

Hornos de microondas, en la casa y en la ciencia

LORENA MAGALLÓN CACHO, EDGAR JESÚS BORJA ARCO, JEANNETE RAMÍREZ APARICIO, P.J. SEBASTIAN

Las doctoras Lorena Magallón y Jeannete Ramírez son cátedráticas CONACYT en el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias

El doctor Edgar Jesús Borja es investigador del Departamento de Física y Química Teórica, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. El doctor P. J. Sebastian es investigador del Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

El horno de microondas en la vida cotidiana

La mayoría de la población adulta hemos usado, al menos una vez en nuestra vida, un horno de microondas, ya sea para calentar algunos de nuestros alimentos o calentar una taza con agua. Incluso los más pequeños aman las palomitas de maíz hechas con este electrodoméstico. Los encontramos en muchos hogares, oficinas, restaurantes, etc., son fáciles de instalar y de uso sencillo, resultando muy útiles ya que en pocos minutos es posible calentar un alimento. Pero, ¿alguna vez te preguntaste sobre su origen? Para responder, hablemos un poco de su historia, y es que al igual que muchos desarrollos tecnológicos que conocemos hoy en día, el horno de microondas fue producto de la casualidad. Esto sucedió en el año 1946, cuando el Ingeniero Percy Spencer, quien trabajaba para una fábrica de radares, realizaba pruebas con un dispositivo llamado magnetron que emitía **energía electromagnética** en forma de microondas. Al ponerlo en funcionamiento, se percató de que una golosina que tenía en su bolsillo había comenzado a derretirse. Decidió entonces realizar un experimento colocando granos de maíz palomero cerca del magnetron y observó que éstos comenzaban a agitarse y explotaban en todas direcciones. También observó que al colocar un huevo cerca del dispositivo, este comenzaba a vibrar hasta explotar. Entendió entonces que la exposición de estos alimentos a la energía de baja densidad de las microondas había provocado un efecto en ellos. Posteriormente, comenzó a fabricar lo que sería el primer horno de microondas, usando una caja metálica la cual utilizaba este tipo de energía y en la cual se tenía un campo electromagnético de mayor densidad, desde entonces los hornos de microondas han tenido una considerable evolución. El magnetron del horno de microondas actual consiste en un cilindro metálico con cavidades resonadoras colocadas en forma radial que se comunican con una cavidad central mayor con un filamento metálico de titanio en su eje. El cilindro se com-

porta como ánodo y el filamento central como cátodo. El filamento, que se pone incandescente cuando está conectado al polo negativo de una fuente de corriente continua, emite entonces electrones por efecto termoiónico. Por su parte, el cilindro se conecta al polo positivo de dicha fuente y atrae a los electrones. El conjunto completo se encuentra dispuesto entre

El espectro electromagnético

los polos de un potente electroimán. El desarrollo del horno de microondas fue fortuito, pero existe una explicación a los efectos que en su momento observó Percy Spencer. Para entender el principio de funcionamiento debemos hablar del espectro electromagnético. Este se compone de diferentes tipos de radiación con longitudes de onda características. Hay siete tipos de radiación dentro del espectro electromagnético: ondas de radio, microondas, luz infrarroja, luz visible, luz ultravioleta, rayos x y rayos gamma (Figura 1).

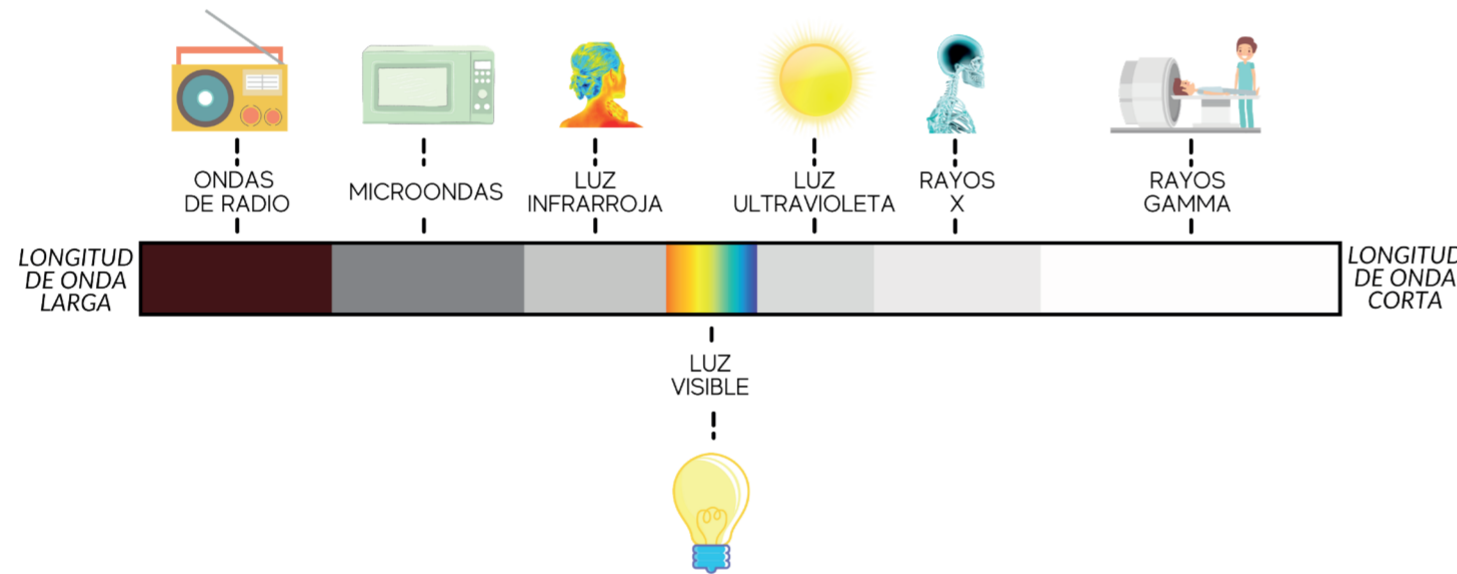


FIG. 1. REPRESENTACIÓN esquemática del espectro electromagnético.

Cada una de ellas tienen aplicaciones diferentes. En el caso de las microondas, la aplicación más conocida es en los hornos que tenemos en nuestras cocinas; sin embargo, estas son utilizadas en diversas tecnologías dentro del área de la medicina, aeronáutica, comunicaciones y en el desarrollo e investigación de nuevos materiales. Por ello, es muy probable que hayas interactuado con alguna tecnología que utiliza la radiación por microondas sin saber que así era. Pero antes de ver por qué y cómo se calientan los alimentos en un microondas, primero veamos cómo se calientan de manera convencional.

La transferencia de calor entre dos cuerpos, uno caliente (la fuente) y otro frío (receptor) puede ocurrir de tres maneras: la conducción, la convección y la radiación. La conducción ocurre cuando se ponen en contacto la fuente y el receptor sin que haya transferencia de masa entre ellos. La transferencia por convección ocurre únicamente en los fluidos ya que involucra movimiento de volúmenes de fluido de regiones que están a una temperatura hacia regiones que están a otra temperatura. Finalmente, la radiación térmica es el proceso por el cual el calor se transmite a través de ondas electromagnéticas. Cuando calentamos nuestros alimentos en la parrilla de una estufa, lo que hacemos es colocarlos en una olla, recipiente o sartén. Si tocamos el mango de la sartén, este habrá aumentado su temperatura debido a una transferencia de calor por conducción, ya que se encuentra en contacto directo con el material de las paredes del recipiente que se ha calentado por transferencia de calor por radiación entre la flama y el recipiente. También hay conducción cuando se cocina una pieza de carne sobre una plancha metálica caliente. Por otra parte, la convec-

ción es fácil de observar cuando se hierve agua (figura 2).

Transferencia de calor

En investigación científica, también se presenta estos tipos de transferencia de energía cuando se lleva a cabo la síntesis de materiales por métodos convencionales de calentamiento (Figura 3). Un matraz que contiene una disolución (mezcla de soluto y disolvente) se coloca en un baño de aceite, que al inicio se encuentra frío, y que posteriormente será calentado durante un tiempo determinado. Las paredes del matraz se calentarán por conducción, mientras que la disolución lo hará por convección, y esta presentará

una mayor temperatura cerca de las paredes del recipiente. Como resultado, los tiempos de síntesis suelen ser largos por la dificultad para alcanzar altas temperaturas de manera homogénea y mantenerla durante un largo periodo de tiempo. Por otra parte, en los hornos de microondas el calentamiento no sucede de la misma manera. Como lo vimos anteriormente, el corazón del horno de microondas es el magnetron, y es gracias a este dispositivo que la energía eléctrica se puede transformar en energía electromagnética, en donde el voltaje que llega al magnetron es transformado en radiación por microondas. Durante su funcionamiento las microondas se distribuyen en la cabina, en donde colocamos los alimentos y posteriormente serán calentados una vez seleccionado el tiempo correspondiente. De esta manera, la cabina del electrodoméstico funciona como una caja de resonancia, en donde las microondas rebotan en las paredes emitidas por el magnetron (a una frecuencia 2.5 GHz) formando una onda estacionaria.

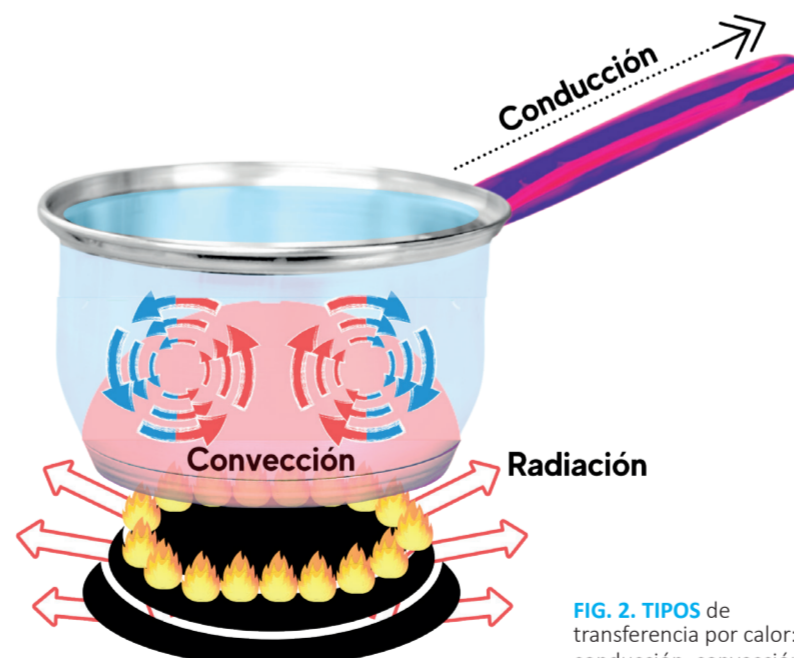


FIG. 2. TIPOS de transferencia por calor: conducción, convección y radiación.

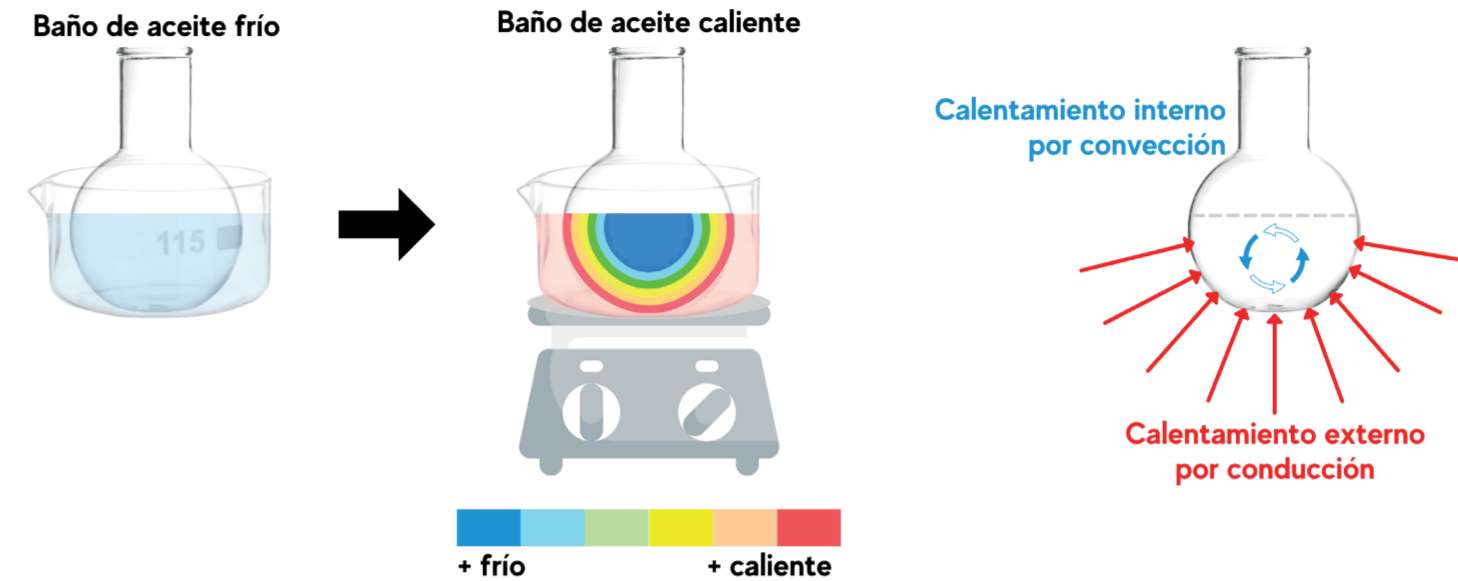


FIG. 3. REPRESENTACIÓN esquemática de síntesis de materiales por métodos convencionales.

Pero, ¿cómo se calientan los alimentos al interactuar con las microondas? El calentamiento por microondas se debe a un efecto que se le conoce como calentamiento dieléctrico, es decir, a la capacidad de un material (alimento o alguna sustancia química) para absorber la energía de las microondas y convertirla en calor. Para ello debemos saber que las microondas son ondas electromagnéticas que constan de un componente de campo eléctrico y otro magnético. Sin embargo, para una gran mayoría de sustancias, la componente eléctrica

del campo electromagnético es la que tiene importancia para las interacciones onda-material. Para el caso específico del calentamiento de agua (o de alimentos), el mecanismo para que ésta pueda generar calor al ser irradiada con microondas es el de polarización dipolar. De esta manera, cuando la molécula de agua (dipolo) se expone a frecuencias de microondas, los dipolos del agua se alinean con el campo eléctrico aplicado (Figura 4). A medida que el campo oscila, el campo dipolar intenta realinearse con el campo eléctrico alterno y, en el proceso, se pierde energía en forma de calor a través de la fricción molecular y la

pérdida dieléctrica, dando lugar al calentamiento dieléctrico. En resumen, la energía del campo se transfiere al medio y la energía eléctrica se convierte en energía cinética o térmica, y finalmente en calor, es decir, el calor se genera por las fuerzas de fricción que se producen entre las moléculas polares cuya velocidad de rotación se ha incrementado por el acoplamiento con la irradiación de microondas. ¿Y por qué no debemos meter un huevo en un microondas? Porque al interior del cascarón se genera una gran presión interna por el vapor generado durante la cocción del alimento (debido a la vibración de las

moléculas). Este vapor no tiene salida y se encuentra acumulado, por lo que llegará un momento en que sea tanta la presión, que estallará. Algo así como un globo, el aire o gas que se encuentra en su interior está generando una presión, si nosotros continuamos inflándolo llegará un momento en que sea tanta la presión que estallará.

Microondas en la ciencia

Cabe mencionar que no solo en casa usamos este tipo de tecnología, en investigación científica también es

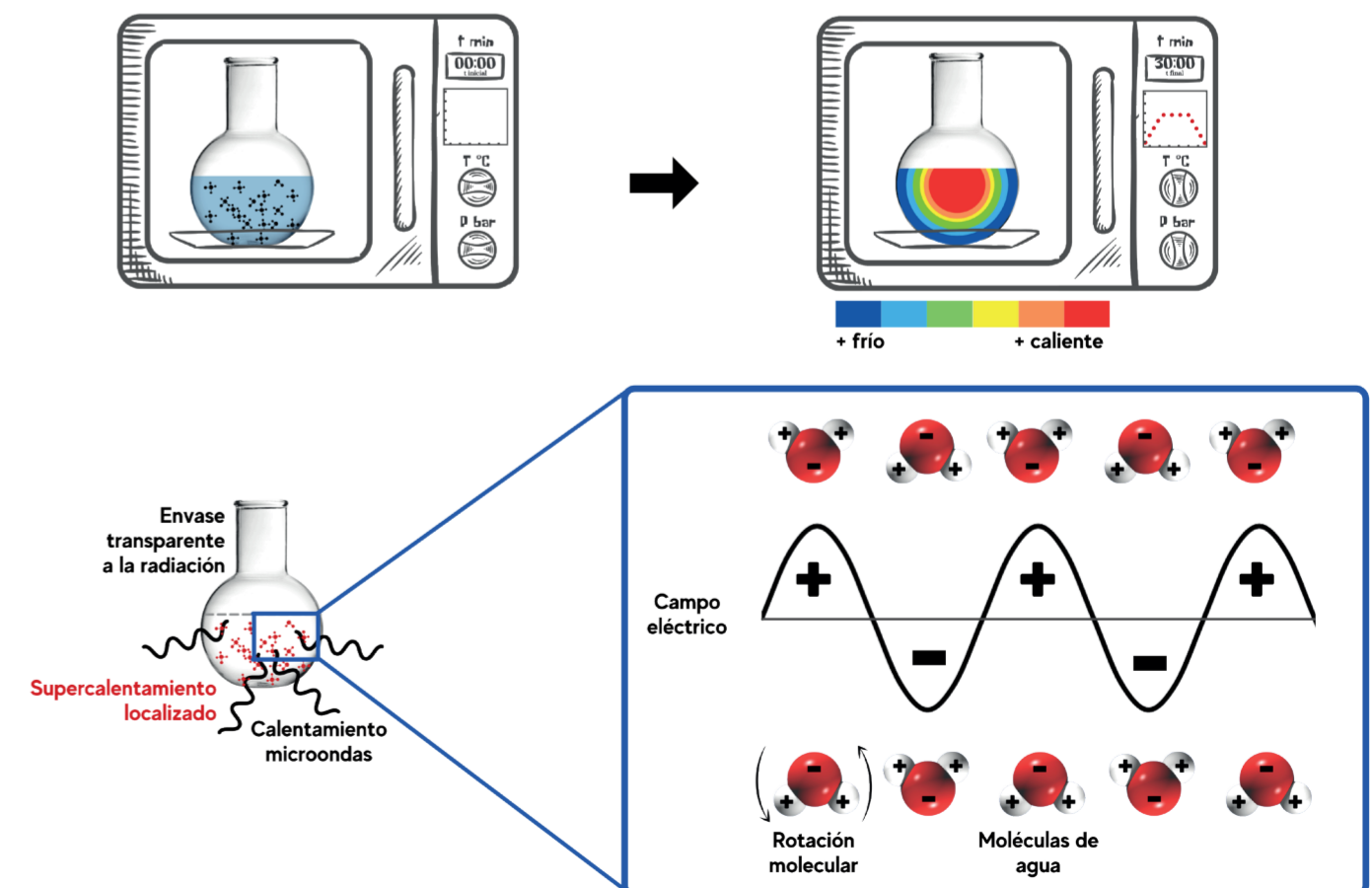


FIG. 4. REPRESENTACIÓN esquemática del método de calentamiento con microondas.

empleada, solo que lo llamamos: reactor de microondas, porque en él llevamos a cabo reacciones de manera controlada, donde manejamos variables como el tiempo, la presión y la temperatura de síntesis. Esto permite tener una mayor reproducibilidad de los experimentos y realizar una gran variedad de los mismos. Definitivamente, son más sofisticados que los de casa, pero el principio de funcionamiento es el mismo. Con métodos convencionales, los tiempos de síntesis pueden tomar 24 horas o más, mientras que con este tipo de reactores en máximo 30 minutos podemos tener sintetizado un material. Algo muy interesante y que representa una gran ventaja desde el punto de vista económico y ambiental, es que como medio de síntesis se puede utilizar disolventes ambientalmente amigables como el agua. De esta manera, la investigación científica y el desarrollo tecnológico buscan tener un impacto positivo sin afectar el medio ambiente, con el objetivo de generar una química verde (green chemistry). Por otra parte, el realizar una síntesis en tan poco tiempo, permite generar una mayor cantidad de experimentos, con la finalidad de obtener materiales con una mejora en sus propiedades y normalmente, con tamaño nanométrico. Como te puedes dar cuenta, la ciencia y la vida cotidiana están relacionadas mucho más estrechamente de lo que te imaginas.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.