

Sin embargo creemos que la escritura automática de ecuaciones químicas es una alternativa viable a la repetición memorística y mecánica de recetas que sólo conducen a un resultado que debería ser el dato inicial para otra clase de ejercicios.

Notas:

1. Obviamente nos referimos a conjuntos de coeficientes distintos a los que se obtienen multiplicando por un número arbitrario.

2. Este programa puede conseguirse enviando un disco a J.M. Campanario, Departamento de Física, Universidad de Alcalá, 28871 Alcalá de Henares, Madrid.

Referencias bibliográficas

Barberá, O., 1990. Ajuste de ecuaciones químicas: ¿por qué usar reglas arbitrarias y hechos ficticios?, *Enseñanza de las Ciencias*, 8, pp. 85-88.

Blakley, G.R., 1982. Chemical Equation Balancing, *Journal of Chemical Education*, 59, pp. 728-734.

Garrigós, L., 1984. Sobre el ajuste de ecuaciones químicas, *Enseñanza de las Ciencias*, 2, pp. 79-80.

Missen, R.W., Smith W.R., 1989. A Question of Basic Chemical Literacy?, *Journal of Chemical Education*, 66, pp. 217-218.

Smith, W.R., Missen, R.W., 1982. *Chemical Reaction Equilibrium Analysis: Theory and Algorithms*; (Wiley: New York). Capítulo 2.

Yarroch, W.L., 1985. Student understanding of chemical equation balancing, *Journal of Research in Science Teaching*, 22, pp. 449-459.

EXPERIENCIAS DE AULA

UNA ESTRATEGIA ENCAMINADA A PRODUCIR EL CAMBIO CONCEPTUAL

Rafael Lablanca Lafuente.
I.P.F.P. «Luis de Lucena». Guadalajara.

Las teorías científicas deben de construirse a partir de lo que el alumno ya sabe, por lo que resulta de fundamental importancia el conocimiento de los errores conceptuales; es decir, de las ideas que resultan incorrectas para interpretar la ciencia y que se caracterizan, además, porque nacen de forma natural, sin instrucción premeditada; resulta difícil el cambiarlas y el alumno no suele ser consciente de ellas, dando explicaciones diferentes a casos similares.

En este trabajo se estudia la estrategia a seguir para producir el cambio conceptual en calorimetría y cambios de estado; en definitiva, estos conceptos se tratan de modo diferente a como se venía haciendo en cursos anteriores.

Se empieza detectando las ideas previas de los alumnos. Para esto hay diversos procedimientos, como pueden ser: la entrevista clínica de Piaget, la asociación de palabras, las definiciones de conceptos, la construcción de árboles conceptuales, etc. Es frecuente el uso de varios de ellos para un mismo tipo de alumnos. En nuestro caso se ha seguido una peculiar técnica que trata no sólo de encontrar concepciones espontáneas, sino de que los alumnos tomen conciencia de sus ideas, lo cual constituye un paso previo y de suma importancia para producir un cambio conceptual. El método consta de cuatro partes:

- 1) Pedirles a los alumnos que hagan una redacción sobre calor-temperatura y las posibles relaciones entre los dos.
- 2) Comentar con los alumnos las ideas puestas de manifiesto en sus redacciones tratando de encontrar los razonamientos que falten.
- 3) Entre las preconcepciones detectadas

con todo lo anterior y las publicadas en la bibliografía, se han preparado dos pruebas: la primera de elección múltiple con 12 ítems y la segunda de verdadero/falso con 67 ítems. En cada pregunta figura como respuesta alternativa «no lo sé» para eliminar en lo posible la aleatoriedad.

4) Al cabo de unos días se les ha pasado a los alumnos una última prueba recopilación de las anteriores, reducida a 16 ítems de verdadero/falso y a 7 ítems de respuesta de elección múltiple, con la doble finalidad de tener las preconcepciones más definidas y la de hacer más fácil que los alumnos tomen conciencia de sus ideas previas.

Las preconcepciones más importantes detectadas se pueden reducir a las siguientes:

- Identificación de los términos de calor y temperatura.
- En un cambio de estado no está implicado el calor.

– Al cambiar de estado cambia la temperatura.

Continuando con la estrategia, se han seguido los siguientes pasos:

– Presentación a los alumnos del tema y de los objetivos de la unidad. Como organizador previo se ha utilizado un diagrama conceptual en el que a partir de sistemas que se encuentran a diferente temperatura se llega al equilibrio térmico tras variaciones en la energía interna de los mismos.

– Conversaciones con los alumnos para que tomen conciencia de sus teorías iniciales con respecto al tema.

– Suscitar contradicciones entre las teorías iniciales y los datos observables.

El cambio conceptual necesita de procedimientos de choque que sean activos. Los elegidos han sido:

– Prácticas sencillas de laboratorio.

– Uso del vídeo como motivación y para facilitar el aprendizaje, siendo de gran ayuda para llegar al concepto microscópico de temperatura. Al utilizar vídeos sobre estructura atómica y molecular se han conseguido los objetivos en menos tiempo que en los cursos pasados.

– Resolución de problemas y sobre todo la realización de ejercicios numéricos. Ésta ha resultado ser una de las fases de mayor importancia.

La metodología empleada ha hecho que los alumnos mostraran un gran interés y tuvieran una disposición muy favorable para contrastar sus teorías y llegar a las correctas.

USO DE LOS HONGOS NEMATÓFAGOS EN LA ENSEÑANZA PRÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES

López Llorca, L.V.¹, Mangas Martín, J.²

(1) Departamento de Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, 14. 46020-Valencia.

(2) Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales. Universidad de Alicante. Campus San Vicente del Raspeig. Alicante.

Introducción

La Biología moderna enfatiza el estudio de los seres vivos, antes que el estudio de

los seres sacrificados o preservados. Se ha aconsejado (Unesco 1978) que un buen comienzo racional del estudio de los seres vivos es hacerlo en organismos vivos, trabajando con su medio natural. Las actividades de campo, complementadas con las de laboratorio, en la enseñanza de la Biología, permiten la observación, el aprendizaje de conceptos, la indagación, la adquisición de experiencias en la resolución de problemas y el intercambio social (Mangas 1984). A continuación se presenta, con un enfoque práctico, el estudio de dos componentes importantes en la biología del suelo: los hongos nematofagos y sus presas, los nematodos del suelo.

Los hongos nematofagos constituyen un ejemplo fascinante de interacción entre dos grupos de organismos. En particular, estos organismos juegan un papel importante en los ecosistemas edáficos cerrando ciclos de nutrientes, y también tienen una aplicación potencial en el control biológico de nematodos. Los nematodos son también un componente importante del ecosistema del suelo. Estos organismos se alimentan de bacterias, hongos, algas o bien de invertebrados del suelo, incluyendo otros nematodos. Algunos nematodos son patógenos de plantas y constituyen plagas agrícolas de importancia, ya que afectan a un amplio espectro de cultivos de relevancia económica. Los nematodos, al menos en alguna fase de sus ciclos biológicos tienen forma cilíndrica y viven en las películas de agua existentes entre los componentes del suelo. Estos organismos son cosmopolitas y se encuentran en casi cualquier tipo de suelo o materia orgánica, junto con los hongos nematofagos. A continuación se describen experiencias sencillas con nematodos y hongos nematofagos, que pueden servir de apoyo práctico a cursos teóricos de Ciencias Naturales o Biología en los últimos cursos de BUP, o bien cursos universitarios o de divulgación relacionados con materias como Botánica, Microbiología, Ecología del suelo, Ecología microbiana o similares.

Experiencias

1. Extracción y mantenimiento en cultivo de nematodos

Es importante para el estudio experimental de los hongos nematofagos el contar con técnicas para poder extraer, a partir de muestras de suelo o de materia orgánica, los nematodos que dichas muestras contienen, y disponer de ellos para utilizarlos como presas de los hongos nematofagos. Con estos nematodos y los hongos podremos observar, por ejemplo, cómo tiene lugar el proceso de

infección o cuáles son los factores implicados. Alternativamente, los nematodos se pueden usar para el aislamiento de hongos nematofagos si se añaden en cantidad suficiente al suelo o al substrato natural que se utilice para el aislamiento.

1.1. Extracción de nematodos con el embudo Baermann

Esta técnica (Barron 1982) se utiliza para la extracción de nematodos de vida libre en el suelo o para larvas de nematodos que normalmente también viven libres en el suelo (aunque las formas adultas vivan como endoparásitos en las raíces de la planta huésped). Como los nematodos de vida libre son capturados por hongos 'depredadores' (o en general ectoparásitos), esta técnica es útil para la extracción de nematodos con el objeto de estudiar hongos nematofagos.

2. Aislamiento y mantenimiento en cultivo de hongos nematofagos

Los hongos nematofagos son una parte importante de la flora del suelo. Se han encontrado en muchos tipos diferentes de suelos y también asociados a materia orgánica diversa. Existen diferentes métodos de aislamiento de hongos nematofagos (para una buena revisión del tema ver Barron (1982), especialmente según el tipo de hongo. Las técnicas de aislamiento de hongos nematofagos que se describen a continuación, permiten el aislamiento de los hongos a partir de su hábitat (suelo/materia orgánica), de sus esporas presentes en el suelo o bien de nematodos infectados.

2.1. Aislamiento a partir del suelo o de materia orgánica

Una técnica sencilla para el aislamiento y el estudio de la flora nematofaga del suelo es el uso de placas con agar en las que se depositan pequeñas cantidades de suelo o materia orgánica. Estas técnicas se conocen en inglés como 'sprinkling techniques' (de 'to sprinkle' = espolvorear). A las placas espolvoreadas se les pueden añadir nematodos para acelerar o favorecer el desarrollo de condios de hongos nematofagos que contengan las muestras de suelo o materia orgánica.

2.2. Separación de esporas de hongos ectoparásitos y endoparásitos.

Los hongos depredadores (ectoparásitos) son agresivos y muestran un crecimiento y esporulación abundante en la superficie del agar, cuando se espolvorea suelo o materia orgánica para el aislamiento de hongos nematofagos (ver 2.1). Normalmente las placas quedan cubiertas de nematodos capturados por

hongos depredadores y es muy difícil identificar la presencia de posibles hongos endoparásitos. En general las esporas de los hongos ectoparásitos o depredadores son considerablemente mayores que las de los endoparásitos. Mediante centrifugación (Barron 1969), es posible separar las esporas de ambos grupos de hongos, que se encuentran presentes en el suelo, haciendo más sencillo el aislamiento de los hongos endoparásitos.

3. Captura de nematodos por hongos nematófagos

Debido al largo ciclo biológico (meses) de los nematodos productores de quistes o de otros nematodos endoparásitos, resulta poco viable el estudio en un espacio breve de tiempo de los hongos endoparásitos que los atacan. Sin embargo, hay otros hongos nematófagos que se pueden estudiar experimentalmente en un plazo más corto de tiempo como los hongos ectoparásitos (del género *Arthrobotrys* y otros) e incluso endoparásitos (como *Drechmeria coniospora*). Esto es debido a que dichos hongos capturan a los nematodos en un plazo corto de tiempo (ectoparásitos) o a que producen esporas adhesivas (*D. coniospora*) y sus efectos sobre los nematodos se pueden observar en pocas horas.

A. oligospora es uno de los hongos nematófagos más comunes. Este hongo puede vivir en el suelo saprofiticamente, no obstante, en algunas condiciones puede pasar de la fase saprofitica a la depredadora y formar redes adhesivas en su micelio. Esta formación de redes puede inducirse por la presencia de nematodos o en el laboratorio mediante la inclusión en el medio de cultivo de péptidos de pequeño tamaño. Estas redes adhesivas atraen a los nematodos, que quedan atrapados en ellas. Posteriormente los nematodos capturados son penetrados y las hifas derivadas de las redes de captura destruyen su contenido. Las observaciones experimentales se pueden complementar con la visión de una película sobre el tema (Nordbring-Hertz, B., Wyss, U., Zunke, U., Veenhuis, M. Institut für Den Wissenschaftlichen Film, Göttingen.)

Referencias bibliográficas

Barron, G.L., 1969. Isolation and maintenance of endoparasitic nematophagous Hyphomycetes, *Canadian Journal of Botany*, 47, pp. 1899-1902.
Barron, G.L. 1982. Nematode-destroying fungi, in *Experimental Microbial*

Ecology R.G. Burns and J.H. Slater. Capítulo 31, pp. 533-552. (Blackwell Sci. Publ.).

Cooker, R.C. y Godfrey, B.E.S., 1964. A Key to the Nematode-Destroying fungi, *Trans. Br. mycol. Soc.*, 47, pp. 61-74.

López-Llorca, L.V. Duncan, J.M., 1986. New media for the estimation of fungal infection in eggs of the cereal cyst nematode, *Heterodera avenae* Woll. *Nematologica*, 32, pp. 486-490.

Mangas, V.J., 1984. La Biología en la formación del profesorado, *Anales Univ. Alicante*, 1, pp. 203-207.

Mankau, R., 1975. A semiquantitative method for enumerating and observing Parasites and Predators of Soil Nematodes, *Journal of Nematology*, 7, pp. 119-122.

Nordbring-Hertz, B., 1983. Dialysis membrane technique for studying microbial interactions, *Appl. Env. Microbiol.*, 45, pp. 290-293.

UNESCO, 1978. *Nuevo manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias*. (Edhasa: Barcelona).

Zuckerman, B.M., Mai, W.F., Harrison, M.B. (eds.), 1985. *Plant Nematology. Laboratory Manual*. (Publ. The University of Massachusetts Agricultural Exp. Station: Amherst, Mass.).

ESTUDIO DEL PODER REDUCTOR DE LOS METALES

Juan Pedro Bolívar Raya (1).
María Encarnación Puente Rodero (2).

(1) I.B. «Juan Ramón Jiménez». Moguer (Huelva).
(2) I.F.P. «San Sebastián». (Huelva)

1. Introducción

Todo metal tiende a perder electrones (oxidarse), denominándose reductor, y estose expresa: $X \rightarrow X^{n+} + ne$. Así, a mayor poder reductor, más tendencia a oxidarse del metal X, es decir, menos noble será dicho elemento. Termodinámicamente, el carácter reductor de un metal viene dado por su potencial estándar de reducción respecto al electrodo normal de hidrógeno. Según aumenta éste, menor poder reductor y más noble será el metal. Al construir una pila Daniell, el electrodo de mayor potencial de reducción actúa

como polo positivo, siendo éste el menos reductor de los dos metales enfrentados. Así, en la pila $Cu/Cu^{2+}/Zn^{2+}/Zn$, el cobre es el polo positivo y el cinc el negativo.

2. Objetivos

- 1º. Ordenar un conjunto de metales según su tendencia a oxidarse (Cu, Zn, Pb, etc.).
- 2º. Comprobar que al disminuir el poder reductor de los metales (X), aumenta el poder oxidante de sus especies conjugadas (X^{n+}).

3. Diseño de la experiencia

a) Material

El material necesario es el siguiente: electrolito (patata, ácido clorhídrico diluido, etc.), polímetro (escala de 0-2.5 V/0-0.1 V), diversos electrodos o laminillas de los metales elegidos, pinzas de cocodrilo, y disoluciones de los iones metálicos con igual molaridad.

b) Procedimiento para el objetivo 1º

Tomemos como electrolito una patata y vayamos pinchando por parejas las laminillas de los distintos metales con todas las combinaciones posibles. Lijar un poco la superficie libre de las laminillas (para eliminar la capa de óxido) y conseguir un buen contacto eléctrico y químico.

Realizado el montaje anterior, medimos la diferencia de potencial que se genera entre cada pareja de metales, anotando en primer lugar el que actúa como polo positivo.

Resultados

De la tabla I, obtenemos la siguiente ordenación para el carácter reductor:

$Mg > Zn > Fe > Al > Pb > Cu$. La posición del Al no concuerda con los datos termodinámicos (tabla II).

Probablemente se deba a que el electrodo de este metal se recubre de una capa de su óxido fuertemente adherida e impide que los átomos de aluminio estén en contacto íntimo con la disolución. Utilizando sosa o HCl diluido, se podría evitar. Este hecho podemos utilizarlo didácticamente para explicar por qué el aluminio es tan resistente a la corrosión y se emplea en útiles de cocina, marcos de ventana, etc.

c) Procedimiento para el objetivo 2º

- 1º. Preparar disoluciones equimolares de los iones de los metales anteriores.
- 2º. Tomamos la disolución de Cu^{2+} y la vertemos en 5 tubos de ensayo, quedando

Tabla I

Potenciales experimentales medidos utilizando una patata como electrolito.

PAREJAS	d.d.p. (V)
Cu/Al	0,52
Cu/Pb	0,48
Cu/Fe	0,56
Cu/Zn	0,96
Cu/Mg	1,68
Pb/Al	0,034
Pb/Fe	0,046
Pb/Zn	0,40
Pb/Mg	0,88
Al/Fe	0,01
Al/Zn	0,44
Al/Mg	0,65
Fe/Zn	0,38
Fe/Mg	0,88
Zn/Mg	0,44

Tabla II

Potenciales normales de reducción respecto al electrodo normal de hidrógeno.

PAR	E0 (V)
Cu ²⁺ /Cu	0,34
Pb ²⁺ /Pb	-0,13
Fe ²⁺ /Fe	-0,44
Zn ²⁺ /Zn	-0,76
Al ³⁺ /Al	-1,66
Mg ²⁺ /Mg	-2,37

do éstos aproximadamente hasta la mitad. Introducir las laminillas de los metales anteriores dejándolas un tiempo (Observación: añadir un poco de HCl en el tubo de ensayo que contiene el aluminio).

3º. Repetimos el apartado 2º con las otras disoluciones.

Resultados

En la disolución del Cu²⁺ todos los metales se oxidan, ya que aquélla cambia su

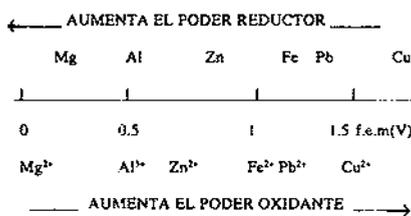
color natural azulado, y pasan a la disolución. Se dice que todos los metales desplazan al Cu²⁺, por lo que éste es el más oxidante de todos los iones enfrentados. En las siguientes etapas se obtiene:

- El Pb²⁺ es desplazado por el Mg, Zn, Al y el Fe.
- El Fe²⁺ por el Zn, Al y Mg.
- El Zn²⁺ por el Al y el Mg.
- El Al³⁺ sólo por el Mg.
- El Mg²⁺ por ninguno de ellos.

Según el poder oxidante, se obtiene: Cu²⁺ > Pb²⁺ > Fe²⁺ > Zn²⁺ > Al³⁺ > Mg²⁺, creciendo en sentido inverso al poder reductor de sus especies conjugadas: Cu < Pb < Fe < Zn < Al < Mg.

4. Conclusiones

Eligiendo la f.e.m. del Mg como cero, los resultados se visualizan en la siguiente figura, concluyéndose: «Todos los iones metálicos presentan un poder oxidante que aumenta según decrece el poder reductor de su metal conjugado».



Representación de los potenciales, relativos al Mg, de los metales utilizados.

Podemos comentar que, aparentemente, algunos metales no se oxidan a la intemperie (pasivado), como el caso del aluminio, que es bastante reductor.

Igualmente, la tensión que medimos al enfrentar dos metales no es más que la de una pila construida con ellos, la de una

reacción química que produce energía eléctrica directamente.

Los potenciales medidos de la tabla I no coinciden con los de la tabla II. Puede introducirse aquí la dependencia de la fuerza electromotriz con la concentración de las especies que intervienen (Ecuación de Nernst). Influiría igualmente la resistencia interna del electrolito.

5. Implicaciones didácticas

Esta experiencia la podemos desarrollar formando parte de un programa-guía. Estaría desglosada en pequeñas actividades, unas de laboratorio y otras de razonamiento e información, que abarcarían gran parte de una unidad temática sobre procesos redox u, otra más general, sobre las propiedades eléctricas de la materia.

Tendremos conceptos de Física como el de fuerza electromotriz directamente vinculados con la reactividad química de ciertas sustancias: carácter oxidante/reductor. El concepto de energía sirve de hilo conductor y globalizador. Hay una transformación de energía interna (química) que, mediante un determinado mecanismo (reacción química), se convierte en energía eléctrica, la cual a su vez puede realizar un trabajo mecánico o de otro tipo según las necesidades del que la utiliza.

Referencias bibliográficas

Martín Sánchez, M^a T. y Martín Sánchez, E. *Prácticas de Química «Enseñanza Media»*. I.C.E. Universidad Salamanca (Col. Recursos Didácticos, 12). Salamanca, 1984.

VV.AA. *Nuevo manual de la UNESCO para la enseñanza de las Ciencias*. (Edhasa: Barcelona).