

*" Aquellos que no son capaces de hacer pequeñas tareas  
no pueden realizar grandes obras."*

Arístide Briand

## PRUEBA DE QUÍMICA

*Mercedes García, David Meseguer y Jorge Molero*

El ámbar es, junto con el coral, la perla y el azabache, una gema de origen orgánico. Bajo el nombre de ámbar, se agrupan las resinas procedentes de diversas especies de árboles que han ido formando extensas e irregulares masas dentro de estratos de areniscas y pizarras arcillosas.

El ámbar se ha utilizado en joyería, como ingrediente en perfumes y en la medicina popular desde hace miles de años, pero también tiene su lugar en la ciencia. Fue la primera sustancia en la que se observaron fenómenos electrostáticos, por el filósofo griego Tales de Mileto, el año 600 A. C., y le dio su nombre a la electricidad: en 1601, el físico inglés William Gilbert, el primero en distinguir entre la atracción magnética y la eléctrica, acuñó el término "electricus", derivado de "elektron" (nombre griego del ámbar, es decir, brillante), para la propiedad de atraer pequeños objetos después de ser frotado.

El ámbar del báltico también es conocido con el nombre de "succino". El origen de esta gema vegetal es la resina fósil de las coníferas que, en la mayoría de los casos, superan los cuarenta millones de años. Uno de los factores que más distingue el ámbar báltico del de otras regiones del mundo es el contenido de ácido succínico. En el caso del ámbar báltico nos encontramos con un contenido entre el cinco y el ocho por ciento frente a un número mucho más bajo en el ámbar del resto del mundo.

**El ácido succínico** (E-363), o ácido butano-1,4-dioico,  $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ , se venía obteniendo por destilación seca del ámbar y otras resinas. Es un ácido orgánico presente en forma natural en el vino siendo un producto secundario de la fermentación. Junto con sus sales, es un componente necesario para todos los organismos vivos. Es uno de los productos que aparecen en el ciclo de Krebs en la mitocondria de la célula, proceso por el cual las células obtienen energía.

Su deficiencia provoca el desequilibrio energético de la célula. La deficiencia de ácido succínico puede ser debido a una gran carga física, mental o emocional, que es la situación actual típica de estrés, un hecho muy común, y por lo tanto parece ser muy saludable el uso de ácido succínico como suplemento dietético.

Los efectos curativos del ácido succínico, o ámbar, son conocidos desde tiempos inmemoriales. Ya en el antiguo Egipto, la gente pensaba que el ámbar tiene propiedades

mágicas y místicas, utilizándose en esta y otras muchas culturas como un talismán o amuleto. El ácido succínico es un bioestimulador natural típico, su actividad reguladora aumenta la resistencia del cuerpo humano y armoniza el metabolismo; optimiza la energía total para el equilibrio y mejora la inmunidad. Utilizando ácido succínico nos ayuda a ser más resistentes contra los efectos del estrés y aumentar su capacidad de adaptación. Podemos decir que el ácido succínico es una sustancia eficaz e inocua para prolongar de modo natural la vida activa hasta una edad avanzada.

Quizás debido a la necesidad de cuantificar el ácido depositado en los estratos terciarios de arenas y lutitas o al hecho de que los métodos anteriores tenían una limitada aplicación, en el *Biochemical Journal* de julio de 1940 apareció publicado un artículo de George J. Goepfert (Departamento de Química Orgánica de la Universidad de Fordham, New York) en el que se describía un método rápido y exacto para la determinación de pequeñas cantidades (de hasta 10 mg) de ácido succínico, tanto si se encontraba como componente en medios nutritivos como en presencia de otros ácidos orgánicos. Además, el método por él desarrollado tenía la ventaja de poder realizarse sin dificultad y con el material de laboratorio con que normalmente se contaba en aquellos tiempos. La exactitud con la que lograba determinar el ácido en disoluciones acuosas del mismo, aplicando su método, era del 99,5 %.

La tarea que se propone este año para la fase local de la EUSO 2012, en Química, pretende comprobar la “facilidad” del método y la fiabilidad de tales resultados.

#### COMPROBACIÓN DEL MÉTODO

Tomar un volumen (entre 2 y 4 mL) de disolución acuosa de ácido succínico 0,1 N, llevarlos a un pequeño erlenmeyer y diluir con 5 mL de agua destilada (libre de cloro!). Poner una gota de una disolución acuosa de *m*-nitrofenol al 0,3 % en peso y comenzar a añadir gotas de disolución acuosa de hidróxido de sodio, Na(OH), 0,05 N hasta que la disolución tome color amarillo. Ésta se decolora con la adición de una gota de disolución acuosa de ácido nítrico, HNO<sub>3</sub>, 0,1 N, y en ese momento se añade un volumen determinado de disolución acuosa de nitrato de plata, AgNO<sub>3</sub>, 0,02 M que debe suponer un exceso del mismo respecto al ácido succínico presente. La disolución se vuelve a neutralizar añadiendo gotas de disolución acuosa de amoníaco o hidróxido de amonio, NH<sub>4</sub>(OH), 0,05 N y el precipitado que debe formarse se guarda en la oscuridad de una y media a dos horas. Transcurrido ese tiempo se filtra el contenido del erlenmeyer a través de un filtro de Gooch o embudo de placa filtrante, lavando el matraz con 3 sucesivas porciones de disolución acuosa de nitrato de amonio, (NH<sub>4</sub>)NO<sub>3</sub>, al 1 % en peso (3 mL, 3mL y 2 mL) que se verterán en el filtro. Al filtrado se le añaden 2 gotas de disolución alcohólica de diclorofluoresceína (al 0,1 % en etanol al 70 %) y 7 – 9 gotas de disolución acuosa de almidón al 1% y se valora el exceso de plata añadido mediante disolución acuosa de bromuro de potasio, KBr, 0,02 M hasta que desaparezca el color rosa.

Realizar al menos cinco ensayos y evaluar los resultados.

Indicar el efecto que producen las distintas sustancias que se adicionan.

Plantear, ajustadas, todas las ecuaciones químicas correspondientes a las reacciones que se producen.

Se valorará:

- El desarrollo del proceso necesario para preparar las disoluciones.
- La precisión de las medidas.
- La expresión de los resultados
- La inclusión de imágenes, fotográficas o de video, que corroboren la realización de la experiencia.

# PRUEBA DE BIOLOGÍA

## ¿Qué es mejor para el crecimiento de las plantas, un poco de vitamina D o 9 V de corriente continua?

*Mercedes García, David Meseguer y Jorge Molero*

Como sabemos, las vitaminas son compuestos orgánicos que se producen en las plantas y ayudan al crecimiento de las mismas proporcionándoles los nutrientes esenciales, también les ayuda a mejorar su inmunidad ante las enfermedades que les afectan. El tipo de vitamina necesario para impulsar el crecimiento depende del tipo de planta.

La Vitamina C o ácido ascórbico es una de las que maximiza el crecimiento, ayuda en la fotosíntesis, protege contra los rayos ultravioleta y permite que la planta se adapte al cambio climático. Es más, ¡ayuda a reducir el estrés de la planta!

Pero, ¿y la vitamina D?

Siguiendo el método científico, el equipo participante en esta edición de EUSO tendrá que llevar a cabo la experimentación necesaria para probar, o rechazar, la hipótesis que se establezca acerca de la influencia de la vitamina D en el crecimiento de las plantas.

Partiendo de los siguientes materiales:

- 10 recipientes para poder plantar en ellos
- suficiente tierra (o preparado) para llenar los recipientes
- pastillas de vitamina D (
- 10 frascos de ½ litro
- 1 probeta
- de 120 a 150 semillas de rábano
- balanza
- 1 rotulador
- una regla u otro dispositivo de sistema de medida de longitudes

y una vez establecida la hipótesis, rotular 10 de los “maceteros” con los número 0 a 9; plantar de 8 a 10 semillas de rábano en cada uno de ellos, separadas entre sí unos 2 cm, y regarlas diariamente (dos veces) con agua del grifo hasta que germinen y las plantas empiecen a brotar (aproximadamente a la semana). Cuando esto suceda, día “cero” de la experimentación, habrá que seleccionar 5 brotes (o, si se quiere, eliminar los menos “saludables”). Como pueden salir varios tallos de una misma planta, elegir el más alto de ella para controlar el crecimiento. Medir la altura de ese tallo este día, para los cinco brotes, hallar el valor medio y considerar éste como el inicial.

Preparar 10 frascos, numerados del 0 al 9, y poner en ellos 250 mL de: en el 0, agua del grifo; en el 1 disolución de vitamina D (en agua del grifo) al 0,1 % en peso; en el 2 disolución de vitamina D al 0,2 % ; y así sucesivamente.

A partir del día “cero” regar cada “maceta” con el líquido del frasco que tiene la misma numeración; es decir, la “maceta” 0 con agua del grifo, la “maceta” 5 con la disolución del frasco número 5, etc.

Tomar medidas de la altura de los tallos elegidos los días 5<sup>o</sup>, 10<sup>o</sup> y 15<sup>o</sup>, a partir del “cero”. Registrar dichos datos (sin olvidar que serán los valores medios), incluyendo el valor inicial, en la o las tablas necesarias.

Dibujar la gráfica que representa el crecimiento medio de las plantas en cada “maceta” con respecto al tiempo y la que representa la influencia de la concentración de vitamina D utilizada para riego durante los 15 días.

Establecer las conclusiones que se deriven.

## **Pero, ¿qué podemos decir de la influencia de un campo eléctrico o descargas eléctricas?**

El electrocultivo es un área de la ciencia que trata de relacionar los efectos de la electricidad y los campos eléctricos con la germinación de semillas y crecimiento de las plantas. En investigaciones recientes se ha puesto de manifiesto que puede mejorarse el crecimiento si se tiene en cuenta la sensibilidad de las células de las plantas a las corrientes eléctricas. De hecho, es fácil observar que cierto tipo de césped parece más “saludable” después de una tormenta y que si éste crece debajo de un tendido eléctrico generalmente presenta un mayor verdor; no obstante, hay quien interpreta estas mejoras en función del lavado que realiza la lluvia durante la tormenta y a que la existencia de cables permiten el que se posen los pájaros en ellos, abonando con sus excrementos la zona de influencia. Lo que ciertos científicos afirman es que si se dan las necesarias condiciones de germinación y crecimiento, tales como aireación, luz suficiente, riego adecuado y aporte de nutrientes, la corriente eléctrica ayuda a mejorar el crecimiento de las plantas, mientras que si dichas condiciones no se dan el someterlas a un campo eléctrico no supone diferencia alguna.

Pretendiendo comprobar la primera de estas últimas afirmaciones, habrá que llevar a cabo una experimentación en la que se observe el crecimiento de unas plantas que se desarrollan en las condiciones normales descritas y el que tienen otras cuyas semillas están plantadas en un suelo sometido a descargas eléctricas periódicas.

Para ello se necesitan dos recipientes análogos a los anteriormente utilizados como “maceteros”, suelo y semillas de rábano, agua del grifo, una pila de 9 V, dos láminas de cobre, pinzas de cocodrilo, los cables correspondientes y una regla u otro dispositivo para medir la altura de los tallos de las plantas.

Diferenciar claramente los “maceteros”. Plantar de 8 a 10 semillas de rábano en cada uno de ellos (como anteriormente), regar (dos veces al día) con agua del grifo hasta que germinen las semillas y aparezcan los brotes. Cuando puedan verse todos, el día “cero” para este caso, medir la altura de los tallos más altos de cada brote y anotar la media como

valor inicial. Introducir en los laterales opuestos de uno de los recipientes las placas de cobre, de forma que queden verticales y hundidas hasta por debajo del plano donde se plantaron las semillas, pinzar ambos con sendas pinzas de cocodrilo, conectar los cables a las placas y cerrar el circuito conectándolos a la pila con lo que se someterá al suelo, durante 5 minutos, a una descarga eléctrica.

Siguiendo con las mismas pautas de riego, al día siguiente medir las alturas de los tallos seleccionados de todas las plantas en cada “macetero”, hallar las medias y anotarlas en la tabla correspondiente; someter de nuevo el suelo a otra descarga de 5 minutos. Realizar las mismas medidas y operaciones durante tres semanas, completando la tabla.

Dibujar las líneas gráficas que representan el crecimiento medio de las plantas, de cada “macetero”, con respecto al tiempo y establecer conclusiones respecto a la influencia de las descargas.

¿Qué parece ser mejor, aportar vitamina D a las plantas o someterlas a descargas de corriente?

Adjuntar las fotos y video(s) que prueben el desarrollo experimental de la tarea, así como todas aquellas aportaciones-modificaciones que se consideren interesantes para la mejora o reforzamiento de las conclusiones.

# PRUEBA DE FÍSICA

*Adolf Cortel – Javier Gil*

## Enfriamiento de un líquido

Cuando un cuerpo se encuentra a mayor temperatura que su entorno se produce una transferencia de energía mediante los tres mecanismos conocidos: radiación, convección y conducción. Analizar por separado cada uno de estos procesos resulta muy complicado pero existe una relación experimental sencilla entre la temperatura del cuerpo caliente y la diferencia de temperaturas entre éste y la del entorno. La expresión matemática de esta relación se conoce como ley de Newton del enfriamiento.

La temperatura de un objeto decrece proporcionalmente a la diferencia de temperaturas entre ese objeto y su entorno. Si éste tiene una gran capacidad calorífica (es decir mantiene su temperatura constante  $T_A$ ) podemos escribir:

$$T = T_A + (T_O - T_A)e^{-kt} \quad (1)$$

Esta expresión nos proporciona el valor de la temperatura del cuerpo,  $T$ , al cabo de un tiempo,  $t$ . La temperatura inicial del cuerpo es  $T_O$  y  $k$  es una constante llamada parámetro de enfriamiento.

Es posible que a principios de 1º de Bachillerato todavía no se hayan estudiado este tipo de funciones llamadas exponenciales. Una alternativa es la siguiente. Supongamos que  $\tau$  es el tiempo necesario para que la diferencia de temperatura entre el objeto y el entorno disminuya en un 50%. Cada vez que pasa este tiempo, la nueva diferencia de temperatura entre el objeto y el ambiente es un 50% menor. Si se considera:

$$\Delta T = T - T_A$$

$$\Delta T_0 = T_0 - T_A$$

Se cumplirá:

$$\Delta T = \Delta T_0 \quad (\text{para } t=0)$$

$$\Delta T = \Delta T_0 / 2 \quad (\text{para } t=\tau)$$

$$\Delta T = \Delta T_0 / 2^2 \quad (\text{para } t=2\tau)$$

$$\Delta T = \Delta T_0 / 2^3 \quad (\text{para } t=3\tau)$$

De este modo, al cabo de un tiempo cualquiera  $t$ , la diferencia de temperatura entre el objeto y el ambiente será:

$$\Delta T = \frac{\Delta T_o}{2^{\frac{t}{\tau}}} = \Delta T_o \times 2^{-\frac{t}{\tau}} \quad (2)$$

Las ecuaciones (1) y (2) son equivalentes si se considera que  $k = 0,693/\tau$

Como muestran las ecuaciones, se alcanza la temperatura de equilibrio ( $T=T_A$ ) tras un tiempo infinito. Este es un ejemplo de decrecimiento exponencial tan frecuente en física.

## 1ª Parte

**Se ha de determinar el parámetro de enfriamiento,  $k$ , o el parámetro  $\tau$ , para un objeto concreto: una lata de refresco o bote de conserva llena/o de agua caliente sumergida/o en un gran baño de agua fría (para garantizar que la temperatura del entorno se mantenga constante).**

Para ello se han de tomar medidas de:

- masa de agua contenida en la lata o bote
- masa (o volumen) del agua usada como baño
- la temperatura del baño de agua (entorno) antes y después del experimento
- la temperatura del agua de la lata o bote a intervalos regulares, durante el tiempo necesario.

A partir de la gráfica de la temperatura del agua de la lata frente al tiempo (o de la diferencia de temperatura entre el agua de la lata y del baño) se ha de deducir el valor de la constante  $k$  (o de la constante  $\tau$ )

## 2ª Parte

Si el baño que constituye el entorno es pequeño su temperatura aumentará de una forma apreciable al absorber la energía cedida por el agua caliente de la lata.

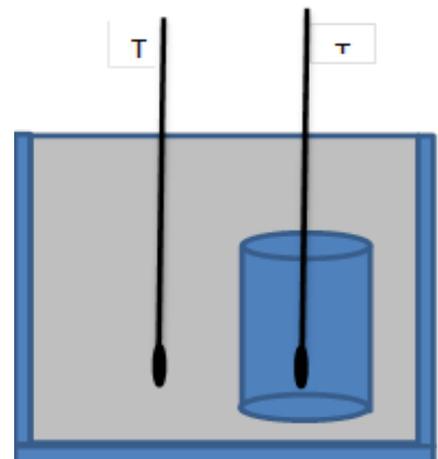
El calor cedido o absorbido,  $Q$ , es proporcional a su variación de temperatura  $\Delta T$ :

$$Q = C \Delta T$$

La constante de proporcionalidad,  $C$ , es la capacidad calorífica y depende de la masa y de la naturaleza del cuerpo. Se puede expresar como:

$$C = m c_e$$

( $m$  es la masa de la sustancia y  $c_e$  su calor específico)



Considerando que el calor cedido por el agua de la lata es igual (y de signo opuesto) al absorbido por el baño, si se espera el tiempo suficiente para que la temperatura final,  $T$ , del agua de la lata y del baño sean iguales (equilibrio térmico), se cumplirá:

$$C_{\text{baño}} (T - T_{o \text{ baño}}) = - C_{\text{agua lata}} (T - T_{o \text{ agua lata}})$$

**Se ha de utilizar esta expresión para calcular el calor específico de un líquido problema (aceite de girasol).**

Para ello, preparar un baño aislado térmicamente con aceite de girasol en el que se introducirá la lata con agua caliente.

Se ha de:

- medir la masa de agua caliente de la lata
- medir la masa de aceite de girasol del baño
- medir la temperatura del agua de la lata y del baño a intervalos regulares hasta que se alcance el equilibrio térmico
- representar en la misma gráfica las temperaturas sucesivas del agua de la lata y del baño frente al tiempo
- calcular el calor específico del aceite de girasol del baño

### **Observaciones:**

- La memoria también ha de contener la documentación suficiente para poder valorar cómo se han llevado a cabo los experimentos propuestos (imágenes fotográficas o de video).
- Se valorará que el informe contenga un tratamiento elemental de los errores.
- Si se ha encontrado un método experimental que se considere más apropiado que el descrito o se han hecho modificaciones sustanciales para realizar las tareas que se proponen, en ese caso se han de incluir y documentar para que puedan valorarse como merecen.