

# Las microondas en la ciencia

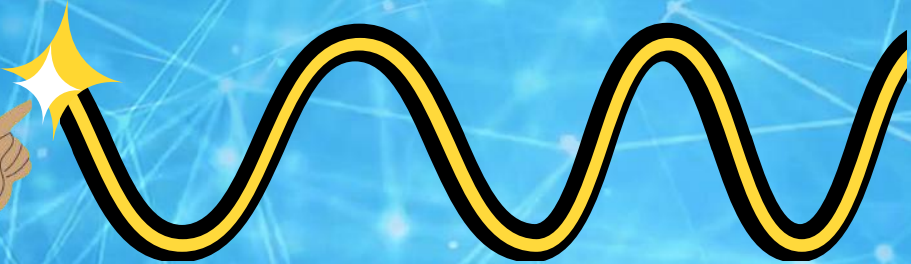


José Luis Uribe García  
Luis Carlos Ordoñez López

1185

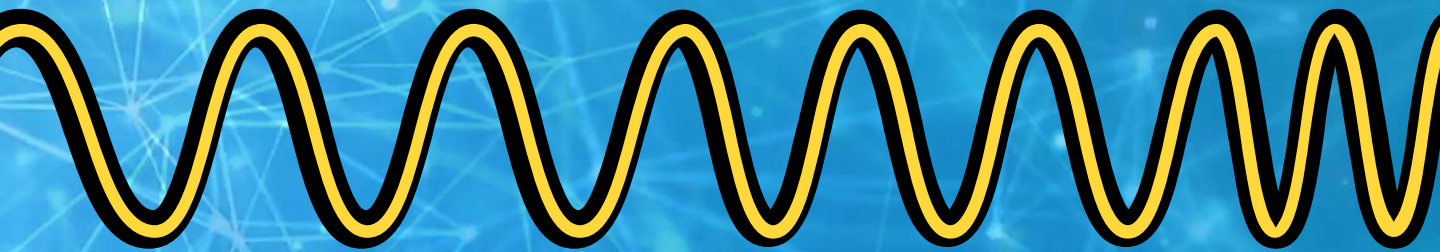


# Las microondas en la ciencia



**Cómo citar este artículo:** García-Urbe JL, Ordoñez-López LC. 2025. Las microondas en la ciencia. Revista Ciencia y Naturaleza (1185).





## *Historia de las microondas*

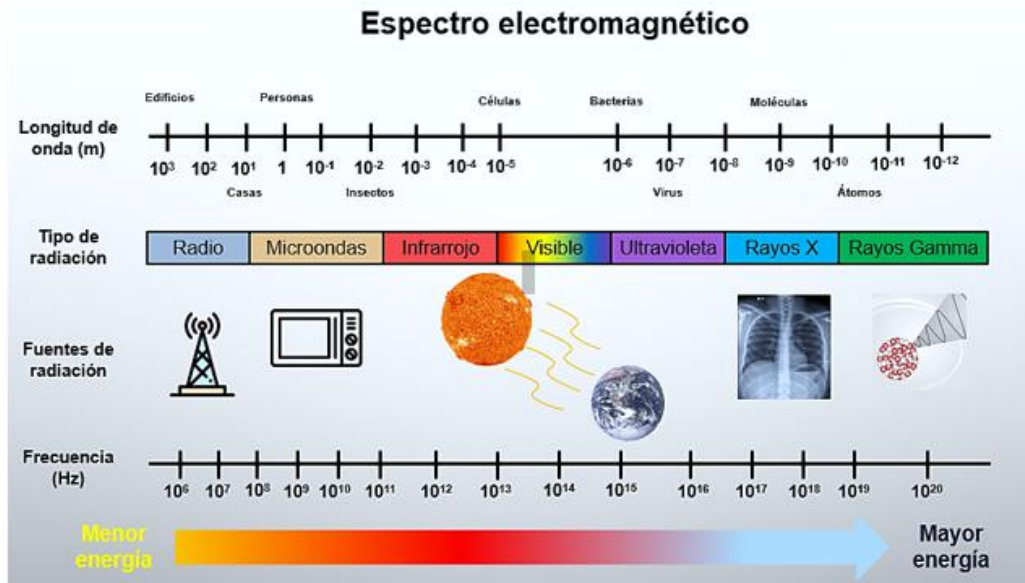
**E**l horno de microondas se ha convertido en un electrodoméstico común en los hogares, comercios y oficinas. Su popularidad se debe a su capacidad para calentar diversos alimentos, bebidas y otros elementos compatibles en cuestión de minutos. Sorpresivamente, esta tecnología fue descubierta de manera accidental en el año 1946 por Percy Spencer.



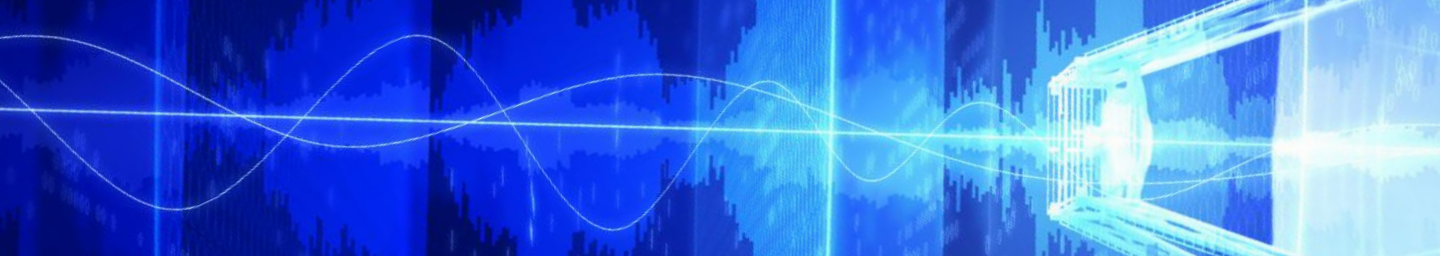
El ingeniero Percy trabajaba en una fábrica de radares realizando pruebas con un dispositivo llamado magnetrón, el cual emitía radiación electromagnética en forma de microondas. Un día, mientras estaba en funcionamiento, se percató que una barra de chocolate que tenía en su bolsillo se había derretido. Por lo tanto, experimentó con otro tipo de alimentos como maíz para palomitas y un huevo, observando que estos reaccionaban por el efecto de las microondas. Gracias a esto, la tecnología para hornos de microondas empezó a desarrollarse.



*En ocasiones, los científicos realizan hallazgos importantes de manera accidental mientras buscan otra cosa diferente. A estos descubrimientos se les conoce como serendipia.*

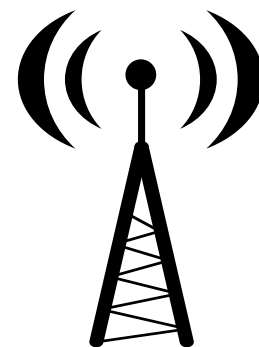


**Figura 1.** Espectro electromagnético.



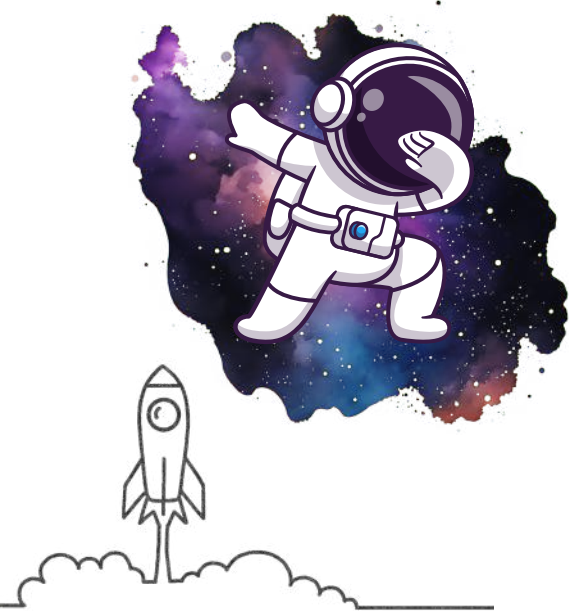
Para entender el origen de las microondas, necesitamos conocer la naturaleza del espectro electromagnético (Figura 1). Este se descubrió a partir de experimentos y aportes del científico británico James Maxwell, quién formalizó las ecuaciones para su estudio, conocidas como las ecuaciones de Maxwell. El espectro se divide en siete secciones con diferentes rangos de energía, comúnmente expresado en términos de longitudes de onda ( $\lambda$ ), los cuales son las ondas de radio, microondas, luz infrarroja, luz visible, luz ultravioleta, rayos x, y rayos gamma.

Las microondas se encuentran a longitudes de onda en un rango de 1 m a 1 mm, y precisamente en una longitud cercana a 1.9 mm fue donde se detectó una de las señales más antiguas del universo llamado el Fondo Cósmico de Microondas (FCM). El descubrimiento del FCM se atribuye a los ingenieros Arno Penzias y Robert Wilson, quienes en 1965 trabajaban con una antena de microondas.



Ellos se percataron de un ruido de fondo que no podían eliminar y, tras descartar todas las posibilidades, se plantearon que este ruido provenía del espacio exterior. Sin darse cuenta, habían detectado la radiación remanente del Big Bang.

Además de calentar nuestros alimentos, las microondas son utilizadas en diferentes tecnologías en el área de la telecomunicaciones, aeronáutica y en el desarrollo de nuevos materiales.





Algunas aplicaciones comunes son los sistemas satelitales para el monitoreo climatológico, radares y en la red de comunicaciones inalámbricas. Generalmente, los hornos de microondas funcionan a frecuencias de 2.45 GHz para no interferir con las frecuencias de otras fuentes de comunicaciones.

## ¿Cómo se calientan las cosas a través de las microondas?

Para comprender la capacidad de las microondas para calentar algunas sustancias, debemos aprender cómo se transfiere el calor en la naturaleza. La transferencia de calor ocurre en el sentido del cuerpo con mayor energía al de menor, esto de acuerdo con las leyes de la termodinámica. Este fenómeno puede realizarse por tres mecanismos: la conducción, la convección y la radiación.

La conducción ocurre cuando el calor se transfiere en contacto directo entre dos objetos sólidos. La convección, por el movimiento de líquidos y gases debido a diferencias de temperaturas. La radiación es la energía que se transmite a través de las ondas electromagnéticas y puede convertirse en calor al ser absorbida.



Sartén caliente

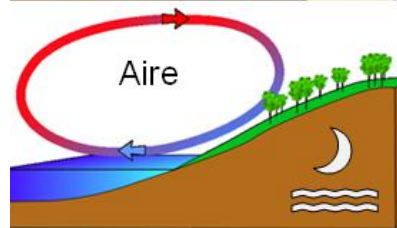
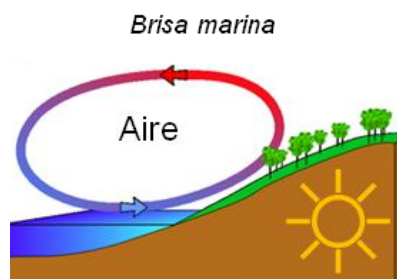


Conducción

Horno de microondas



Radiación



## Leyes de la Termodinámica

Las leyes de la termodinámica definen principios fundamentales que rigen el comportamiento de la energía y temperatura en los sistemas físicos.

**Ley cero:** Si dos cuerpos están en equilibrio térmico con un tercer cuerpo, entonces también estarán en equilibrio térmico entre sí. En otras palabras, al poner en contacto dos cuerpos con diferentes temperaturas, estos intercambiarán calor hasta alcanzar un equilibrio térmico (la misma temperatura).

**Segunda ley:** El calor siempre fluye de manera espontánea de un cuerpo con mayor temperatura hacia uno con menor temperatura, y nunca en sentido opuesto, a menos que se aplique energía externa. Por ejemplo, una taza caliente transfiere calor hacia el ambiente y no al revés.

El calentamiento por microondas sucede gracias al efecto llamado calentamiento dieléctrico, el cual es la capacidad de una sustancia para absorber la radiación de microondas y convertirla en energía térmica. No obstante, no todos los materiales interactúan con las microondas de la misma manera. En la Tabla 1 se muestran las diferentes interacciones entre materiales y microondas.

Tabla 1. Interacción material-microondas

Interacción con microondas	Características del material	Ejemplos
Absorbedor	Poseen cargas libres que interactúan y absorben las microondas	Agua y etanol
Reflector	Reflejan las microondas sin absorberlas	Metales
Transmisor	No absorben ni reflejan las microondas	Cuarzo, teflón y cerámica



Los metales reflejan la mayor parte de la radiación de microondas, pero poseen electrones de valencia con libertad de movimiento que, al interactuar con las microondas, absorben una pequeña cantidad de energía haciéndolos vibrar rápidamente. Este comportamiento puede causar descargas eléctricas y chispas, especialmente en superficies irregulares (como el papel aluminio), representando un riesgo para el horno de microondas y sus componentes.



En cambio, los materiales como el cuarzo, la cerámica y el teflón no interactúan significativamente con la radiación de microondas, permitiendo su paso. El cuarzo y el teflón son los materiales más utilizados como recipientes de laboratorio, por lo que su compatibilidad con las microondas es de gran ventaja.

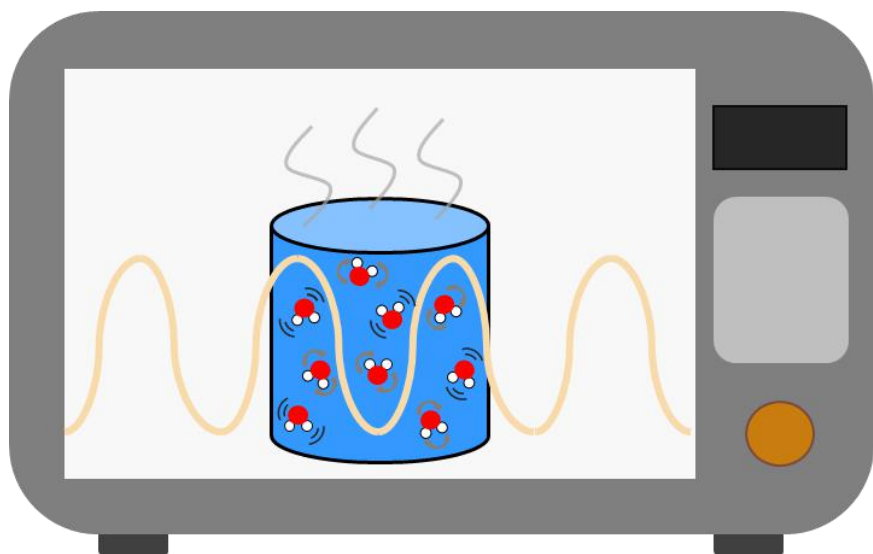
En los alimentos, el calentamiento ocurre gracias a la interacción de las microondas con moléculas polares, como el agua, contenidas en ellos. En un horno de microondas, el magnetrón convierte la energía eléctrica en radiación de microondas. Estas ondas rebotan dentro del horno, creando un campo electromagnético oscilante, donde las moléculas polares intentan alinearse constantemente con el campo, lo que las hace rotar y vibrar rápidamente. Este movimiento genera fricción entre las moléculas, lo que incrementa su energía cinética y, por consecuencia, su temperatura.



Este mismo principio también se aplica en la síntesis de materiales, donde las microondas inducen un calentamiento eficiente al interactuar con compuestos polares, solventes y mezclas de reacción. En la Figura 2 se observa este mecanismo de calentamiento.



**Figura 2.** Mecanismo de calentamiento por microondas.



## *Microondas en el laboratorio*

En muchos experimentos y procesos químicos, es necesario incrementar la energía de las moléculas a través de algún proceso de transferencia de calor para iniciar o acelerar una reacción. Sin embargo, los métodos convencionales de calentamiento requieren tiempos prolongados, son energéticamente ineficientes y no distribuyen el calor de manera uniforme.



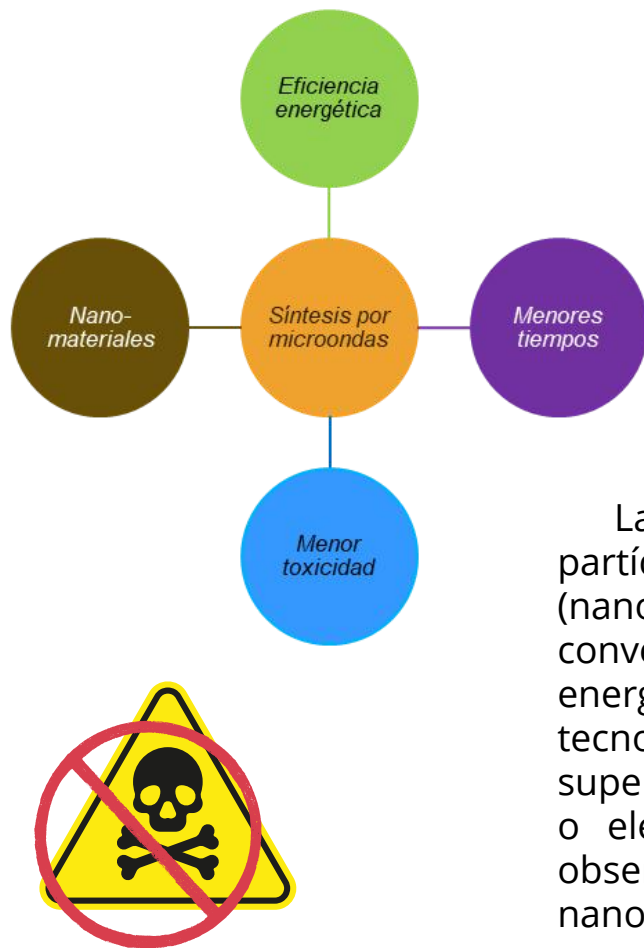
Una alternativa moderna es el reactor de microondas, un equipo de laboratorio diseñado para trabajar con muestras sólidas y disoluciones para la síntesis de nuevos materiales. Este equipo funciona de manera similar a un horno de microondas, pero con la capacidad de controlar diferentes factores cruciales como la temperatura, presión y potencia de la fuente de microondas. Gracias a esto, podemos obtener productos con características definidas en cada experimento.



Una de las principales ventajas de realizar una síntesis asistida por microondas es la rapidez y limpieza del proceso. Mientras que, en los métodos convencionales el proceso de transferencia de calor puede llevar varias horas, o en algunos casos hasta días, las microondas suelen llegar a las temperaturas deseadas en cuestión de segundos, reduciendo el tiempo total a solo segundos o minutos.

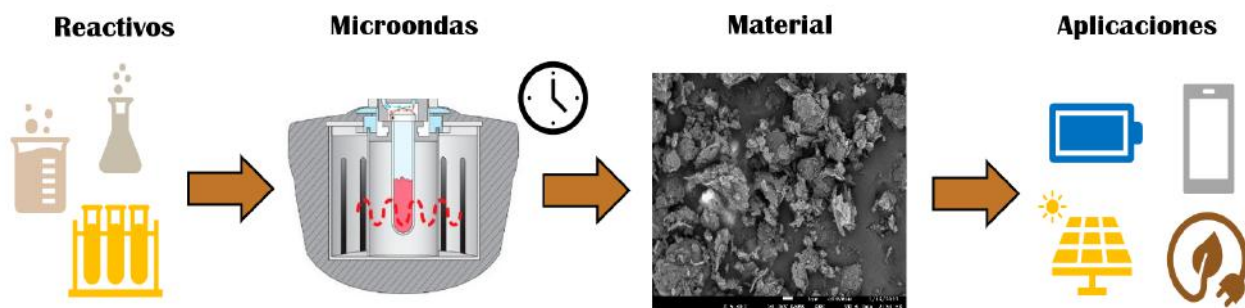


Otros aspectos destacables son la alta eficiencia de las microondas, tanto en el consumo energético como en el rendimiento de las reacciones, la utilización de sustancias menos tóxicas y la reducción en la generación de residuos peligrosos.



En el campo de la ciencia de los materiales, las ventajas de las microondas son atractivas para obtener materiales con estructuras más definidas, con mejores propiedades físicas y químicas, y con un menor impacto ambiental en poco tiempo.

Las microondas permiten producir partículas extremadamente pequeñas (nanomateriales) enfocados en la conversión y almacenamiento de energía, mejorando el desempeño de tecnologías como las baterías, supercapacitores, celdas de combustible o electrolizadores. En la Figura 3 se observa el proceso general de síntesis de nanomateriales asistida por microondas.



**Figura 3.** Producción de materiales asistido por microondas.



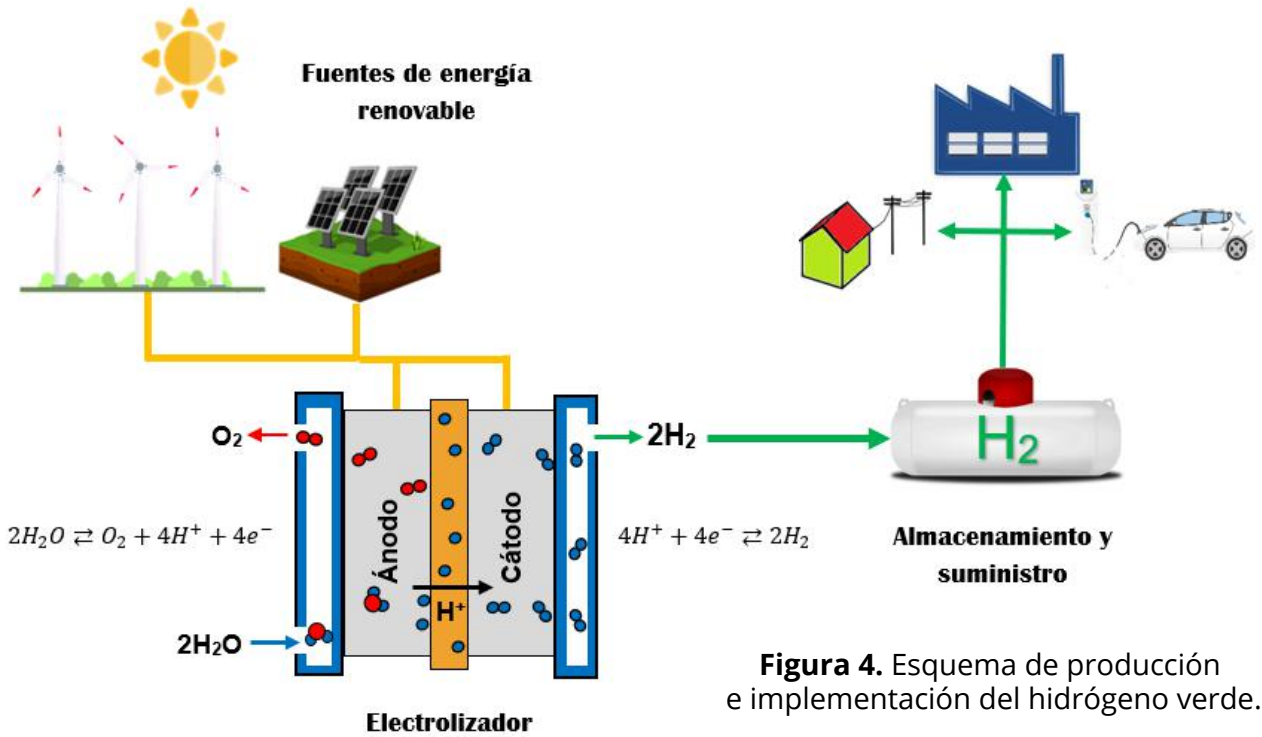
## ¿Hidrógeno verde?

La dependencia global de los combustibles fósiles y el incremento de la demanda energética ha generado serios problemas medioambientales y crisis en la generación de energía. Debido a esta situación, es necesario el desarrollo de fuentes de energía limpias, renovables y sostenibles. Muchas tecnologías, como la solar y eólica, han sido desarrolladas para reducir el uso de combustibles fósiles y combatir los efectos del calentamiento global. Sin embargo, estas fuentes presentan un reto importante de variabilidad, ya que suelen depender del clima y la hora del día, generando inestabilidad en la demanda de la red eléctrica.



Una solución prometedora es utilizar el hidrógeno ( $H_2$ ) como vector de almacenamiento de energía. Actualmente, alrededor del 95% del  $H_2$  se produce a partir de la reformación del gas natural con vapor de agua (SMR: steam methane reforming), proceso que libera dióxido de carbono y como producto “hidrógeno gris”. El  $H_2$  es ampliamente utilizado en la industria, la generación de electricidad y en medios de transporte con celdas de combustible. Estas aplicaciones y su método de producción, son una oportunidad para almacenar la energía proveniente de las fuentes de energía renovables.

Para esto, se propone producir  $H_2$  libre de emisiones de dióxido de carbono (“hidrógeno verde”) a través de un electrolizador conectado a fuentes de energía renovable. Este dispositivo, utilizando energía eléctrica, separa los átomos de hidrógeno y oxígeno de la molécula de agua por electrólisis. En la Figura 4, se muestra un esquema del proceso de producción del hidrógeno verde.



La electrólisis del agua es un proceso electroquímico que consta de dos reacciones clave: la evolución de hidrógeno (HER), que ocurre en el cátodo, y la evolución de oxígeno (OER), en el ánodo. La evolución de oxígeno es una reacción bastante compleja debido a los mecanismos de cinética química involucrados. Por esto, la OER es el paso más lento o cuello de botella del proceso, por lo que requiere una mayor cantidad de energía para llevarse a cabo. Para mejorar el rendimiento del electrolizador, se estudian catalizadores que permitan acelerar la cinética de reacción, reducir la energía necesaria y optimizar la producción de hidrógeno verde.

En el electrolizador comúnmente se utilizan metales nobles como catalizadores, platino (Pt) para el cátodo y óxido de rutenio (Ru) o iridio (Ir) para el ánodo.



A diferencia del óxido de rutenio, el óxido de iridio ( $\text{IrO}_2$ ) es más estable en las condiciones exigentes de la electrólisis, pero presenta una menor actividad catalítica. Aun así, el  $\text{IrO}_2$  es el material catalítico más utilizado para llevar a cabo la electrólisis del agua.



Sin embargo, la escasez y el precio de estos metales supone un desafío económico extremadamente alto para implementar esta tecnología a gran escala.





Una alternativa reciente son los materiales multielementales, entre ellos destacan los sistemas multimetálicos como los materiales de alta entropía. Estos son considerados como materiales potenciales para la HER y OER por sus propiedades intrínsecas como estabilidad térmica, resistencia a la corrosión, alta dureza y actividad catalítica. Estas propiedades surgen de su diversidad elemental, donde la interacción entre distintos elementos produce efectos sinérgicos que mejoran el desempeño general del catalizador. 🍀

## *Agradecimientos*

El (Los) Autor (es) con CVU:1266968 agradecen al SECIHTI por la beca otorgada para realizar el programa de estudios correspondiente en el cual se desarrolla el trabajo de investigación con el tema abordado.

Crédito de imágenes en orden de aparición: Magic Media Canva, RomoloTavani (Getty Images, GI), richcarey (GI), JoyImage, axxy, Raras, deemakdaksina, Mimidesign, Canva PH, piyaset (GI), Prosymbols, Seita, Sarinyapinngam (GI), Good Wife, Victor Juice, bsd studio, erifqizeicon, Leremy Gan, IgOrZh (GI), VectorFair Y, sketchify, alxpín (GI Signature), Nomadsoul1 (GI), djstock2, Oligo, Canva Template, ruslannesterenko, theimg, melvinilham, zhaojiankang (GI), hh5800 (GI), Dianne Rosario (sketchify), HL12 stud, heol\_pete (GI), Artistdesign13, iconsy, Billion Photos, stock\_colors (GI Signature), Tirta Sudibya, DAPA Images, irasutoya, joaquincoxatto, adisa (GI), pixelshot, Tourism Aiuustralia, tc2412 (GI), Bruna Saraiva, Rabbit Star. Crédito de figuras: Proporcionadas por los autores. Los autores utilizaron ChatGTP y declaran que ningún párrafo ha sido generado completamente o con más del 50% de sus palabras con esta herramientas AI.

## Para Consulta

-  Aaron Slepko. 2024. Why can't you put metal in a microwave? Ted-Ed, YouTube. [\[Link\]](#)
-  Magallón L, Borja EJ, Ramírez J, *et al.* 2021. Hornos de microondas, en la casa y en la ciencia. Academia de Ciencias de Morelos, A.C. [\[Link\]](#)
-  Krishnan R, Shibu SN, Poelman D, *et al.* 2022. Recent advances in microwave synthesis for photoluminescence and photocatalysis. *Materials Today Communications* 32: 103890. [\[Link\]](#)
-  Higareda A, Hernández-Arellano DL, Ordoñez LC, *et al.* 2023. Advanced Electrocatalysts for the Oxygen Evolution Reaction: From Single- to Multielement Materials. *Catalysts* 13. [\[Link\]](#)

**Dra. Selene Ramos Ortiz**  
Editor Asociado Revista CyN

*Diseño de publicación: Sofia Paz*



### José Luis Uribe García

Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Licenciado en Química Aplicada, actualmente estudiante de Maestría en Ciencias de Energía Renovable enfocado en el área de materiales funcionales enfocado en materiales compuestos con nanoestructuras de carbono.

contacto: [jluribeg@hotmail.com](mailto:jluribeg@hotmail.com)



### Luis Carlos Ordoñez López

Profesor-Investigador Titular C, Unidad de Investigación en Energía Renovable (UER), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Ingeniero Químico y Maestro en Ingeniería Química (Procesos), Facultad de Química-UNAM. Doctorado en Ingeniería (Energía), Centro de Investigación en Energía, UNAM. Su investigación abarca el desarrollo de materiales electrocatalíticos libres de metales nobles para sistemas electroquímicos de energía, la producción de hidrógeno por electrólisis y el análisis computacional de celdas electroquímicas.