómeno de difusión, que también aparece tratado en los libros de textos que utilizan los alumnos.

Actividad para docentes de primero a cuarto año

Cuestiones:

Utilice un modelo sencillo de cómo está constituida la materia, para interpretar los siguientes fenómenos:

- a) Lo que le ocurre a un trozo de hielo, luego de dejarlo cierto tiempo en un plato sobre la mesada.
- b) ¿Por qué se seca una camisa tendida al sol?

Actividad para docentes de quinto a octavo año

Cuestiones:

Utilice un modelo sencillo de cómo está constituida la materia, para interpretar los siguientes fenómenos:

- a) Al agregar unas gotas de colorante a un vaso de agua, ésta queda totalmente coloreada luego de unos minutos.
- b) El fenómeno anterior es más rápido en agua caliente.

ANÁLISIS DE LAS DISCUSIONES Y RESPUESTAS ESCRITAS.

Docentes de primero a cuarto año.

En los dos grupos de docentes en cuestión, la explicación a *qué le ocurre al trozo de hielo...* se centró en decir que “se derrite” (cambia de estado) (pasa de sólido a líquido), por acción de la temperatura. Se dan explicaciones causales asociadas al contexto cotidiano que incorporan términos provenientes del contexto científico (temperatura, cambio de estado, sólido, líquido).

Ante la pregunta *¿Por qué se seca...?* aparece espontáneamente, el mismo tipo de respuesta que antes pero haciendo más hincapié en expresar cuál es la causa que asocian a que la camisa se seca:

Se seca por acción del viento y el sol
Se seca porque la luz del sol.....

La manera en que se formula la pregunta: *¿ Por qué.....?* hace prever respuestas de este tipo, en las cuales la "causa" es el elemento central en ellas.

Los maestros de ambos grupos recurren espontáneamente a descripciones macroscópicas y explicaciones causales lineales cuando se les pide que interpreten los fenómenos en cuestión. Se nota mucho la necesidad de aclarar la “causa” que “provoca” el fenómeno como así también de describir “lo que ocurre”.

Doc1: cambia de estado porque de estado sólido pasa a líquido, pero sufre una transformación por la ley de la evaporación.

Doc2: ¿cómo?.

Doc1: no, de la evaporación no. Sufre un cambio de la temperatura

Doc3: por acción de la temperatura.

Doc1: claro.

Doc3: cambia su estado de sólido a líquido, por acción de la temperatura.

Doc1: ¿qué otra cosa pasa? Moja la mesada, se chorrea todo.

Doc4: cambia de estado, la consistencia, la forma...

Doc1: de ser duro pasa a líquido.

Pero, en otros de los grupos, luego de decidir, rápidamente las respuestas a las dos cuestiones planteadas, surgió la inquietud, al avanzar en la discusión, de que la actividad les estaba proponiendo *dar una respuesta utilizando un modelo:*

Doc3: ahora esta es la respuesta, pero dice utilice un modelo.

Doc 2: ¿Qué modelo?

Doc 3:un modelo es realizar la experiencia; pero si ya está acá.

Doc1: vos decís el hielo, esto...

Doc3: si consideras al sol como fuente de calor la experiencia será similar

Se plantea una situación interesante: estos docentes están pensando en que una interpretación utilizando un modelo implicaría mostrar, a través de una experiencia, lo que ocurre.

Docentes de quinto a noveno de EGB.

Estos docentes trabajaron en cuatro grupos. Los docentes de uno de los grupos, elaboraron una respuesta que incluye una explicación utilizando un modelo físico de “lo que ocurre”.

- A) Tenemos un recipiente con agua fría, colocamos papelitos en ella, considerando a éstos como las gotas de colorante. Observamos que los papelitos si bien en un principio permanecen en la superficie, luego descienden hacia el fondo del recipiente. Lo cual puede interpretarse como que el agua queda totalmente coloreada.*
- B) Le entregamos calor al agua del recipiente, volvemos a introducir los papelitos en él. Debido a que las moléculas de agua caliente que están próximas a la fuente de calor, tienen menor densidad que las alejadas, se producen corrientes de convección, las cuales posibilitan una rápida distribución de los papelitos en el recipiente. Esto explica que el fenómeno de coloración se produzca más rápidamente*

Durante el inicio de la discusión de otro de los grupos pudo apreciarse que sus integrantes no parecían compartir una misma idea acerca de lo que se entiende, por “utilizar un modelo para interpretar” un determinado fenómeno.

Doc 1: ¿un dibujo o una palabra tiene que ser?

Doc2: dice utilice un modelo

Doc3: lo más sencillo es tomar un vaso con agua y agregarle unas gotas de colorante y hacer lo mismo con agua caliente y agua hirviendo. Eso es lo más sencillo.

Doc1: pero modelizar sería explicarlo. Armar algo que no sea real, eso que vos decís es la realidad, no podés hacerlo. Algo que se pueda ver eso representado. Un dibujo. No puede ser tan fácil, tiene que ser más complicado..

Parecen coexistir en este grupo dos significados: *un modelo es una forma de mostrar experimentalmente lo que ocurre y un modelo es algo no real que representa la “realidad”*. Luego, cuando requieren del docente a cargo de la actividad (Doc), una aclaración de qué es lo que se está pidiendo, reorientan la discusión aceptando parcialmente

que deben interpretar usando un modelo teórico. Comienzan entonces a utilizar, algunas entidades³ (Ogborn, 1996) del modelo de materia, por ejemplo *molécula* pero vuelven a hablar en términos empíricos cuando deciden sobre la segunda parte de la cuestión.

Doc1: el agua es materia en estado líquido compuesta por moléculas. Al echarle el colorante (este también es materia en estado líquido) se van mezclando las moléculas. Por eso el agua queda totalmente coloreada. Ese es un modelo.

Doc. 3: en realidad el colorante es agua con un pigmento... o puede ser un pigmento solo. En ese caso se disuelve.

Doc2: pensá cuando hacés un té. Poné un saquito de té con agua de la heladera, no se te hace. Cuando más caliente mejor.

Doc4: ¿por qué calentamos el agua para hacer el té? Eso sería un modelo, por qué se produce ese fenómeno.

Un tercer grupo elabora la explicación a la situación planteada, presentando algunas entidades que forman parte del modelo teórico de materia científicamente aceptado, relacionadas significativamente con los fenómenos cotidianos presentados

Respuesta dada por los docentes del grupo 5 a la cuestión planteada.



El agua está formada por pequeñas partículas, entre las cuales hay espacios vacíos; la tinta también, por lo tanto al cabo de un tiempo, las partículas de la tinta "ocupan" esos espacios. Esto ocurre porque todas ellas están en movimiento (partículas de agua y de tinta).

Con calor: el calor es energía que acelera el movimiento de las partículas, por eso se mezclan más rápido.

Observación: este modelo no nos sirve para explicar porque algunas sustancias no se disuelven en agua.

³ Las entidades son constructos que sólo tienen sentido en el marco de las Ciencias, y al no ser intuitivas el

En esta explicación las entidades que utilizan los docentes *son las partículas moviéndose continuamente con espacios vacíos*, y hacen referencia a una entidad externa al sistema:
calor.

DISCUSIÓN E IMPLICACIONES.

El significado de *interpretar un hecho utilizando un modelo*, no es el mismo para todos los docentes. Algunos parecen considerar que lo que deben hacer es mostrar experimentalmente “lo que ocurre”, en lugar de usar un modelo para interpretarlo.

Esto podría relacionarse, desde el punto de vista epistemológico, a que existe una tendencia a pensar realista en nuestra cultura, aún entre los científicos, muy frecuente y difícil de modificar, según la cual *la función de la ciencia es descubrir la estructura y el funcionamiento de la naturaleza, en vez de construir modelos para interpretarla* (Pozo, 1998). De hecho, entre los docentes del grupo de trabajo que se desempeñan en los niveles más básicos de instrucción (1° a 4° año de EGB), dan explicaciones causales asociadas al contexto cotidiano a la vez que interpretan que lo que se les pide es encontrar la mejor manera de presentar a los alumnos el fenómeno (experimentos o modelos “físicos”), de “explicarles lo que ocurre” y no explicar utilizando un modelo que permita interpretar el hecho.

Por otra parte, entre los docentes de 5° a 9° año de EGB, un grupo trata de describir un sistema análogo al del fenómeno en cuestión, otro propone realizar experimentalmente el fenómeno que se les presenta descrito en la actividad, otro utiliza el modelo teórico sólo para explicar la primera parte de la actividad y un único grupo explica científicamente el fenómeno. Esta variedad de explicaciones puede deberse a que términos como “*explicar*”, “*justificar*”, tienen un campo semántico amplio en el lenguaje ordinario. Además cuando se solicitan *justificaciones o argumentaciones, o explicaciones* se suele entender *descripción* (Jorba, J; 1996). En Ciencias son los modelos teóricos los que permiten interpretar los hechos, explicar los fenómenos y razonar a partir de los experimentos (Solsona Payró, 2000).

Estas conclusiones, resultan muy importantes para el trabajo de formación docente en Ciencias que se realiza en el GODCE. Nos permiten pensar en cómo ayudar a los docentes a enfrentar sus propias dificultades y las de sus alumnos en relación con la explicación científica y la aceptación y uso del modelo discontinuo de materia. Este es uno de los aspectos de la enseñanza de las ciencias que consideramos importante potenciar para apuntar a una enseñanza de las ciencias que sea ya, desde los primeros niveles de instrucción, algo más que una mera descripción de hechos.

alumno debe aprenderlas. Todas ellas constituyen fragmentos nuevos de significados

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Benarroch Benarroch , A.; (2000). *El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia*, Enseñanza de las Ciencias, 18(2), pp. 235-246.

García Rodeja, E. y otros (1987). Proyecto AcAb. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Santiago de Compostela. España

Jimenez Aleixandre, M. P.(1998), *Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias*. Ens. De las Ciencias 16 (2), pp. 203-216.

Orgborn, Jon; Kress, Gunther ; Martins, Isabel, y McGillicuddy, Kieran. (1996). *Formas de explicar. La enseñanza de las Ciencias en secundaria*. Edit. Aula XXI Santillana.

Pozo, J.I.; Gómez Crespo, M.A. (1998); *Aprender y enseñar ciencia*. Edit. Morata.

Rocha, A. y colaboradores. (2000), *Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias. Un compromiso compartido*. Consejo editorial de la U.N.C.P.B.A.

Sevilla Segura, C. (1994). *Los procedimientos en el aprendizaje de la Física*. Enseñanza de las Ciencias 12 (3), pp.400-405.

Solsona Pairó, N; Izquierdo Aymerich, Mercé y Gutiérrez, R. (2000). *El uso de razonamientos causales en relación con la significatividad de los modelos teóricos*, Enseñanza de las Ciencias , 18(1), pp. 25-23

Para reflexionar

¿MOTIVAMOS LOS DOCENTES DE CIENCIAS NATURALES?

Diana D.Margara, Jorge S. de Ondarra, Raúl E. Chernikoff.

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria - U.N.Cuyo
San Martín 358 - San Rafael -Mza. - dmargara@fcai.uncu.edu.ar

INTRODUCCIÓN

La investigación psicológica ha demostrado la importancia de la motivación en el aprendizaje, llegando a establecer que sin motivación no hay aprendizaje escolar (Pozo y Gómez Crespo, 1998). Los mismos autores señalan que el tema de la motivación requiere avanzar desde la concepción docente que suele interpretar las dificultades de aprendizaje por falta de motivación, como si se tratase de una responsabilidad sólo del alumno debido a la falta de interés por el conocimiento, por el esfuerzo intelectual o la educación en general, a una posición en la que se comprenda que la falta de motivación también es consecuencia de la educación que recibe, de cómo se le enseña.

Frente a una tarea determinada es posible observar alumnos con más o menos motivación, como si dependiese de una característica interna de la persona, lo que no es estrictamente cierto ya que todas las personas tienen un potencial motivador (Carretero, 1993). En realidad de lo que se trata es que están motivados para cosas diferentes y en direcciones distintas a las que pretende el profesor. En tal sentido Claxton (1987) dice que motivar es cambiar las prioridades de una persona, sus actitudes frente al aprendizaje. Dado que el docente no sólo debe proporcionar conocimientos y consolidar resultados, sino también fomentar los procesos mediante los cuales se alcanzan tales propósitos (Pozo, 1993), adquieren una importancia relevante las estrategias de aprendizaje utilizadas en la práctica docente, a través de las cuales se concreta la interacción profesor-alumno en el aula. Desde la posición de Martín Díaz y Kempa (1991), los méritos motivantes de una estrategia particular no son función intrínseca de la misma, sino que se deben tener en cuenta las características individuales de los alumnos. Las mejores estrategias didácticas carecen de efectividad si los alumnos no están motivados por ellas.

Adar (1969) estudiando los diferentes motivos o necesidades que conducen a los alumnos en su aprendizaje identifica cuatro tipos de necesidades en ellos: necesidad de obtener éxito, necesidad de satisfacer la propia curiosidad, necesidad de cumplir las obligaciones y necesidad de relacionarse con los demás. A partir de estos estudios introduce el concepto de "modelo motivacional", en base al cual los alumnos se clasifican en buscadores de éxito, alumnos curiosos, alumnos concienzudos y alumnos sociables, según el predominio de uno de estos motivos. Los perfiles que permiten identificar a cada uno de ellos se consignan en el Anexo I. Una investigación llevada a cabo por los autores antes mencionados (Martín Díaz y Kempa) intenta darle validez empírica a la existencia de una

correlación entre los distintos "modelos motivacionales" y la asignación de preferencias por diferentes estrategias de enseñanza de las ciencias.

Nuestro trabajo trata de responder a una búsqueda de parámetros instruccionales que colaboren en la mejora de los métodos de enseñanza aprendizaje utilizados por los docentes de ciencias en el aula. Esta presentación refleja la etapa de conocimiento de cuál es la concepción docente sobre el tema "motivación".

CONCEPCIÓN DOCENTE DE LA MOTIVACIÓN

Nuestro trabajo se dirigió en primera instancia a indagar la concepción docente acerca de la motivación y tratar de determinar en qué medida conocían las variables sobre las que podían actuar a fin de incentivar este aspecto. Realizamos un análisis de la visión de los docentes de Ciencias Naturales acerca del uso de estrategias de motivación en sus clases, las características de las mismas, las razones que los llevan a elegir una u otra estrategia y sus preferencias. Se trabajó con un protocolo orientador de modo que en el curso de una conversación abierta, la misma se canalizara hacia los temas sobre los cuales se quería recabar información. Se entrevistaron dos docentes de física, cuatro de química, tres de Física y Química y dos de biología. En la entrevista se formularon las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Cree que la tarea docente se facilita cuando los alumnos están motivados?
- 2.- ¿Qué aspectos o actividades cree que motivan a los alumnos?
- 3.- ¿Considera que es importante conocer en profundidad la asignatura para lograr motivar positivamente a los alumnos?
- 4.- En cuanto a la producción en el aula, ¿qué estrategias motivadoras utiliza para alcanzar mayores logros?
- 5.- ¿Qué importancia le da, en esta tarea, a la preparación de un material didáctico?
- 6.- a) ¿Cree que los alumnos tienen distintas características motivacionales?
(en caso afirmativo se incluía 6-b).
b) ¿Tiene en cuenta esto al momento de preparar las distintas estrategias didácticas?
- 7.- Cuando planifica el desarrollo de las unidades de aprendizaje ¿piensa en las estrategias motivadoras que va a usar o utiliza como tales las inquietudes que surjan de la actividad en el aula?
- 8.- ¿Utiliza alguna estrategia motivadora para cambiar la concepción de los alumnos respecto de la evaluación?

ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS

Se exponen los aspectos relevantes que se rescataron a través de las respuestas de los docentes.

Existe unanimidad en asignar mucha importancia a la motivación en el proceso de aprendizaje, con una convicción mas o menos generalizada que se trata de un requisito previo con el que debe contar el alumno para iniciar un objeto de estudio. En ningún caso se habla de una relación reflexiva entre motivación y aprendizaje, en expresión de J. Ignacio Pozo (1998): *sin motivación no hay aprendizaje y sin aprendizaje tampoco hay motivación; la motivación no sólo es causa, sino también consecuencia.*

En dos respuestas se considera la motivación como premisa para hacer significativo el aprendizaje:

- Σ *"Sí, muchísimo; el alumno tiene que estar motivado para poder poner calidad y ... hacer significativo su aprendizaje".*
- Σ *"Sí, desde ya que sí, si los alumnos están motivados el aprendizaje comienza a ser significativo"*

Cuando se trata de rescatar las actividades o aspectos que el docente percibe como motivadores para los alumnos en general, o que difieren con los alumnos, las respuestas apuntan en términos generales a dar importancia al recurso o estrategia en sí, al mencionar: recortes periodísticos, videos, noticias, propagandas televisivas, textos, aula-taller, salidas, el laboratorio, investigaciones extraescolares, investigación individual con guía, etc. Es importante destacar que algunos entrevistados rescatan en esta exposición varios de los parámetros de la actividad escolar, controlables por el docente, que facilitan la aparición de la motivación por el aprendizaje, según lo que muestran los resultados de investigaciones sobre el tema (Ames, 1992; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Huertas, 1997). De ellos mencionamos:

- Proposición de tareas que impliquen un reto moderado, a través de propuestas asequibles, de dificultad intermedia.
 - Σ *"...tareas accesibles que ellos ven que son capaces de hacerlas.."*
- Conseguir mantener el mayor interés por la tarea activando los conocimientos previos:
 - Σ *"Generalmente partir desde la práctica, desde los conocimientos previos, desde lo que el alumno maneja,..."*
 - Σ *"...actividades para rescatar ideas previas..."*
- Captando la atención y la curiosidad por el contenido del tema a través de información nueva, atrayente, incierta:
 - Σ *"...videos, recortes periodísticos, noticias, propagandas televisivas, salidas,"*
- Estructurando la clase en forma multidimensional, proponiendo varias tareas diferentes con un mismo objetivo:
 - Σ *"Por ejemplo el hecho de ir al laboratorio, o de hacer un trabajo en aula tipo aula-taller, o ver un video, matizar las clases, eso hace que la motivación sea más continua..."*

- Dar oportunidad para desarrollar la responsabilidad e independencia:
 - Σ *"...hacer un trabajo tipo aula-taller, ..."*
 - Σ *"El aula-taller es uno de los instrumentos que debemos utilizar como docentes, o sea se acabó el alumno receptivo que ve la nuca del compañero, sino tener una mesa de trabajo donde se discuta, se hagan trabajos y donde se llegue a una puesta en común."*
- Señalar las relaciones de los contenidos con su experiencia o con su vida:
 - Σ *"...relacionar el tema con lo cotidiano, con lo cercano al alumno."*
 - Σ *"Actividades que se puedan enganchar con algunos temas que ellos conocen y relacionarlo con la materia."*
 - Σ *"...fundamentalmente la relación que ven que hay entre el aula y la realidad que ellos tienen."*

Es de destacar la expresión de un docente que implícitamente reconoce la existencia de distintas características motivacionales en los alumnos a partir de las cuales puede actuar el docente, al aludir: *"... puede ser por intereses personales que uno rescate, también se puede generar [la motivación], así es que puede venir dada por muchos factores."*

Un docente expresa *"...fundamentalmente la familia, el tener un proyecto de futuro. Si el alumno no viene motivado de la casa, ... uno es un humilde profesor"*, considerando la motivación como un aspecto que depende del contexto familiar y sobre el que el profesor no tiene posibilidad de accionar.

Existe acuerdo total en la necesidad del conocimiento profundo de los temas como requisito previo para poder motivar, más precisamente según distintas apreciaciones de los docentes para *poder desarrollar adecuados procesos de aprendizaje, adecuarlos a los conocimientos previos de los alumnos o relacionarlos con aplicaciones, con el contexto, con las informaciones, con la vida, con la noticia del día, con otras disciplinas, con lo cotidiano.*

En dos casos se hace la salvedad que el conocimiento de la disciplina es condición indispensable pero no única:

- Σ *"...porque a veces podés conocer muy bien la materia, dar excelentes definiciones y no lográs acercarte a ellos."*
- Σ *"Sí, pero no hace. Yo creo que es una obligación del docente... de ahí en más no creo que sirva para la motivación. ...yo puedo saber mucho de cinemática pero si no sé llegar, no sé volcar o bajarlo al nivel de los alumnos, no sirve de nada."*

Dado que la selección de estrategias didácticas representa un paso importante del diseño curricular, entendiéndose por tales a "los métodos utilizados en el aula para lograr que los alumnos alcancen ciertos conocimientos y habilidades" (Martín Díaz y Kempa, 1991), y coincidiendo con la posición sostenida por estos investigadores en cuanto a que las características individuales de los alumnos se deben tener en cuenta si realmente deseamos mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje, se consultó cuáles eran las estrategias motivadoras utilizadas por los docentes para alcanzar mayores logros. Dos de las respuestas revelan la adecuación a las características de los alumnos:

- Σ *"Utilizo ... algún diagnóstico como para ver previamente qué es lo que realmente al alumno le interesa para poder motivar. ..."*
- Σ *" ... depende del grupo ..."*

En otros casos se manifiesta expresamente la utilización de la motivación extrínseca, al utilizar como estrategia el premio o castigo:

- Σ *"La nota..."*
- Σ *"El que termina tiene excelente. .."*

Al indagar respecto a las estrategias motivadoras utilizadas para alcanzar mayores logros, en general se reiteran las respuestas dadas a la segunda pregunta: aspectos o actividades que motivan a los alumnos, en aparente atención a las preferencias de los mismos, en tanto aquí se pretendía recabar las estrategias utilizadas por los docentes para ver si guardaban consonancia con las indicadas anteriormente. En esta oportunidad se mencionaron nuevamente varios recursos: trabajo en grupo, material bibliográfico, revistas de interés, videos, experiencias concretas, material de lectura cercano al alumno, planteo de situaciones problemáticas, laboratorio, recortes periodísticos, interrelación con otras disciplinas, estadísticas con gráficos, problemas breves o fragmentación de los mismos, aula-taller, lo que les afecta personalmente de interés para su vida, conexión teoría - realidad.

Respecto a la importancia que los docentes dan a la preparación del material didáctico, casi el 100% de los encuestados le asigna una importancia fundamental.

Todos los docentes reconocen la existencia de distintas características motivacionales, pero existen diferencias en la concepción de las mismas. Tres las interpretan como preferencia por distintas disciplinas, dos aluden a la rapidez/lentitud de los procesos de aprendizaje y en algunos casos a la plataforma previa de conocimientos aduciendo como causa la influencia del contexto familiar, contexto social o acceso a la tecnología. Se debe destacar que dos respuestas vinculan las características motivacionales con las preferencias por distintas estrategias didácticas, en concordancia con lo que sostienen Martín Díaz y Kempa (1991).

En cuanto a la preparación de estrategias por los docentes atendiendo a las distintas características motivacionales de los alumnos, tres manifiestan la dificultad que esto representa cuando se trabaja con grupos de 35-40 alumnos. En general lo hacen atendiendo a la mayoría, y en algún caso con actividades complementarias para otros. Algunos docentes expresan la necesidad de variabilidad de estrategias a fin de atender a las distintas características motivacionales.

Cuando indagamos si en la planificación del desarrollo de las unidades de aprendizaje preveían las estrategias motivadoras que iban a usar, o utilizaban como tales las inquietudes que surgían de la actividad áulica, casi el total de los docentes respondieron que efectuaban una planificación básica, en algunos casos sobre la base de un diagnóstico (27%), pero daban la suficiente flexibilidad para atender las inquietudes de los alumnos con cierta moderación, controlando el curso de la clase de acuerdo a los objetivos, a fin de no alejarse

de las metas planteadas. Sólo en un caso la respuesta es: "*Lo que vaya surgiendo en el aula, ...*", reconociendo que puede desvirtuarse la clase, pero tratando luego de establecer relaciones con el tema propuesto.

La utilización de estrategias para cambiar la concepción de los alumnos respecto a la evaluación tiene pocas propuestas en los docentes entrevistados. Todos manifiestan la dificultad que este aspecto representa por cuanto siempre conlleva un estado de tensión no deseado. Algunos tratan de dar mucho peso a la evaluación de proceso, generalmente grupal, como modo de entrenamiento, otro efectúa ensayos previos en forma oral, otro llama "simulacro de evaluación" a la presentación de evaluaciones con formato similar al que se utilizará definitivamente; actúan tratando de crear ambientes más relajados. Tres lo abordan manifestando la concordancia o desacuerdo con las nuevas modalidades de evaluación, sin centrarse específicamente en la pregunta. De hecho aparece como un tema conflictivo, y podríamos decir no resuelto.

CONCLUSIONES

Como apreciación global podemos afirmar que si bien existe en los docentes la concepción de que la motivación depende de características internas del alumno, determinadas por factores varios, entre los que identifican algunos como contexto familiar, ambiente social, entorno cultural, etc., creemos importante destacar la manifiesta posición de búsqueda en los entrevistados de factores que colaboren con una mejora de la enseñanza aprendizaje.

Es cierto que existe una brecha significativa entre atender los intereses particulares de los alumnos y seleccionar estrategias didácticas que permitan concretar los objetivos de aprendizaje de acuerdo a las "características motivacionales" de los alumnos, pero entendemos que los intentos de los docentes hacia la optimización es un paso importante que da sustento firme a la posibilidad de transferir con éxito a la tarea áulica los resultados de la investigación educativa. Esta necesidad nos compromete a acercarnos a nuestros profesores algunos de los estudios y hallazgos más recientes en orden a la motivación a fin de colaborar en las aplicaciones educacionales de los mismos, tanto desde el proceso de aprendizaje como desde la organización de la enseñanza.

Somos conscientes que en la realidad se deben enfrentar clases con elevado número de alumnos, circunstancia que limita las posibilidades de atender las características individuales, sin embargo consideramos que podríamos lograr importantes mejoras si tenemos presentes las mismas a la hora de seleccionar las estrategias didácticas y trabajar con un amplio espectro de las mismas que permitan tal propósito.

Es importante señalar que para un mismo objetivo se puede adoptar distintas estrategias, esto es, plantearse por ejemplo como situación problemática a resolver con respaldo bibliográfico para los curiosos o sociables, como una tarea estructurada con pautas claras para el caso de los concienzudos o como un juego con asignación de puntaje para aquellos buscadores de éxito. Además quienes guardan cierta indiferencia por el aprendizaje, creemos que pueden sentirse estimulados por las características de algunas de

las tareas propuestas, con lo cual estaríamos *cambiando su actitud frente al aprendizaje* (Claxton, 1987).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carretero, M.** (1993). *Constructivismo y educación*. Aique, Buenos Aires.
- Claxton, G.** (1987). *Vivir y aprender*. Alianza, Madrid.
- Huertas, J.A.** (1997). *Motivación. Querer Aprender*. Aique, Buenos Aires.
- Martín Díaz, M.J. y Kempa, R.F.** (1991). Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de la enseñanza de las ciencias en función de sus características motivacionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 59-68.
- Pozo, J.I.** (1993). *Estrategias de aprendizaje. Desarrollo psicológico y educación II*, en compilación de Coll, C., et al. Alianza Psicológica, España.
- Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A.** (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Morata, Madrid.

ANEXO I: “MODELOS MOTIVACIONALES”

Estilos de alumnos en función de su motivación hacia las ciencias (Bacas y Martín Díaz, en: Pozo y Gómez Crespo, 1998)

Alumno curioso

- Gran interés en aprender nuevos sucesos o fenómenos científicos, incluso sobre aquellos que no aparecen en los libros de texto
- Inclinación a examinar, explorar y manipular la información
- Obtiene satisfacción como consecuencia de esta exploración y manipulación
- Busca la complejidad en las actividades escolares
 - *Prefiere: Seguir su propia iniciativa, investigar, descubrir, trabajo práctico, usar libros de referencia.*
 - *Rechaza: La enseñanza tradicional y las instrucciones claras y precisas*

Alumno concienzudo

- Deseo de hacer aquello que está bien y evitar lo que está mal. Siente obligación en las actividades escolares
- Incapacidad para saber cuándo ha cumplido perfectamente con sus obligaciones
- Necesidad de soporte exterior (alabanzas y afirmaciones del profesor)
- Desarrollo de sentimiento de culpabilidad ante cualquier incapacidad
- Falta de confianza en sí mismo intolerancia ante los errores cometidos
 - *Prefiere: Instrucciones claras y precisas, enseñanza tradicional, evaluación por parte del profesor, etc.*
 - *Rechaza: Usar libro de referencia*

Alumno sociable

- Necesidad de conseguir y mantener buenas relaciones de amistad con los compañeros
- Muy buena disposición a ayudar a los compañeros en todas las actividades escolares
- No teme “fallar” en situaciones escolares orientadas hacia el éxito académico
- Concesión de mayor importancia a las relaciones de amistad que a las actividades y a los factores escolares.
 - *Prefiere: Seguir su iniciativa, enseñanza por descubrimiento, trabajo práctico y en grupos pequeños*
 - *Rechaza: Enseñanza tradicional, la evaluación, el trabajo individual*

Alumno buscador de éxito

- Prefiere las situaciones competitivas
- Necesita tener éxito en dichas situaciones
- Necesidad de conseguir estima y prestigio del profesor y de los compañeros como consecuencia de sus victorias
 - *Prefiere: La enseñanza por descubrimiento y seguir su propia iniciativa*
 - *Rechaza: El trabajo grupal*

Ideas para el aula

MÁS SOBRE EL USO DE LA HOJA DE CÁLCULO (EXCEL) EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: APLICACIONES EN TERMODINÁMICA

Andrés Raviolo

Universidad Nacional del Comahue. Quintral 1250. Bariloche. 8400. Río Negro.
araviolo@bariloche.com.ar

HACIA UNA TIPOLOGÍA DE ACTIVIDADES CON LA HOJA DE CÁLCULO

En dos artículos anteriores se definieron y ejemplificaron cinco tipos de actividades para enseñar y aprender química con una hoja de cálculo como el Excel (Raviolo, 1999 y 2000). Estas actividades mostraron procedimientos para enfrentar problemas de química en un sentido amplio. En dichos artículos se intentó desarrollar una tipología de actividades que constituyeran un puente entre el contenido químico en particular y el conocimiento operativo de informática, es decir, un nexo para transferir actividades de aprendizaje de la química a la hoja de cálculo. Esta tipología es aplicable también a otras ciencias experimentales y factible de abordar con alumnos de distintos niveles educativos.

Las actividades fueron definidas como: (1) construcción de pequeños programas (que al introducir datos de entrada realicen automáticamente una serie de operaciones y den resultados de salida); (2) selección de información realizando un adecuado control de variables; (3) inferir una ley a partir de realizar distintas pruebas combinando las distintas variables involucradas, en búsqueda de la obtención de una ecuación o expresión matemática de la ley; (4) obtención de información de gráficos y de las opciones de gráficos del programa (como de la ecuación de la curva) y (5) creación de métodos de generación de valores de entrada para lograr un determinado propósito. Los temas con que se ejemplificaron estas actividades fueron: gases, soluciones y equilibrio químico.

En esta oportunidad, con temas de termodinámica y termoquímica, se profundizará la utilización de las actividades anteriores y se ampliará la tipología con la definición y aplicación de un sexto tipo de actividad. También se continuará extendiendo el conocimiento de las múltiples herramientas del programa como, por ejemplo, el uso de la función lógica SI.

Estas actividades fueron puestas a prueba con estudiantes universitarios de química general, que mostraron gran interés y entusiasmo al trabajarlas. Esta instancia de enseñanza permitió confirmar su valor didáctico y mejorarlas en el marco de un proceso de investigación acción.

Se inicia con dos ejemplos de actividades ya definidas con anterioridad para posteriormente continuar con la presentación del nuevo tipo de actividad.

Calentamiento de una sustancia

Problema: Se han realizado 10 experimentos de calentamiento de distintas muestras de agua líquida a presión constante (presión atmosférica). Los resultados se muestran en la tabla de abajo. A partir de estos datos encontrar si existe alguna relación entre las siguientes variables: la cantidad de sustancia (n), el calor suministrado a presión constante (q_p) y el aumento de la temperatura absoluta (ΔT) observado.

experimento	n (mol)	q_p (J)	t inicial (°C)	t final (°C)
1	2	3008	20	40
2	3	7670,4	34	68
3	5	1880	10	15
4	1	752	80	90
5	2	2406,4	2	18
6	10	22560	20	50
7	15	28200	25	50
8	8	12633,6	22	43
9	6	6316,8	30	44
10	1	75,2	25	26

Se trata de un problema donde los estudiantes tienen que “inferir una ley a partir de realizar distintas pruebas combinando las distintas variables involucradas, en búsqueda de la obtención de una ecuación o expresión matemática de la misma”. Arriban a la conclusión que el cociente entre $q_p/n \cdot \Delta T$ es una constante igual a $75,2 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$, que recibe el nombre de capacidad calorífica molar a presión constante (C_p).

Pileta climatizada

El siguiente problema aplica la ecuación hallada en la actividad anterior y consiste en la construcción de un pequeño programa (que al introducir datos de entrada realice automáticamente una serie de operaciones y obtenga resultados de salida).

Problema: Supongamos que trabaja para una empresa de sistemas de calefacción y quiere construir un programa que calcule el costo de calentar el agua de piletas de natación. De forma tal que, introduciendo las medidas de la pileta, la temperatura inicial, la temperatura deseada, y el costo del gas natural, se obtenga el costo en pesos.

Si se presenta como un problema abierto los estudiantes tendrán que buscar la información afín para resolverlo, aunque esto le agrega otra dificultad además del desafío que constituye el uso de la computadora. Por ello, se puede brindar la siguiente información: de las facturas de gas vemos que cada metro cúbico de gas entrega 9300 kcal y que su costo es aproximadamente de 0,20 \$ por metro cúbico (sin contar montos fijos e impuestos). Una caloría equivale a 4,18 J. También suponemos que el 25% del calor suministrado se pierde al ambiente.

Una posible solución a esta actividad es el programa que se presenta abajo, que calcula el costo de calentar el agua de una pileta cuyas medidas son 5 m, 12 m y 2 m de profundidad, desde 10 a 20 °C.

	A	B	C
1	ancho	5	m
2	largo	12	m
3	profundidad	2	m
4	Volumen	120	m ³
5	ti	10	°C
6	tf	20	°C
7	ΔT	10	K
8	δH ₂ O	1000	kg/m ³
9	mH ₂ O	120000	kg
10	masa molar	0,018	kg/mol
11	n	6,67E+06	moles
12	C _p H ₂ O(l)	75,2	J/K.mol
13	q _p	5,01E+09	J
14	Pérdidas	25	%
15	E total	6,27E+09	J
16	E total	6,27E+06	kJ
17	l kcal	4,18	kJ
18	E total	1,50E+06	kcal
19	E gas	9300	kcal/m ³
20	Vgas	161,2	m ³
21	Costo m ³	0,20	\$
22	Costo total	32,2	\$

Operaciones:

Celda B4: = B1*B2*B3

Celda B7: =B6-B5

Celda B9: =B4*B8

Celda B11: =B9/B10

Celda B13: =B11*B12*B7

Celda B15: =(B13*B14/100)+B13

Celda B16: =B15/1000

Celda B18: =B16/B17

Celda B20: =B18/B19

Celda B22: B20*B21

Si se cambian las dimensiones de la pileta o la temperatura final deseada del agua, el programa actualiza inmediatamente el costo.

El formato:

Magnitud	valor	unidad
----------	-------	--------

además de permitir que se haga referencia al valor en operaciones posteriores, también ayuda a que los estudiantes tengan en cuenta las unidades y no cometan errores relacionadas con ellas.

En este tipo de actividad los estudiantes tienen que organizar la secuencia de pasos, de datos y cálculos, de forma tal que estén encadenadas las operaciones y que sea clara la lectura por otra persona (desarrollo de habilidades de comunicación).

UN NUEVO TIPO DE ACTIVIDAD CON LA HOJA DE CÁLCULO

Como se mencionó arriba, en esta oportunidad se amplía la tipología de actividades con la definición de un nuevo tipo:

VI. Construcción de un pequeño programa que utilice en forma sistemática los datos presentados en una tabla.

Consiste en transformar una tabla en una hoja o programa que calcule automáticamente el resultado buscado de la aplicación de una fórmula. Esta fórmula requiere los datos presentados en la tabla. A continuación se ejemplifica la construcción de estas “tablas-programas” con cuestiones de termoquímica.

Termoquímica: uso de las energías de enlace promedio

El cambio de energía o entalpía de una reacción se puede determinar midiendo en un calorímetro el calor absorbido o liberado a presión constante. Generalmente es posible predecir la entalpía de reacción en forma aproximada a partir de las energías de enlace promedio. Dado que en un cambio químico se rompen enlaces y se forman otros, es posible determinar la entalpía de una reacción en fase gaseosa a partir de la siguiente ecuación:

$$\Delta H^\circ = \Sigma E. \text{ enlace(reactivos)} - \Sigma E. \text{ enlace(productos)}^1$$

Teniendo en cuenta que la rotura de los enlaces de los reactivos requiere energía y que la formación de los enlaces de los productos libera energía, la entalpía de la reacción es igual a la energía total proporcionada menos la energía total liberada. Aunque, es frecuente que los estudiantes afirmen incorrectamente que cuando los enlaces se rompen ceden energía. La siguiente actividad, adaptada de Brosnan (1990), permite confrontar esta concepción alternativa.

Problema: Construye una “tabla-programa” que permita calcular las entalpías de reacción a partir de las energías de enlace (entalpías molares de enlace) presentadas en una tabla como la siguiente.

Enlaces	Energía enlace (kJ/mol)
C-C	347
C=C	612
C-H	413
C-O	358
C=O	805
O=O	498
O-H	464

¹ Los signos delta y sumatoria se logran escribiendo D y S, marcándolas y seleccionando como fuente Symbol

Una posible solución, para una reacción de combustión, es la siguiente:



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Compuesto				Masa			
	:	CH₄			molar:	16		
2								
3	Enlaces	Nº	Energía enlace	Energía	Enlaces	Nº	Energía enlace	Energía
4	rotos		kJ/mol	requerida	formados		kJ/mol	cedida
5	C-C		347	0	C-C		347	0
6	C=C		612	0	C=C		612	0
7	C-H	4	413	1652	C-H		413	0
8	C-O		358	0	C-O		358	0
9	C=O		805	0	C=O	2	805	1610
10	O=O	2	498	996	O=O		498	0
11	O-H		464	0	O-H	4	464	1856
12								
13			Total energía				Total energía	
14			requerida	2648			cedida	3466
15			kJ/mol				kJ/mol	
16								
17			Cambio total de energía	o entalpía reacción	-818	kJ/mol		
18					-51,125	kJ/g		

Operaciones:

Celda D5: =B5*C5 y se replica hasta el final de la tabla.

Celda D14: =SUMA(D5:D11)

Celda H5: =F5*G5 y se replica hasta el final de la tabla

Celda H14: =SUMA(H5:H11)

Celda E17: =D14-H14

Celda E18: =E17/F1

En esta tabla-programa sólo hay que incluir, para los enlaces involucrados, el número de enlaces que se rompen y que se forman y el programa halla automáticamente la variación de entalpía estándar.

La tabla de energías de enlace se puede ampliar de forma tal que incluya los enlaces que participan en las reacciones químicas presentadas. Por ejemplo los estudiantes pueden construir un cuadro donde comparar los calores de combustión del metano, etano, propano y butano, determinados con este método.

Otro ejemplo: uso de las entalpías de formación

Una forma más precisa de hallar la entalpía de reacción es a partir de las entalpías estándar de formación (ΔH_f°), que se definen como el cambio de energía que se produce cuando se forma un mol de un compuesto a partir de sus elementos a una presión de 1 atm. Estas entalpías de formación se encuentran tabuladas a 25°C y, por convención, se asigna el valor cero a las entalpías estándar de formación de los elementos en su forma más estable

Las entalpías estándar de formación permiten calcular la entalpía o energía estándar de reacción: $\Delta H_r^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ(\text{productos}) - \sum m \Delta H_f^\circ(\text{reactivos})$

Siendo n y m los coeficientes estequiométricos de productos y reactivos respectivamente.

Problema: Transforma la siguiente tabla en una "tabla- programa" que calcule automáticamente la variación de entalpía estándar de una reacción química determinada a partir de las entalpías estándar de formación de los reactivos y productos involucrados. Y utilizando la función "SI" haz que el programa indique si la reacción es exotérmica o endotérmica.

Sustancia	$\Delta H_f^\circ(\text{kJ/mol})$	Sustancia	$\Delta H_f^\circ(\text{kJ/mol})$
C(grafito)	0	NO(g)	90,4
C(diamante)	1,9	NO ₂ (g)	33,85
CH ₄ (g)	-74,85	N ₂ O ₄ (g)	9,66
C ₃ H ₈ (l)	-103,8	N ₂ O(g)	81,56
C ₂ H ₂ (g)	226,6	O(g)	249,4
C ₂ H ₄ (g)	52,3	O ₂ (g)	0
CO(g)	-110,5	O ₃ (g)	142,2
CO ₂ (g)	-393,5	H ₂ (g)	0
Ca(s)	0	H ₂ O(g)	-241,8
CaO(s)	-635,6	H ₂ O(l)	-285,8
CaCO ₃ (s)	-1206,9	NH ₃ (g)	-46,3

Determina, por ejemplo, el calor de descomposición de la siguiente reacción:



Un fragmento de una posible tabla-programa resultante es:

	A	B	C	D	E	F
25	Sustancia	m	n	$\Delta H_f^\circ(\text{kJ/mol})$	m. $\Delta H_f^\circ(\text{kJ/mol})$	n. $\Delta H_f^\circ(\text{kJ/mol})$
26
27	CO(g)			-110,5		
28	CO ₂ (g)		1	-393,5		-393,5
29	Ca(s)			0		
30	CaO(s)		1	-635,6		-635,6
31	CaCO ₃ (s)	1		-1206,9	-1206,9	
32
33					$\square m \square H_f^\circ(r)$	$\square n \square H_f^\circ(p)$
34					-1206,9	-1029,1
35						
36				$\square H_f^\circ =$	177,8	kJ/mol
37					endotérmica	

Operaciones:

Celda E27: =B27*D27 y replicar hacia abajo hasta el final de la tabla

Celda F27: =C27*D27 y replicar hacia abajo hasta el final de la tabla

Celda E34: =SUMA(E27:E31)

Celda F34: =SUMA(F27:F31)

Celda E36: =F34-E34

Celda E37: =SI(E36<0;"exotérmica";"endotérmica")

Los estudiantes pueden hallar también los calores de combustión de los alcanos y comparar sus valores con los determinados a partir de las energías de enlace promedio. Además, tablas-programas similares se pueden realizar para la variación de entropía estándar de una reacción y para la variación de energía libre estándar. Y, como complemento, una vez determinada la ΔG° , los alumnos pueden construir un pequeño programa (tipo de actividad 1) en donde pueden incorporar las cantidades presentes de reactivos y productos en un momento de la reacción, a T y P constantes y hallar la variación de energía libre ΔG , a través de la fórmula $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$. Siendo Q el cociente de reacción. Por último, con la función lógica SI, puede hacerse explícito si la reacción directa es espontánea o no, o si está en equilibrio. Por ejemplo, si en la celda C10 se obtiene el resultado de ΔG de la reacción, nos ubicamos en la celda que queremos que figure el resultado y escribimos:

=SI(C10=0;"equilibrio";SI(C10<0;"espontánea";"no espontánea"))

Como una aplicación, las dos tablas-programas anteriores se utilizan para resolver la siguiente situación:

El costo de convertir un auto de nafta a GNC

El siguiente problema, adaptado de Jansen (2000), también puede presentarse con un enunciado abierto en donde los alumnos tengan que pensar cuáles son los datos y variables relevantes y diseñar una estrategia de resolución.

Problema: ¿Cuántos kilómetros debe hacer un auto para cubrir los gastos de conversión de nafta a gas natural comprimido?

El problema original, para los Estados Unidos, trata sobre la conversión de nafta a propano, en cambio en nuestro país, en lugar de propano se usa el GNC que está compuesto fundamentalmente de metano. Jansen asume que:

- . El propano es un gas que se vende como un líquido bajo presión.
- . La nafta es sólo octano puro C_8H_{18} .
- . Que ambos combustibles se queman completamente.
- . El auto viaja una distancia fija por kilojoule de energía independientemente de la fuente de energía.
- . Con el propano o el octano se logra la misma eficiencia en la combustión.
- . La densidad del propano líquido es 0,58 g/ml y la del octano 0,70 g/ml.

Primero los estudiantes pueden resolver el caso de la conversión a propano. Dado que seguramente no esté disponible el ΔH_f° del octano, con la tabla-programa de energías de enlace promedio se halla la energía de reacción de la combustión del octano y con la tabla-programa de entalpías de formación la del propano. Luego, se realiza un programa (actividad tipo 1) que calcule la energía que se gasta al andar 100 km con nafta, que de acuerdo a lo asumido, será la misma cantidad de energía que se consumirá con propano.

En el artículo de Jansen figura que el costo de un litro de propano, en los Estados Unidos, es de 0,30 U\$S y el de la nafta 0,54 U\$S. Con el procedimiento anterior halló que se ahorra 2,5 U\$S cada 100 km, por lo que deben andar aproximadamente 50.000 km para recuperar los 1260 U\$S que cuesta la conversión de “gasolina” a propano. Con este procedimiento podemos calcular para el caso de la conversión a GNC, teniendo en cuenta que se vende por metro cúbico hasta que la presión del tanque del automóvil alcanza las 200 atm de presión.

Actividades con gráficos

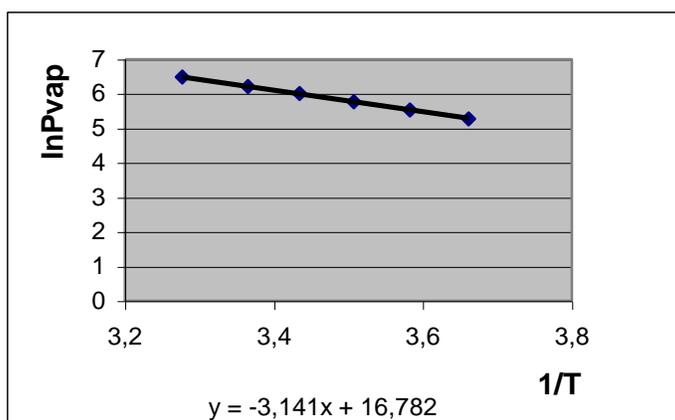
La construcción de gráficos es una de las principales bondades del Excel. Dos actividades se proponen a continuación con gráficos. La más simple consiste en construir un gráfico, a partir de datos dados en una tabla, en una forma adecuada que facilite su análisis. Por ejemplo, a partir de una tabla de entropía de una sustancia (S° en J/K.mol) en función de la temperatura absoluta (T en K) realizar un gráfico que permita analizar la variación de la entropía molar de la sustancia (ej. oxígeno a 1 atm) con la temperatura, de forma tal que se aprecie: el cumplimiento del Tercer Principio de la Termodinámica ($S^\circ = 0$ para 0 K); los puntos de fusión y ebullición normales del oxígeno; los estados de

agregación del oxígeno y, finalmente, permita analizarlo en relación a las dos componentes de la entropía: el desorden térmico y el desorden posicional (McQuarrie y Rock, 1991).

El otro tipo de actividad con gráficos fue desarrollado en el segundo artículo y consiste en “la obtención de información de gráficos y de las opciones de gráficos del programa (como de la ecuación de la curva)”. En dicha oportunidad se ejemplificó cómo a partir de una tabla que representaba la variación de la constante de equilibrio para una reacción química con la temperatura y a través de la ecuación de van't Hoff, se determinaba ΔH° . De la misma manera, partiendo de datos de cómo varía la presión de vapor de un líquido con la temperatura se puede hallar su entalpía molar de vaporización con la ecuación de Clausius-Clapeyron.

Por ejemplo para el éter etílico, líquido orgánico muy inflamable que se utiliza como disolvente y cuya temperatura de ebullición es 34,6 °C, se tiene:

Temperatura °C	Presión de vapor mmHg
0	196
6	254
12	318
18	403
24	496
32	658



Hallando la pendiente de la recta resultante de un gráfico de dispersión $\ln P_{\text{vapor}}$ versus $1/T$, se calcula la ΔH_{vap} cuyo valor es aproximadamente 26 kJ/mol.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brosnan, T.**, 1990. Using spreadsheets in the teaching of chemistry: More ideas and some limitations. *School Science Review*, 71(256), 53-59.
- Jansen, M.P.**, 2000. The cost of converting a gasoline-powered vehicle to propane. *Journal of Chemical Education*, 77(12), 1578-1579.
- McQuarrie, D.A. y Rock, P.A.**, 1991. General Chemistry. (3º Ed.). Freeman: NY.
- Raviolo, A.**, 1999. Cinco tipos de actividades con la hoja de cálculo en la enseñanza de la Química (Primera parte). *Educación en la Química*, 5(3), 20-25.
- Raviolo, A.**, 2000. Cinco tipos de actividades con la hoja de cálculo en la enseñanza de la Química (Segunda parte). *Educación en la Química*, 6(1), 17-22.

Por la telaraña

CLONAN PLANTAS QUE ACUMULAN METALES EN SUS TEJIDOS

David Salt, de la Purdue University, ha identificado y clonado los genes que permiten a las plantas acumular grandes cantidades de metales en sus tejidos. El hallazgo permitirá obtener cultivos que ayuden a la limpieza de suelos contaminados, o luchar contra enfermedades que limitan la producción de alimentos.

Salt es pionero en el campo de la manipulación del proceso de hiperacumulación de metales. Su objetivo es lograr que se expresen genes específicos en plantas que no acumulan metales para ver si se las puede transformar en otras que sí lo hagan. Los genes responsables de esta función identificados hasta ahora pertenecen a la especie *Thlaspi goesingense*, una planta que vive en los Alpes austríacos y que vive acumulando níquel. Su parecido con la rabconocida *Aidopsis thaliana* ha facilitado su análisis genómico. Salt indica que se conocen unas 350 plantas que acumulan metales, incluyendo níquel, cinc, cobre, cadmio, selenio o manganeso, a un alto nivel. Por ejemplo, la *Thlaspi goesingense* puede acumular un 1% de su biomasa sin agua en forma de níquel. En una planta normal pueden esperarse entre 10 y 100 partes por millón de este metal en sus tejidos, mientras que la *Thlaspi goesingense* puede tener hasta 10.000 ppm.

Educyt N° 166

Mayor información en el sitio del Purdue News, <http://news.uns.purdue.edu>

SE RETRACTAN DE LOS ANUNCIOS ACERCA DEL ELEMENTO 118

El equipo de científicos del Laboratorio de Berkeley que anunciara, dos años atrás, la observación del que parecía ser el elemento 118, el elemento transuránico más pesado no descubierto hasta ese momento, se ha retractado de su informe original luego de que varios experimentos de confirmación fracasaron al intentar reproducir los resultados.

Un comité de expertos de las divisiones de física, supercomputación y ciencias nucleares del Laboratorio está revisando los datos y metodología desde el resultado de 1999. Los análisis posteriores de los datos originales con diferentes códigos de software han sido incapaces de observar las cadenas de desintegración que confirmarían la existencia del elemento 118.

En una breve nota enviada a *Physical Review Letters*, la misma publicación en que se anunciaran los resultados originales, el grupo de investigación informó: “En 1999

anunciamos la síntesis del elemento 118 :en la reacción (plomo-kriptón) basándonos en la observación de tres cadenas de desintegración(...). Dada la ausencia de cadenas similares en experimentos posteriores, nosotros (junto con otros expertos independientes) reanalizamos los datos primarios de nuestro experimento de 1999. Basados en estos nuevos análisis, concluimos que las tres cadenas de desintegración no están en los datos de 1999. Nos retractamos de nuestro anuncio publicado acerca de la síntesis del elemento 118”.

El Director del Laboratorio Berkeley, Charles Shank, dijo “La ciencia es auto-correctora. Si se interpretan mal los datos, el experimento no es reproducible. En este caso, no sólo los experimentos subsecuentes fracasaron en reproducir los datos sino que un análisis mucho más cuidadoso de los datos de 1999 fracasó en confirmar los hechos. Hay muchas lecciones aquí, y el laboratorio sacará todo el provecho posible de esta situación”.

Además de las pruebas de Berkeley, científicos del laboratorio GSI en Alemania y del laboratorio RIKEN en Japón intentaron infructuosamente reproducir los resultados originalmente informados. Shank dijo que, al retractarse, los experimentadores asumen la responsabilidad de aclarar los hechos. “El camino hacia delante consiste en aprender de los errores y fortalecernos, para encontrar las respuestas que la naturaleza todavía nos esconde”.

Julio 27/2001, en <http://enews.lbl.gov/Science3-Articles/Archive/118-retraction.html>

La mosca en la telaraña

Iniciamos una nueva sección en nuestra revista, con la colaboración del Lic. Ricardo García Lastres, que explorando la telaraña como una mosca curiosa, encuentra sitios que pueden resultar de interés para los lectores. La idea es acercar esta información, con un breve comentario acerca de lo que se puede encontrar en cada dirección mencionada.

Esperamos que los colegas curiosos, que también tengan datos acerca de algunos sitios interesantes o útiles para nuestra tarea docente, acerquen esa información, para que sea compartida por los colegas interesados.

Hojeando revistas

EN MARTE LOS SUPERÓXIDOS DESTRUYEN LA MATERIA ORGÁNICA

Un grupo de científicos cree haber encontrado suficientes pruebas que demuestran que el suelo marciano es tan reactivo que no es posible encontrar materia orgánica en él.

En la década de 1971 las sondas Viking examinaron el suelo marciano encontrando que era muy reactivo. Se hicieron muchas conjeturas al respecto y la hipótesis con mayores probabilidades de ser cierta fue la que atribuía esta reactividad a la presencia de iones peróxido que son capaces de destruir con mucha facilidad los compuestos orgánicos. Según los científicos, estos iones peróxido se forman en el ambiente marciano con relativa facilidad.

Todo esto permaneció como una hipótesis hasta que hace poco un grupo de investigadores publicó las pruebas definitivas que la avalan [Science, 289, 1909,(2000)]. Estos investigadores expusieron granos de minerales típicos del suelo marciano a las condiciones atmosféricas y de temperatura que se encuentran en Marte. También bombardearon las muestras con luz ultravioleta de intensidad y longitudes de onda similares a las que llegan a la superficie marciana. El resultado fue la formación de iones superóxido indicando que ellos constituyen la explicación más simple de la inusual reactividad química del suelo marciano por y lo tanto la ausencia de materia orgánica en las muestras analizadas.

Boletín Informativo de la Asociación Química Argentina, 2001, N°1, 16

Hojeando revistas

NITRÓGENO SEMICONDUCTOR

Cuando el grafito se comprime a suficiente presión se convierte en diamante. Ahora, los físicos de altas presiones, han conseguido hacer algo parecido con el nitrógeno, el gas del que se compone el 75% de la atmósfera terrestre. Al someterlo a presiones del orden del millón de veces la presión atmosférica (100 gigapascuales, GPa), lo han convertido en un sólido semiconductor, una forma totalmente nueva de este elemento. Ya se había conseguido antes convertir el nitrógeno en sólido, pero hasta ahora no se había logrado romper el triple enlace que une los dos átomos del nitrógeno molecular, uno de los enlaces más fuertes conocidos. En la forma ahora lograda, el nitrógeno, con aspecto de sólido opaco, pierde su carácter molecular convirtiéndose en nitrógeno atómico (cada átomo se enlaza con todos sus vecinos en la nueva estructura). Además, cuando se alcanza una presión de aproximadamente 140 GPa a la temperatura de 300 K (27°C) empieza a exhibir

propiedades semiconductoras, como el silicio. La presión a la que se produce esta transformación aumenta a medida que disminuye la temperatura y las medidas de resistencia eléctrica se han hecho con presiones de hasta 240 GPa.

Los investigadores de la Carnegie Institution en Washington, han comprobado que en algunas de las muestras se mantiene el estado sólido atómico (no molecular) al disminuir la presión hasta la presión atmosférica, siempre que la temperatura sea inferior a 100 K (-173°C).

La transformación es similar a la del carbono. Bajo fuertes presiones y altas temperaturas, como sucede en el interior de la tierra, el grafito, la forma más estable del carbono en la atmósfera terrestre, se convierte en diamante y se mantiene en ese estado cuando se recobran las condiciones normales. Cuando el nitrógeno atómico se transforma en nitrógeno molecular se libera una gran cantidad de energía, debido a la formación de los triples enlaces. Este hecho, unido a la alta densidad del nuevo material lo convierten en un medio excepcional para el almacenamiento de energía. El equipo dirigido por Hemley cree que esta característica podría llevar a aplicaciones prácticas de la nueva forma del nitrógeno. “Hasta ahora no hemos creado más que muy pequeñas cantidades de este material, y a bajas temperaturas”, ha dicho Hemley a PhysicsWeb. “Sin embargo, el material tiene una densidad de energía muy alta y podría eventualmente utilizarse como combustible”. Richard M. Martin, profesor de Física de la Universidad de Illinois, ha comentado que “eso es pura conjetura. Nadie sabe si podría realmente hacerlo funcionar”.

Fernando Rodríguez, especialista en altas presiones de la Universidad de Cantabria, explica que el hecho de que se mantenga la nueva forma del nitrógeno cuando se dejan de ejercer presiones muy elevadas se debe a la fuerte histéresis que presenta esta transformación (del orden de 100 GPa), por la cual resultaría factible encontrar la nueva fase a presión ambiente, de manera análogas a lo que sucede en el diamante.

Los primeros experimentos de altas presiones transformaron el oxígeno en un metal de color rubí, y la teoría predice que también el hidrógeno se podrá convertir en un sólido metálico, probablemente superconductor además, siempre que se apliquen presiones suficientemente elevadas. Conseguir este hidrógeno sólido es la meta de la gran carrera existente en la actualidad entre los principales laboratorios de alta presión. A los autores del experimento con nitrógeno les interesa la posible similitud del proceso observado con el que se produciría en el hidrógeno, en el que se han llegado a aplicar ya presiones de 300 GPa sin conseguir la metalización de la fase sólida.

Malen Ruiz de Elvira, en Educyt N° 156, junio 2001

De interés

LA BASURA Y LA LEY DE CONSERVACIÓN DE LA MATERIA

John W. Hill (J. Chem. Ed. 58, 996)

La materia no puede ser destruida, pero si puede ser cambiada de una forma a otra. De esto trata la química—transformaciones de la materia. Prácticamente cualquier estudiante de Química general puede enunciar correctamente la ley de conservación de la materia, en una u otra forma. Los estudiantes más avanzados comprenderán que esta ley es la base para los cálculos que involucran ecuaciones químicas (estequiometría).

Los átomos se conservan: la ley está bien establecida y ampliamente conocida, sin embargo oímos a científicos e ingenieros hablar acerca de librarse de los desperdicios como si la materia pudiera simplemente ser eliminada. No se puede; al menos en cantidades significativas. Si tenemos desperdicios – químicos o nucleares o agrícolas o lo que fueran – hay solamente tres lugares donde ponerlos: en el aire, el agua o el suelo.

Es posible cambiar la materia, en algunos casos, a una forma menos nociva. Por ejemplo, no tenemos que descargar los bifenilos policlorados (PCB) sobre el suelo o en las aguas. Pueden ser incinerados y este proceso, hecho con propiedad, transforma los PCB en dióxido de carbono, agua y cloruro de hidrógeno. Estas son, presumiblemente, formas de materia menos dañinas...salvo que usted viva hacia donde sopla el viento, en cuyo caso podría pensar en el HCl y en las formas incorrectas de eliminar los productos de la incineración.

El mercurio es un elemento. Es tóxico como metal libre y en todas sus combinaciones solubles. Por años se pensó que el mercurio no era un problema en el ambiente: la naturaleza lo convertiría en el insoluble e inocuo sulfuro de mercurio (II). Entonces, aprendimos que ciertas bacterias pueden convertir los compuestos de mercurio en el extremadamente tóxico metilmercurio que es prestamente tomado por los organismos. Los químicos no son los únicos organismos que pueden realizar conversiones químicas.

Los átomos se conservan. Los detergentes actuales son biodegradables. Pero ¿a qué se degradan? No pueden degradarse a la nada. Recuerde—la materia se conserva. Algunos investigadores reclaman que la degradación conduce al tóxico fenol. Sea o no correcta su demanda, la situación da crédito al viejo adagio “ojos que no ven, corazón que no siente”. Nuestros ríos ya no tienen espuma, así que suponemos que el problema de los detergentes ha sido “disuelto”.

Al considerar los problemas de eliminación de basuras, entonces, necesitamos tener en cuenta la ley de conservación de la materia. Todo tiene que ir a alguna parte. Los átomos no pueden ser destruidos, pero la forma en que están combinados se puede cambiar. La nueva combinación puede ser menos nociva o puede resultar una amenaza aún mayor.

Nosotros los químicos podemos transformar la materia en nuevas formas, pero todos los ciudadanos deberían estar involucrados en los juicios de valor que deciden qué formas son mejores.

Para una participación efectiva en estas decisiones, todos deberían ser conscientes de la ley de conservación de la materia y sus importantes implicaciones.

Traducción de Luz Lastres

Humor