

Los compósitos, materiales extraordinarios

Carmen Judith Gutiérrez García

Departamento de Ingeniería química y Bioquímica, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Morelia. Morelia, Michoacán, México.
Contacto: carmen.gg@morelia.tecnm.mx

Resumen: En este artículo se realiza un breve análisis sobre los llamados materiales compósitos o materiales compuestos desde el punto de vista de sus aplicaciones, qué son, cómo surgen, cuál es su importancia, con la finalidad de dar a conocer el impacto que estos materiales están teniendo en distintos campos de la ciencia y el potencial por explotar que tienen, haciéndonos mirar con optimismo el futuro.

Palabras Clave: Kevlar, material compuesto, nanoestructuras.

Hoy en día se está volviendo una tendencia hablar de los materiales compuestos como materiales de reciente aparición o de última generación, basta con buscar en Google Académico el término de “material compuesto” y este nos arroja en tan sólo 0.09 segundo, 125,000 resultados sobre trabajos de investigación relacionados con los materiales compuestos, sin embargo, no son tan nuevos como se cree. De acuerdo con Santiago y Cols., un material compuesto es un material constituido por dos o más componentes

cuyas propiedades son diferentes a las que tiene cada uno de los componentes por separado (Santiago y Cols., 2003). Algunos autores agregan a esta definición el hecho de que no necesariamente se requiere de una reacción química para formar un material compuesto y que debe ser mecánicamente separable (Miravete, 2003, Hull, 1987). En su mayoría los materiales compuestos suelen ser heterogéneos y anisotrópicos (con arreglo en todas direcciones) aunque también lo hay homogéneos. Se distinguen dos elementos principales en

los materiales compuestos (Fig 1): la fase continua o matriz y la fase dispersa o reforzante, la función del reforzante es mejorar las propiedades de la matriz (Bravo-Carrasco, 2015). Contrario a lo que pudiera pensarse, los materiales compuestos son muy antiguos, desde la edad media existen indicios de yeso laminado y de laminados metálicos compuestos, los materiales compuestos siempre han existido de forma natural, un ejemplo es la madera, la cual está constituida de fibras de celulosa que se unen mediante una matriz de lignina (además de la presencia minoritaria de otros componentes como resinas, ceras y grasas) (Besednjak, 2009). Los adobes constituidos de barro y paja son otro ejemplo de material compuesto usado como material de construcción por miles de años por los pueblos indígenas de América, tanto en el suroeste de los Estados Unidos como en Mesoamérica y la región andina en Sudamérica (Gama-Castro y cols., 2012); donde el barro constituye la matriz y la paja el refuerzo (Fig. 2).

Hoy en día asociamos la aparición de los materiales compuestos a partir de las primeras resinas hechas con compuestos fenólicos reforzadas con asbesto, que se fechan a comienzos del siglo XX (1930). Posteriormente en los años 40 aparecen los primeros poliésteres reforzados con fibras de vidrio, luego aparecen las primeras fibras de boro y carbono de alta resistencia a comienzos de los años 60 (Bey-Ruiz, 2006), a los que les sigue la introducción de fibras Kevlar (poliparafenileno tereftalamida) una poliamida aromática creada en 1965 por Stephanie Kwolek (Fig. 3) pionera en la investigación de polímeros quien trabajando para DuPont desarrolló este material increíblemente fuerte, resistente a cortes y de elevada resistencia térmica (426 °C) es conocido por su uso en chalecos antibalas, entre otras aplicaciones, dicha fibra comenzó a comercializarse por la DuPont en el año 1972 (Kwolek, & Yang, 1993).

Es precisamente a partir de la aparición de las fibras Kevlar que los “composites” o en español “compósitos” toman un auge importante siendo los materiales de mayor producción y aplicación, lo que llevó a generalizar este término para definir a aquellos *materiales compuestos de reciente aparición* usando compósitos

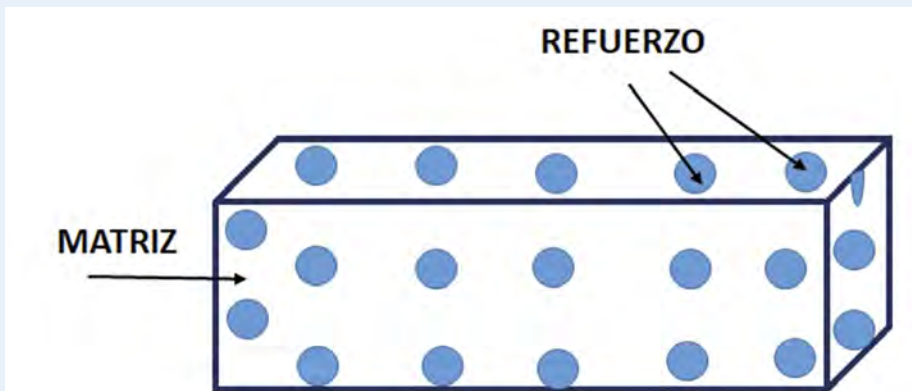


Figura 1. Componentes de un material compuesto (Bravo-Carrasco, 2015).



Figura 2. Ejemplos de materiales compuestos
<http://www.oyp.com.ar/nueva/revistas/209/1.php?con=2>



Figura 3. Fibra Kevlar- Stephanie Kwolek
<https://www.dupont.mx/kevlar>

(laminados de grafito) que tenían características de ser ultraligeros y de una dureza extraordinaria y elevada resistencia (Tsai, 2021), como es el caso del Voyager (Fig. 4), una aeronave experimental diseñada por Burt Rutan construida en su totalidad de materiales compuestos principalmente grafito, kevlar y fibra de vidrio, que resultó ser un avión muy ligero y eficiente en el consumo de combustible, el cual se utilizó para dar la vuelta al mundo sin realizar escalas exitosamente (Linehan 2011).

Actualmente los materiales compósitos se pueden clasificar de acuerdo a la naturaleza de la matriz que los constituye (Fig. 5a), si ésta es polimérica, metálica o cerámica, otra forma de clasificarlos es de acuerdo con la forma que posee el refuerzo (Fig.5b) así se tienen los compósitos particulados (el refuerzo son partículas de forma esférica), los compósitos fibrosos (si el material de refuerzo está formado por fibras largas, cortas o formando arreglos ortogonales) y los compósitos laminados (si la fase continua es en forma de láminas de igual o diferente espesor) (Santiago y Cols 2003).

La matriz del compósito suele ser la más tenaz, es decir que soporta grandes esfuerzos sin deformarse, aunque también la menos resistente y con menor dureza. La fase reforzante suele ser la de mayor resistencia y con más alto módulo elástico, pero también la de mayor fragilidad. La combinación y compensación de dureza y blandura, fragilidad y tenacidad en los compuestos bien diseñados hace que estos materiales tengan muchas aplicaciones (da Costa y Cols., 2000). Las propiedades de los compósitos estarán entonces en función de la naturaleza de sus componentes (refuerzo - matriz) y pueden variar pero entre las más destacadas son: una alta

relación resistencia/peso, elevada rigidez, excelentes propiedades eléctricas, alta resistencia a la fatiga, alta resistencia a la corrosión, alta resistencia dieléctrica, alta flexibilidad, mejoran las superficies aerodinámicas, posibilidad de construir formas más o menos complejas, propiedades mecánicas interesantes, facilidad de fabricación con una alta variedad de acabados, estabilidad dimensional, baja densidad, ligeros, flexibles, elevada dureza, entre otras.

Una desventaja importante de mencionar es el elevado costo de fabricación pero no por ello dejan de ser rentables, la producción de compósitos se ha incrementado en torno al 5-6 % anual desde 1994 hasta 2004 tendencia que posiblemente se mantendrá (Cabrera, 2004). Datos más recientes reportan casos como el de la industria mueblera donde el 51% de los fabricantes en Europa utilizan materiales compósitos en lugar de madera debido a que presentan mayor flexibilidad para realizar diseños modernos (LIGNA). Los campos de aplicación para los compósitos incrementan, destacando la

construcción de automóviles que requieren materiales con una alta relación resistencia-peso, otra aplicación es el sector aeronáutico y espacial que requiere de materiales con alta relaciones de resistencia y rigidez pero a su vez ligeros y flexibles, o bien para aplicaciones estructurales de construcción (mecánica y civil) que requieran estabilidad dimensional con la temperatura o que sean resistentes a la corrosión (lo cual reduce costos de mantenimiento), por mencionar algunas (Askeland, 1998).

En 1991 se da a conocer el descubrimiento de un diminuto material con propiedades extraordinarias, llamado nanotubos de carbono, por el japonés Iijima (Gutiérrez-García, 2016), este descubrimiento abrió una serie de posibilidades en el área de los materiales compósitos y a comienzos del siglo XXI se ha venido trabajando en la creación de compósitos “nanoestructurados” en su mayoría de carbono, donde el refuerzo se encuentra en el orden de nanómetros (1×10^{-9} m), estos materiales nanométricos se usan en matrices ya sean poliméricas, cerámica y/o metálicas resultando en nuevos materiales compuestos con propiedades únicas y difíciles de superar por materiales convencionales o compósitos macroestructurados, lo que nos indica que los compósitos nanoestructurados son una área de oportunidad que aún está en desarrollo. Este tipo de nanocompósitos se han probado en la industria textil donde se han creado tejidos con superficie nanoestructurada repelentes a la suciedad y al agua (Fig.6), así como



Figura 4. Avión Voyager
www.historynet.com

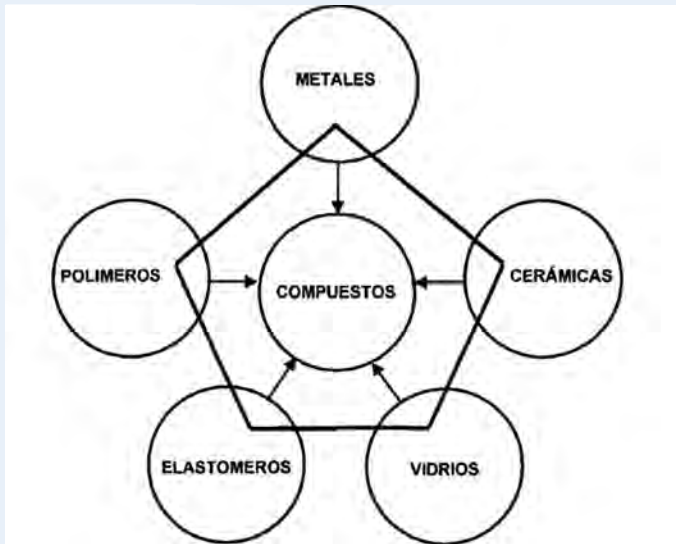


Fig. 5a Clases de materiales a partir de los cuales se puede fabricar un material compuesto (da Costa, 2000).



Fig. 6 Textil repelente al agua (https://www.institutotextilnacional.com)

textiles antimicrobianos (El-Khatib, 2012, Maity et al, 2020), en la industria del deporte se han fabricado productos deportivos más fuertes y más ligeros que nunca, se aplican a los palos de golf, para crear palos más fuertes pero mucho más ligeros, también las pelotas de golf se han beneficiado de esta extrema resistencia de los compósitos nanoestructurados, entre otras aplicaciones, sin embargo, los procesos de fabricación resultan todavía muy costosos (Moran, 2021).

Es así que los materiales convencionales como el aluminio, el acero o los polímeros van cediendo ciertas aplicaciones a los llamados materiales compósitos con lo que se están consiguiendo mejores propiedades acorde a necesidades específicas que

dependen de la aplicación que se les quiera dar en innumerables campos de la ciencia.

Referencias

Askeland, D. R. (1998). *Ciencia e Ingeniería de los Materiales* (Vol. 3). México: International Thomson Editores

Besednjak, A. (2009). *Materiales compuestos*, 100, Univ. Politèc. de Catalunya.

Bey-Ruiz, D. (2006). Diseño de fabricación en fibra de carbono de un compensador de giro de una aeronave.

Bravo-Carrasco P.A. (2015). Elaboración de un material compuesto y caracterización de sus propiedades mecánicas para la fabricación de auto partes. Recuperado de: <https://tesis.ipn.mx/>

Cabrera, F. M. (2004). Utilización de composites de matriz polimérica en la fabricación de automóviles. *Tecnica industrial*, 254.

Da Costa, C. E., López, F. V., & Castelló, J. M. T. (2000). Materiales compuestos de matriz metálica. I parte. Tipos, propiedades, aplicaciones. *Revista de metalurgia*, 36(3), 179-192.

El-Khatib, E. M. (2012). Antimicrobial and self-cleaning textiles using nanotechnology. *Research Journal of Textile and Apparel*, 16(3).

Gama-Castro, J. E., Cruz y Cruz, T., Pi-Puig, T., Alcalá-Martínez, R., Cabadas-Báez, H., Jasso-Castañeda, C., & Vilanova de Allende, R. (2012). Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 64(2), 177-188.

Gutiérrez-García, C.J. (2016). Carbono: un elemento versátil, Milenaria, ciencia y arte, UMSNH, 8: 26-28.

Hull, D. (1987). *Materiales compuestos*. Reverté.

Kwolek, S. L., & Yang, H. H. (1993). History of aramid fibers. In *Manmade fibers: their origin and development* (pp. 315-336).

LIGNA. Recuperado de [https://doi.org/10.1007/978-981-15-3669-49](https://www.ligna.de/en/Linehan, D. (2011). Burt Rutan's Race to Space: The Magician of Mojave and His Flying Innovations. Zenith Press.</p>
<p>Maity S., Singha K. & Pandit P. (2020). Self-cleaning Finishes for Functional and Value Added Textile Materials. In: Shahid M., Adivarekar R. (eds) <i>Advances in Functional Finishing of Textiles</i>. Textile Science and Clothing Technology. Springer, Singapore. <a href=)

Maya, L. S. A., & Useche, L. V. (2004). Falla de los materiales compuestos laminados. *Scientia et Technica*, 2(25).

Miravete, A. (2003). *Materiales compuestos*, 03 (Vol. 1). Reverte.

Morán Lopez, J. L., & Rodríguez López, J. L. (2021). Los materiales nanoestructurados: sus propiedades y aplicaciones en la revolución científica y tecnológica del siglo XXI. Fondo de Cultura Económica.

Santiago, M. O., Marín, C. G., & Fernández, J. R. (2003). Los Composites. Características y aplicaciones en la edificación. *Informes de la Construcción*, 54(484), 45-62.

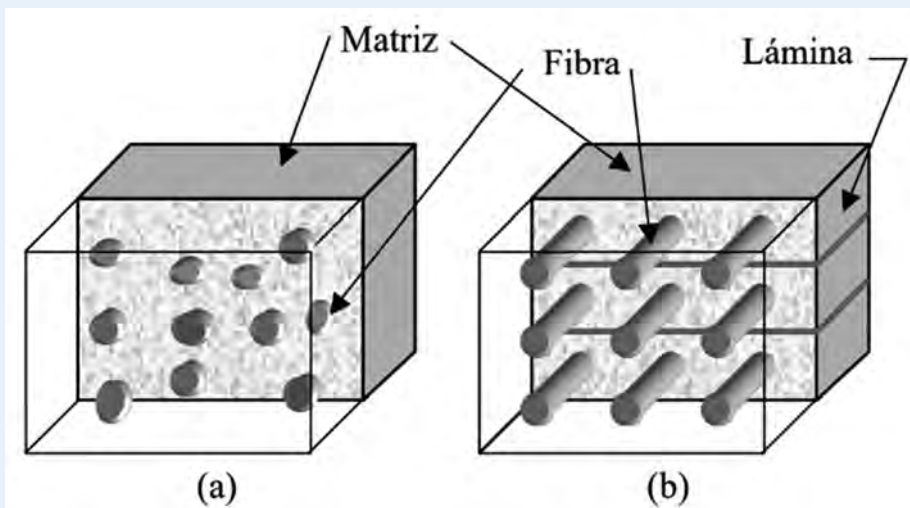


Figura 5b. Materiales compuestos. (a) Compuesto reforzado con partículas. (b) Compuesto reforzado con fibras, el cual es un compuesto laminado (la matriz se forma apilando láminas) (Maya, 2004).