Título	La patata como generador de electricidad
Concepto físico	Electroquímica. Pila galvánica. Potencial de reducción. Conductividad iónica. Electrolitos en alimentos.
Enlaces	Link 1 (Pila galvánica) Link 2 (Potencial electroquímico)

Explicación teórica

Una patata puede encender un LED, hacer funcionar un pequeño reloj digital o incluso cargar lentamente un teléfono móvil si se conectan suficientes en serie. Este experimento, clásico en demostraciones de física, no es ningún truco: la patata actúa como el electrolito de una pila galvánica real, exactamente con el mismo principio que una pila alcalina comercial. Y el hecho de que funcione mejor cocida que cruda revela algo profundo sobre cómo la composición química de un alimento determina sus propiedades físicas, en este caso, su conductividad eléctrica.

Qué es una pila galvánica y cómo funciona

Una pila galvánica es un dispositivo que convierte energía química en energía eléctrica mediante una reacción de oxidación-reducción (redox) espontánea. Se compone de dos electrodos de materiales diferentes sumergidos en un electrolito, un medio conductor de iones que conecta los dos electrodos internamente mientras un cable externo los conecta eléctricamente.

En la pila de patata más sencilla se usan un clavo de zinc (Zn) y una moneda o lámina de cobre (Cu) como electrodos. El zinc tiene mayor tendencia a oxidarse que el cobre: en contacto con el electrolito ácido del jugo de patata, los átomos de zinc ceden dos electrones y pasan a la solución como iones Zn^{2+} (ánodo, polo negativo). Los electrones liberados viajan por el cable externo hacia el electrodo de cobre, donde reducen los iones H^+ del electrolito ácido produciendo pequeñas burbujas de hidrógeno (cátodo, polo positivo). La diferencia de potencial entre ambas semirreacciones genera una fuerza electromotriz (fem) de aproximadamente 0,5–1,0 V, suficiente para alimentar dispositivos de muy bajo consumo.

La energía eléctrica no sale de la patata, sino de la reacción química de corrosión del zinc. La patata actúa únicamente como electrolito: su función es conducir los iones entre los dos electrodos para cerrar el circuito interno. Sin electrolito, los electrones no podrían circular y la pila no funcionaría, aunque los electrodos estuvieran conectados externamente.

Por qué la patata es un electrolito: ácidos y sales en los alimentos

La patata contiene en su jugo celular una mezcla de ácido fosfórico, ácido cítrico, sales de potasio, calcio y magnesio, y otros electrolitos en concentraciones moderadas. Estos compuestos se disocian parcialmente en iones en solución acuosa, dotando al jugo de cierta conductividad eléctrica. La conductividad iónica del jugo de patata es suficiente para que la pila funcione, aunque con una corriente muy baja (del orden de microamperios a miliamperios).

La conductividad eléctrica de un alimento es una propiedad física medible y con gran relevancia en la industria alimentaria. Se utiliza, por ejemplo, en el calentamiento óhmico de alimentos (una tecnología de pasteurización que hace pasar corriente eléctrica directamente por el alimento), en la

detección de adulteraciones en la leche (cuya conductividad cambia si se le añade agua o sal), y en el control de la maduración de frutas (cuya conductividad varía con los cambios en la composición iónica del jugo celular durante la maduración), etc.

La patata cocida genera más electricidad: por qué

Un resultado sorprendente, publicado en investigaciones académicas, es que una patata cocida genera entre 5 y 10 veces más fuerza electromotriz que una patata cruda con los mismos electrodos. La explicación está en los cambios físico-químicos que produce la cocción. Al calentar la patata, las membranas celulares se rompen y el almidón gelatiniza, liberando al medio acuoso los iones y moléculas que estaban compartimentadas en las células. El resultado es un jugo con mayor concentración iónica libre y, por tanto, mayor conductividad eléctrica. Además, la estructura porosa de la patata cocida facilita la difusión de iones entre los electrodos, reduciendo la resistencia interna de la pila.

Este resultado ilustra un principio general muy relevante para CTA: la composición química de un alimento no determina solo su valor nutricional o su sabor, sino también sus propiedades físicas como la conductividad, la viscosidad o la actividad del agua. Procesar un alimento (cocinarlo, fermentarlo, deshidratarlo) modifica estas propiedades de formas que tienen consecuencias directas tanto en la tecnología de procesado como en la seguridad y calidad del producto final.

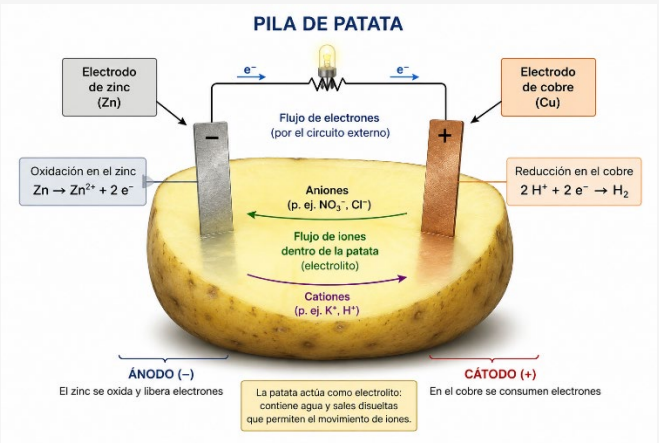
Conectar en serie: voltaje, intensidad y potencia

Una sola patata con electrodos de Zn y Cu genera una tensión de aproximadamente 0,5–1,0 V, insuficiente para la mayoría de aplicaciones. Sin embargo, conectando varias patatas en serie (el cobre de una conectado al zinc de la siguiente), las tensiones se suman: con 4–5 patatas cocidas en serie se puede obtener una tensión de 3–5 V. La intensidad de corriente disponible sigue siendo muy pequeña (del orden de miliamperios), lo que limita la potencia total a unos pocos milivatios. Este valor es suficiente para un LED de bajo consumo o un reloj de cuarzo, pero absolutamente insuficiente para aplicaciones de mayor consumo, lo que pone en perspectiva la diferencia entre tensión (V) e intensidad (A) como magnitudes independientes.

Comparativa de alimentos y líquidos como electrolitos (electrodos Zn-Cu)

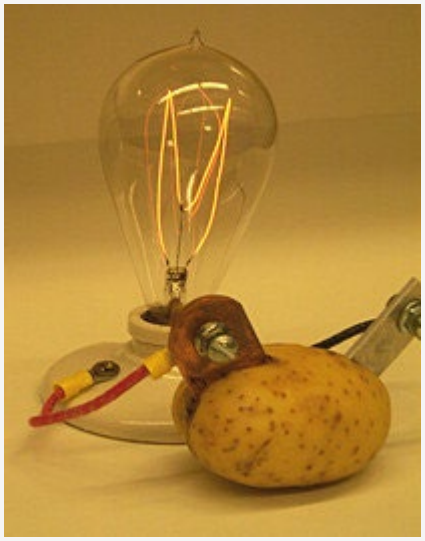
Electrolito (medio)	Tensión aprox. (Zn-Cu)	Corriente relativa	¿Por qué?	Observación
Agua destilada	~0,1 V	Muy baja	Casi sin iones: muy baja conductividad	Prácticamente no funciona
Patata cruda	~0,5–0,7 V	Baja	Ácido fosfórico y sales disueltas como electrolito	Suficiente para un LED o reloj de bajo consumo
Patata cocida	~0,9–1,0 V	Mayor	La cocción libera más iones y aumenta la conductividad del jugo celular	Hasta 10 veces más potencia que la patata cruda

Limón o naranja	~0,7–0,9 V	Moderada	Ácido cítrico como electrolito; alta concentración iónica	Clásico en experimentos de divulgación
Agua salada (NaCl)	~1,0–1,1 V	Alta	Alta concentración de iones Na^+ y Cl^-	Referencia: electrolito muy eficiente



Esquema de la pila de patata con electrodos Zn y Cu y flujo de electrones e iones

Fuente: Elaboración propia



Pila de patata cocida encendiendo un LED

Fuente: Xataka Ciencia

Preguntas de reflexión

1. Si se sustituye el electrodo de cobre por uno de plata (Ag), ¿aumentaría o disminuiría la tensión generada? ¿Y si se sustituye el zinc por hierro (Fe)? Busca los potenciales estándar de reducción de estos metales para razonar tu respuesta.
2. La patata cocida genera más electricidad que la cruda porque tiene mayor conductividad iónica. ¿Qué otro proceso habitual en la industria alimentaria (fermentación, salazón, deshidratación) crees que modificaría también la conductividad iónica de un alimento, y en qué sentido?
3. En el calentamiento óhmico de alimentos, se hace pasar corriente eléctrica directamente por el alimento para calentarlo. ¿Qué propiedad física del alimento determina la eficacia de este método? ¿Qué ocurriría si el alimento fuera muy poco conductor, como el aceite?
4. Con 5 patatas cocidas en serie se obtienen unos 3–5 V pero una intensidad de apenas 1–2 mA. ¿Cuánta potencia eléctrica (en mW) se genera? ¿Cuántas patatas harían falta para alimentar una bombilla LED de 3 W? ¿Te parece una fuente de energía viable?

Departamento de
Física Aplicada
Universidad Zaragoza

Recursos audiovisuales para comprender fenómenos físicos en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. PRAUZ_25_6200.

Autores: Pascual Sevillano, Francisco José Torcal y Fernando Blesa. Dpto. de Física Aplicada. Universidad de Zaragoza.