

Artículo



Revista

Ciencia
y Naturaleza

Aplicaciones en la vida diaria de los materiales heterogéneos aleatorios

Gliserio Romeli Barbosa Pool
Carlos Alberto Pacheco Pat

1044



Artículo

Aplicaciones en la vida diaria de los materiales heterogéneos aleatorios



Cómo citar este artículo: Barbosa-Pool GR, Pacheco-Pat CA. 2024. Aplicaciones en la vida diaria de los materiales heterogéneos aleatorios. Revista Ciencia y Naturaleza (1044).





Si te detienes por un momento y miras a tu alrededor, te darás cuenta de la gran cantidad de objetos, dispositivos y aparatos que nos rodean. Estos están contruistos de diferentes materiales: desde los objetos más simples hasta los dispositivos tecnológicos más avanzados. Se pueden clasificar por el material en el que se construyen: metálicos, cerámicos, polímeros, semiconductores, compuestos, orgánicos (huesos, sangre, entre otros), genético, como se muestra en la figura 1.



Actualmente, una forma de clasificarlos es de acuerdo a las fases que los componen, siendo dos grandes ramas las principales: homogéneos y heterogéneos. Un material homogéneo es aquel de composición uniforme que no puede separar mecánicamente en diferentes materiales, es decir, tienen la misma composición y las mismas propiedades en cualquier porción del sistema, un ejemplo es el agua. Los materiales heterogéneos son aquellos que su mezcla no es uniforme ya que presentan distintas propiedades en las diferentes partes del sistema que lo conforma; algunos ejemplos son: el granito, hormigón, concreto, aleaciones metálicas, asfalto, por mencionar algunos.

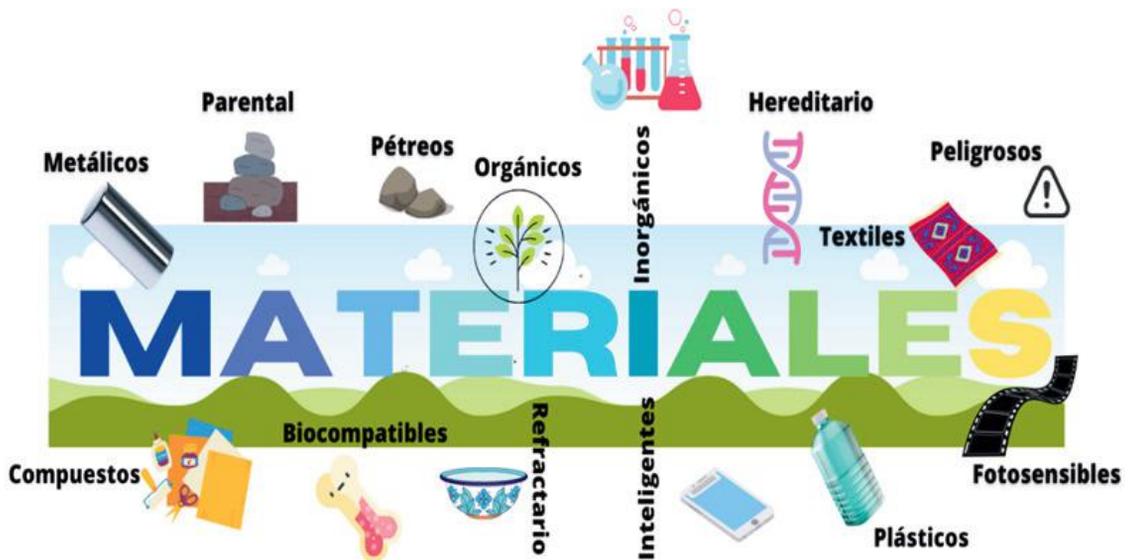


Figura 1. Ejemplo de clasificación de los materiales.

Hay un tipo especial de material que merece nuestra atención: los materiales heterogéneos aleatorios. Quizás no hayas escuchado nunca sobre ellos, pero estos materiales son la clave detrás de numerosos objetos y tecnologías que utilizamos en nuestra vida cotidiana. Algunos son fáciles de identificar a simple vista, otros requieren de un microscopio para poder ser observados.



¿Qué son los materiales heterogéneos aleatorios (MHA)?

Son materiales compuestos, esto quiere decir que están formados por una combinación de diferentes fases en una distribución aleatoria (no siguen un patrón definido). Imagínalos como una especie de cóctel o ceviche donde cada ingrediente tiene sus propias características únicas. En la figura 2 se pueden observar distintos ejemplos de materiales heterogéneos aleatorios.

Una característica principal de estos materiales es que a grandes escalas pueden ser estudiados como un solo elemento, pero a pequeña escala están compuestos por distintas fases de un mismo material, cada fase contiene características que las mantiene diferentes de las demás fases.

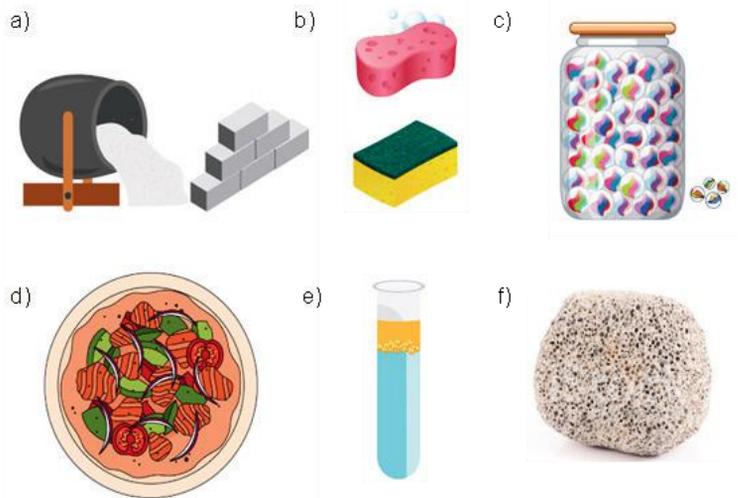


Figura 2. Ejemplos representativos de diferentes MHA: a) concreto, b) esponja lavatrastes, c) canicas de colores, d) ceviche, e) dos fases con diferentes propiedades, aceite y agua y f) piedra pómez.

Cuando las fases están desordenadas se les conoce como materiales heterogéneos aleatorios. La clave está en esa combinación variada y aleatoria que les otorga propiedades especiales. Esto significa que sus propiedades físicas y mecánicas pueden variar en diferentes partes del material, es como tener una mezcla única y sorprendente de diferentes ingredientes en un solo material.



Los MHA son utilizados en la fabricación de objetos y procesos en prácticamente todos los campos de la ciencia y tecnología: desde la construcción de edificios y puentes, ciencias de la salud, hasta la creación de dispositivos electrónicos de última generación. Estos materiales aportan características especiales a los productos que usamos, como resistencia, ligereza, conductividad y muchas más. En este artículo, explicaremos más a fondo los MHA: sus características que los diferencian de otros materiales, sus aplicaciones en diversos campos (transporte, comunicación, energía renovable, entre otros) y cómo nos benefician en nuestra vida diaria.

Propiedades y características principales

Los MHA representan todo un mundo de sorpresas ya que tienen características únicas que los hacen realmente especiales. Esto es debido a que son capaces de combinar diferentes propiedades que en algunas ocasiones podrían resultar hasta contradictorias, es precisamente, esta combinación en sus propiedades lo que representa un campo de oportunidad importante para la ciencia de los materiales, ya que pueden ser diseñados y utilizados de acuerdo a funciones específicas.



Los materiales heterogéneos aleatorios pueden presentar una diversidad increíble de propiedades físicas y mecánicas. Imagina un material que puede ser resistente, pero al mismo tiempo ligero. Pues bien, detrás de esa combinación perfecta de resistencia y ligereza se encuentran precisamente los materiales heterogéneos aleatorios donde cada una de las fases aporta características específicas al material.



La presencia de estos materiales en nuestra vida cotidiana es fascinante. No todos son creados por el hombre, también se encuentran en el cuerpo humano, como en los huesos, tejidos y en la sangre. También tienen una presencia importante en nuestro entorno, como en las rocas porosas, como el mármol y el granito por mencionar algunas. El mármol es un material con un alto grado de aleatoriedad compuesto de piedra caliza granular (es decir, roca compuesta de carbonato de calcio y magnesio) que se ha recristalizado bajo la influencia del calor y la presión. El granito, que es una mezcla heterogénea aleatoria de cuarzo, feldespato y mica, como se observa en la figura 3.



Figura 3. El granito, un ejemplo de material heterogéneo aleatorio.

Otros materiales ejemplos de este tipo de materiales creados por el hombre son los plásticos reforzados con fibra de vidrio. Estos, tienen un aspecto resistente, pero son ligeros, como los cascos de bicicleta o las fundas de los celulares. En la industria automotriz, se utilizan materiales heterogéneos aleatorios para fabricar piezas resistentes que cuenten con bajo peso, lo que mejora la eficiencia del combustible.

De igual manera son utilizados en la construcción de aviones, donde su resistencia y ligereza son fundamentales para garantizar la seguridad en la construcción de las aeronaves y en su rendimiento. Además, pueden ser conductores de electricidad, térmicamente eficientes o incluso tener propiedades magnéticas. Su versatilidad es simplemente fascinante. Estos materiales han abierto un abanico de posibilidades en diferentes aplicaciones científicas, industriales y de la vida diaria.



Los MHA se aplican en la electrónica, energía renovable e industria del hidrógeno verde, donde su conductividad y propiedades magnéticas permiten el desarrollo de dispositivos más eficientes, compactos y portables. Incluso en la medicina, se están explorando aplicaciones en implantes biocompatibles que aprovechan las propiedades únicas de estos materiales para mejorar la calidad de vida de las personas. Los MHA son como los camaleones de la ciencia de los materiales, ya que se adaptan por su diversidad de propiedades físicas y mecánicas lo que los convierte en elementos fundamentales en una amplia gama de aplicaciones.

Aplicaciones en la vida diaria

Estos materiales son versátiles debido a que se han convertido en los principales actores detrás de muchos objetos y tecnologías que utilizamos en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, en el mundo del transporte. **¿Alguna vez te has preguntado cómo los automóviles modernos son más seguros y eficientes?** Gran parte de eso se debe a los materiales heterogéneos aleatorios.



En la fabricación de automóviles, se utilizan una gran variedad de materiales como la fibra de carbono, aleaciones de aluminio, magnesio, hierro, entre otras. Se emplean principalmente en partes estructurales, como estructuras de la carrocería y chasis, para brindar una combinación óptima de resistencia y ligereza, pero sobre todo de seguridad. Esto no solo mejora la seguridad en caso de accidentes, sino que también aumenta la eficiencia de combustible al reducir el peso del vehículo. Al conducir un auto moderno también significa beneficiarse de estos materiales.



Pero no nos detendremos solo en los automóviles. **¿Sabías que los MHA están presentes en la industria aeronáutica?** Los aviones modernos aprovechan al máximo las propiedades de estos materiales para construir estructuras más ligeras y resistentes (Figura 4). Esto no solo permite vuelos más seguros, sino que además reduce el consumo de combustible y, por ende, las emisiones de carbono, contribuyendo así a una aviación más sostenible.

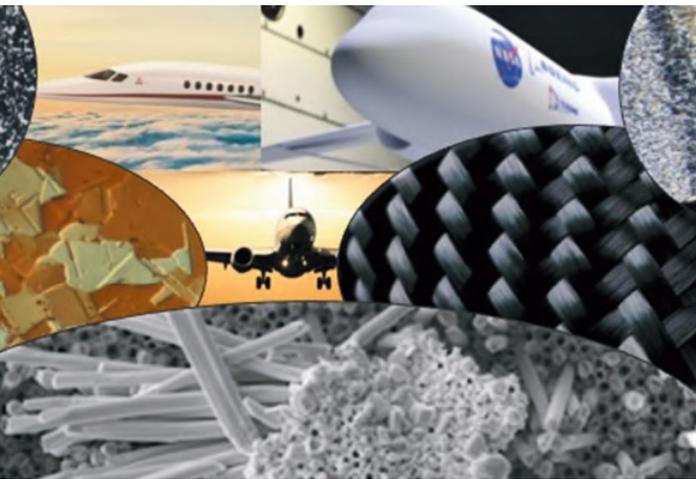


Figura 4. Ejemplo de materiales empleados en la aeronáutica. Los principales son acero, aluminio y fibra de carbono.

Pero no solo se trata de objetos y tecnologías de alto nivel. Estos materiales mejoran nuestra vida diaria de maneras más sutiles. Por ejemplo, los empaques alimentarios utilizan materiales heterogéneos aleatorios para garantizar la conservación y frescura de los alimentos, al mismo tiempo que son seguros para el consumo. Esto nos permite disfrutar de alimentos más frescos y duraderos, reduciendo el desperdicio y promoviendo una alimentación más sana.

Además, los MHA tienen un papel importante en el mundo de la electrónica. Nuestros dispositivos electrónicos favoritos del día a día, como teléfonos móviles, computadoras y tabletas, están llenos de componentes que utilizan estos materiales. Gracias a su capacidad para conducir electricidad, estos materiales permiten el diseño de circuitos más eficientes y compactos.





Los materiales heterogéneos aleatorios están en todas partes y desempeñan un papel crucial en nuestra vida cotidiana. Desde automóviles más seguros y eficientes, aviones más ligeros y sostenibles, hasta dispositivos electrónicos de última generación y empaques que mantienen nuestros alimentos frescos, estos materiales aportan beneficios tangibles que mejoran nuestra calidad de vida.

Avances y tendencias futuras

El mundo de los MHE está en constante evolución. La investigación en este campo ha dado lugar a grandes avances que prometen revolucionar diversas áreas en un futuro cercano. Uno de los campos en los que se espera un impacto significativo es la energía renovable.

Los materiales heterogéneos aleatorios están siendo estudiados para mejorar la eficiencia y el rendimiento de las celdas de combustible, tanques de hidrógeno, celdas solares y baterías, lo que podría llevar a una mayor adopción de energías limpias y sostenibles. Imagina poder generar electricidad de manera más eficiente y almacenarla de forma segura para utilizarla cuando la necesitemos.



Estos materiales son el camino hacia un futuro más sostenible, verde y amigable con el medio ambiente. Sin embargo, con cada avance científico también surgen diferentes paradigmas. Uno de los paradigmas clave en la investigación de materiales heterogéneos aleatorios es la escalabilidad de la producción. Para que estos materiales se utilicen ampliamente, es necesario desarrollar métodos de fabricación eficientes y económicos.



Además, es importante abordar cuestiones relacionadas con la durabilidad y la seguridad a largo plazo de estos materiales. En la figura 5 se pueden observar imágenes de materiales heterogéneos aleatorios empleados en celdas de combustible. Estos avances traerán beneficios significativos, como una mayor eficiencia energética, dispositivos más seguros y mejoras en la tecnología. A medida que la investigación avanza, estamos en camino de descubrir un mundo de posibilidades fascinantes impulsadas por los MHA.

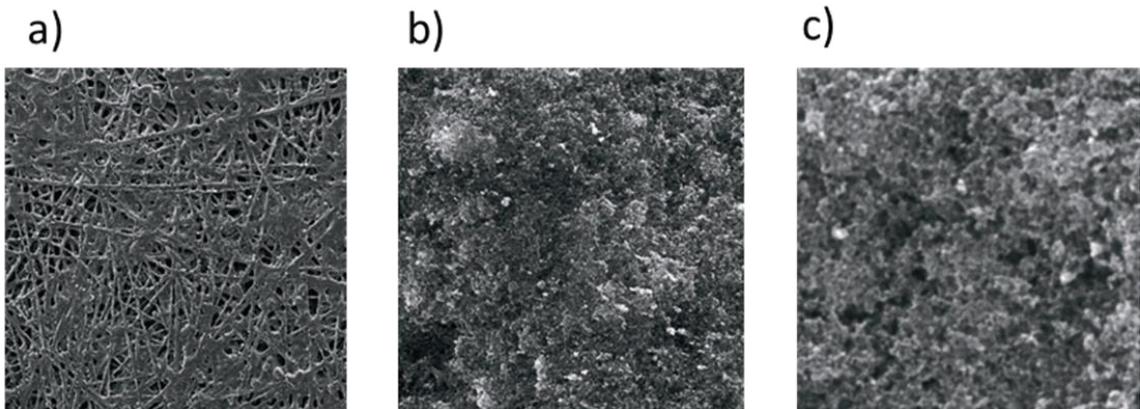


Figura 4. Imágenes obtenidas mediante el microscopio electrónico de barrido de muestras de: a) tela de carbón; b) y c) electrodos empleados en celdas de combustible.



Para llevar

Los materiales heterogéneos aleatorios son de gran importancia en el mundo de la ciencia de los materiales ya que se encuentran presentes en nuestro día a día. Conocer, estudiar y aplicar estos materiales nos han brindado dispositivos más seguros, eficientes y resistentes en diversos aspectos de la vida diaria como el transporte, la electrónica, la medicina y la energía renovable. Su aplicación genera una mejora en nuestra calidad de vida al proporcionar soluciones innovadoras y eficaces.



Es sorprendente pensar en cómo estos materiales heterogéneos aleatorios han aportado tanto a nuestra sociedad y continúan haciéndolo ya que se encuentran en constante evolución. Nos llevan a un futuro más sostenible, con tecnologías más avanzadas y soluciones más inteligentes para los desafíos que enfrentamos. Hay un mundo de conocimiento por descubrir, desde el punto de vista de la investigación, del desarrollo hasta la implementación práctica de estos materiales heterogéneos aleatorios.

En nuestro grupo de trabajo, hemos investigado cómo aplicar los materiales heterogéneos aleatorios en las energías renovables, específicamente en las celdas de combustible. Hemos realizado contribuciones en investigación y desarrollo centradas en analizar las microestructuras de los electrodos de las celdas de combustible, estudiando sus propiedades físicas y sus coeficientes efectivos.

Actualmente, estamos trabajando en investigar los materiales heterogéneos aleatorios utilizados en el almacenamiento de hidrógeno. 🍀



Crédito de imágenes en orden de aparición: River (Pexels, P), Bernard De Jager (P), Adonyi Gábor (P), Pavel Danilyuk (P), Antoni Shkraba (P), Sketchify Education, lissart (Getty Images, GI), Markus Winkler (P), Leung Cho Pan, BlueRingMedia, Giuseppe Ramos J, Sketchify, Maksym Dragunov (GI), kora_sun, kynny (GI), Asimetris Studio, sansara (GI), Joyce Caleze (Sketchify), fascinadora, KrimKate. Crédito de figuras: Proporcionadas por los autores. Declaración de Autores: El uso de la IA chat GPT fue utilizada para mejorar el texto de este artículo, menos del 50% de los párrafos incluyen texto generado con esta herramienta. <https://chat.openai.com/>

Diseño de publicación: Yareli Fiburcio



Para Consulta

-  Baniassadi M, Baghani M, Remond Y. 2023. 3 - Numerical realization and characterization of random heterogeneous materials. In M Baniassadi, M Baghani, Y Remond (Eds.). Applied Micromechanics of Complex Microstructures (pp. 95–143). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18991-3.00005-2>
-  Torquato S. 2005. Theory of random heterogeneous materials. In Handbook of Materials Modeling (pp. 1333–1357). Springer.
-  Pacheco C. 2021. Estudio numérico y validación experimental de las propiedades físicas efectivas de los materiales heterogéneos diseñados para su implementación como electrodos de una PEMFC. Tesis Doctorado. Centro de investigación científica de Yucatán A.C]. Repositorio institucional del Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. [\[Link\]](#)



Gliserio Romeli Barbosa Pool

Doctor en Ingeniería en Energía. Actualmente tiene 40 publicaciones indexadas internacionalmente. Experto en materiales heterogéneos estocásticos y sistemas de hidrógeno verde. Principales reconocimientos: miembro del Sistema Nacional de Investigadores SNII nivel 2, miembro del comité directivo de la Sociedad Mexicana del Hidrógeno desde 2018.



Carlos Alberto Pacheco Pat

Investigador Posdoctoral por México adscrito al Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. Sus áreas de interés son el diseño, manufactura y caracterización de materiales porosos para generación y almacenamiento de hidrógeno.

contacto: cpp170991@gmail.com