

Nanocompuestos poliméricos en la industria automotriz

Polymer nanocomposites in the automotive industry



Fuente: <https://www.mercedes-seite.de/auto-allgemein/2019/07/kratzer-im-lack-wann-hilft-polieren/#.X7yLL2hKjIV>

America Estefania Estrada Aparicio¹*Estudiante de posgrado Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales, Dra. Aidé Sáenz-Galindo¹, Dra. Adalí Oliva Castañeda-Facio¹

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Facultad de Ciencias Químicas. Blvd. Venustiano Carranza y José Cárdenas Valdés. C.P.25280, Saltillo, Coahuila, México

Correo electrónico: * americaestrada@uadec.edu.mx

Resumen

La nanotecnología estudia la manipulación y fabricación de materiales en escala nanométrica < 100 nm, y como consecuencia se presenta una modificación en las propiedades del material, por lo que en las últimas décadas su aplicación en el sector automotriz se ha convertido de gran importancia para el desarrollo de componentes ligeros con la finalidad de reducir emisiones de gases y mejorar la eficiencia del combustible, asimismo en la creación de nanorevestimientos a base de nanopartículas que brinde protección y resistencia al vehículo, esto a partir de nanocompuestos poliméricos, debido a que este tipo de materiales poseen excelentes propiedades térmicas y mecánicas, las cuales son conferidas empleando agentes de refuerzo dentro de una matriz polimérica, entre los refuerzos más utilizados se encuentran nanopartículas, nanoarcillas, nanofibras de carbono (NFC), nanotubos de carbono (NTC) y grafeno. El presente análisis bibliográfico muestra una revisión de manera general sobre el impacto de los nanocompuestos poliméricos en la industria automotriz.

Palabras clave: Nanocompuestos, aplicaciones, automotriz.

Abstract

Nanotechnology studies the manipulation and manufacture of materials on a nanometric scale < 100 nm, and as a consequence there is a modification in the properties of the material, for this reason over the past several decades, its application in the automotive sector has become of great importance for the development of lightweight components with the purpose of reduce gas emissions and improve fuel efficiency, also in the creation of nano coatings based on nanoparticles that provide protection and resistance to the vehicle, this from polymeric nanocomposites due to the fact this type of materials have excellent thermal and mechanical properties, which are conferred using agents reinforcements within a polymeric matrix, the most used are nanoparticles, carbon nanofibers (CNF), carbon nanotubes (CNT) and graphene. This bibliographic

analysis shows a general review on the impact of polymeric nanocomposites in the automotive industry.

Keywords: Nanocomposites, applications, automotive.

Introducción

La nanotecnología se refiere al estudio, fabricación, manipulación y uso de materiales, dispositivos y sistemas con dimensiones a escala nanométrica (menor a 100 nm), con propiedades físicas, químicas, térmicas, eléctricas, las cuales son generadas debido a esta escala (Jianrog y col., 2003).

Así, los nanocompuestos poliméricos se han convertido en un área de interés y desarrollo, debido a que exhiben excelentes propiedades térmicas y mecánicas. Debido al alto rendimiento son adecuados para su uso en la industria aeroespacial, automovilística, química y de transporte, entre otras (Velickovic y col., 2018.)

Estos nanocompuestos poliméricos son una clase de materiales que se caracterizan por la dispersión homogénea de partículas con una dimensión nanométrica < 100 nm dentro de una matriz polimérica, por lo cual es necesario un método de procesamiento adecuado para lograr su homogeneidad. Las nanopartículas cerámicas al igual que las metálicas son muy utilizadas para la obtención de estos nanocompuestos poliméricos, de la misma manera las nanoarcillas y materiales carbonosos como fullerenos, nanotubos de carbono, grafeno y nanofibras de carbono, son refuerzos empleados en una matriz polimérica, particularmente el grafeno es considerado un material viable para el desarrollo de estos nanocompuestos debido a sus destacables propiedades mecánicas y térmicas (Puca y col., 2017; Renganayagalu y col., 2017).

En los últimos años, el sector automotriz ha estado buscando continuamente mejorar las propiedades mecánicas de sus vehículos, por lo que la nanotecnología se ha convertido en una tecnología significativa en este sector, debido a que es

aplicada sobre distintas partes del automóvil como la carrocería, emisiones, chasis, neumáticos, interiores, motores y componentes electrónicos, para ello han recurrido a la sustitución de materiales convencionales por materiales nanocompuestos que posean propiedades únicas y mejoradas como una baja densidad, pero con una gran resistencia al desgaste mecánico, durabilidad, y una alta hidrofobicidad entre otras propiedades sin dejar a un lado el confort y la seguridad adecuados del vehículo. Para proporcionar a un material estas características, se introducen agentes con refuerzos externos a una matriz polimérica (Mathew y col., 2018; Sarabia y ámano, 2020; Naskar y col., 2016).

Po otro lado, uno de los factores más importantes del vehículo es el peso, debido a que tiene un alto impacto en cuanto al consumo de combustible y por ende en la emisión de productos de combustión tóxicos y nocivos. La parte más dura de vehículo es la carrocería que representa un 40% del su peso total, en este sentido, para reducirlo es necesario introducir materiales ligeros que además pueden contribuir en cierta medida a la reducción de la contaminación del aire (Velickovic y col., 2018).

Actualmente, el uso de nanocompuestos poliméricos en componentes automotrices es considerado como material potencial para distintas partes del vehículo, y su evolución día a día ha mejorado tanto la estética del vehículo, así como una mejora en su rendimiento.

El objetivo del presente análisis bibliográfico es exponer de manera general el impacto de los nanocompuestos poliméricos en la industria automotriz.

Antecedentes

La química y la física son ciencias que han contribuido notablemente en el desarrollo de los nanocompuestos y en sus aplicaciones, la primera disciplina ha permitido la investigación y el mejoramiento de nuevas rutas de síntesis para el desarrollo de estos nuevos materiales reforzados, mientras que la segunda influye en la

interacción de estos con la materia y energía para brindar mejores propiedades. Un ejemplo de ello son las nanopartículas de oro y plata, que se han empleado aproximadamente desde el siglo X, tanto en cerámica como en vitrales para la obtención de diferentes colores sin que el artesano lo supiera (Sarabia y Sámano, 2020).

El empleo de la nanotecnología en las actividades del ser humano se remonta hace cientos de años, desde la fabricación del acero y la vulcanización del caucho. Richard Feynman en 1959, fue uno de los primeros en definir el término nanotecnología, argumentando la probabilidad de que átomos y moléculas de los materiales pudieran cambiarse en su totalidad (Shanmugam, 2019; Calipinar y col, 2019).

Durante la primera década del siglo XX, el químico Richard Adolf Zsigmondy realizó por primera vez la medición del tamaño de nanopartículas e hizo mediciones de nanocompuestos con un tamaño por debajo de 10 nm (Shanmugam, 2019).

Desde la inclusión de las primeras fibras de vidrio en resinas por la industria aeronáutica hacia el año 1940, las propiedades de las matrices poliméricas se han ido reforzando, y por consecuencia también sus aplicaciones. En esta evolución se encuentran, los materiales nanocompuestos, los cuales han sido estudiados desde décadas anteriores (1950) considerados como un nuevo material híbrido capaz de mejorar las propiedades de materiales poliméricos (Jiménez y col., 2013).

Las nanoestructuras de carbono, al ser derivadas de uno de los elementos más imprescindibles en la vida, tiene la posibilidad de ser compatible con múltiples sistemas, es decir, que debido a que el carbono tiene la capacidad de unirse con la mayoría de los elementos mediante sus enlaces covalentes, estas nanoestructuras de carbono pueden ser empleadas en matrices poliméricas sintéticas o naturales, cerámicas y metálicas. El carbono es un elemento que se puede encontrar en diferentes formas alotrópicas, principalmente carbono amorfo, diamante y grafito.

Su impacto proviene desde el descubrimiento de los fullerenos, en 1985 por Curl, Kroto y Smalley, pasando por la era de los NTC al grafeno y otros tipos de materiales (Espinoza, 2018).

Debido a su gran resistencia térmica, la adición de nanocompuestos poliméricos ligeros a base de arcilla con polipropileno (PP), poliamida (PA) y policarbonatos, son empleados en la fabricación de partes cercanas al motor (Sarabia y Sámano, 2020).

En la industria automotriz la primera vez que se utilizaron nanocompuestos poliméricos a base de nanoarcillas fue en los laboratorios de investigación y desarrollo de la compañía Toyota Motor Co., quienes en 1991 utilizaron un nanocompuesto de Nylon 6 y arcilla en las bandas del engranaje de distribución como parte del motor de sus automóviles Toyota Camry. (Riechert, V., 2017). Así mismo, la autoparte ya mencionada y el sistema de transmisión son considerados una de las partes más pesadas de un vehículo, la aplicación de nanomateriales ligeros como los NTC, proporciona un decremento en el peso (Sarabia y Sámano, 2020).

Los NTC son alótopos de carbón con estructura en forma helicoidal, su descubrimiento se atribuye a Sumio Iijima en 1991, estas macromoléculas poseen propiedades físicas deseables; su amplio rango de propiedades térmicas, electrónicas y estructurales varían dependiendo del tipo de nanotubo, en la **Figura 1** se muestra la forma estructural de los nanotubos de una sola pared (SWNTC) y nanotubos de pared múltiple (MWNTC) (Kumar y Kumbhat, 2018).

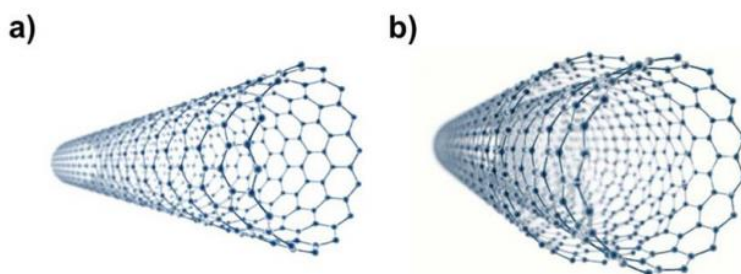


Figura 1. a) Nanotubos de una sola pared (SWNTC), b) Nanotubos de pared múltiple (MWNTC).
Fuente: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/203208/4/777907-1.pdf>

Nguyen-Tran H. y col. (2018) llevaron a cabo la síntesis de un nanocompuesto de Nylon 6/polipropileno y como refuerzo emplearon fibra de carbono mediante la técnica de mezcla en fundido para evaluar las propiedades mecánicas y minimizar la densidad, asimismo añadieron diferentes concentraciones de NTC, obteniendo como resultado una mejora en las propiedades y un decrecimiento en la densidad.

El grafeno es uno de los materiales derivados del carbono, descubierto en 2004 por Kostya Novoselov y Andrei Geim, es una hoja bidimensional atómicamente delgada con átomos de carbono sp^2 dispuesto como una estructura de panel, como se muestra en la **Figura 2.**, lo que le confiere propiedades remarcables (Smith y col., 2019).

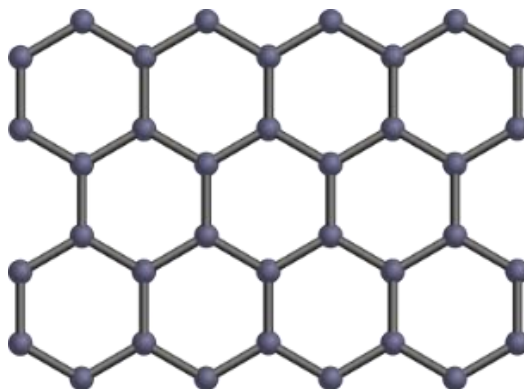


Figura 2. Estructura grafeno
Fuente: <https://www.atriainnovation.com/grafeno-caracteristicas-aplicaciones/>

Ekengwu y col. (2019), realizaron un análisis sobre el impacto de la nanotecnología a través de los nanocompuestos y los beneficios sobre el desarrollo de un transporte seguro, ecológico y confortable en esta industria, específicamente en la manera en que estos nanocompuestos han sido utilizados en la industria automotriz, debido a su peso ligero, baja densidad, bajo costo, resistencia, y rigidez, haciendo énfasis en el uso del grafeno, y en como su aplicación en este sector puede generar vehículos más ligeros y a su vez con una alta resistencia.

En la **Tabla 1** se muestra de manera resumida aplicaciones de nanocompuestos poliméricos en la industria automotriz.

Tabla 1. Aplicaciones de nanocompuestos poliméricos en la industria automotriz (Renganayagalu y col., 2017; Mathew y col., 2018).

Nanopartículas	Matriz polimérica	Aplicación
Nanotubos de carbono (NTC) y Nanofibras de carbono (NFC)	Caucho de estireno butadieno (SBR)	Abrasión y resistencia en neumáticos.
Arcillas /NTC	Polipropileno (PP), Poliamida (PA), Poli butilenterftalato (PB) y Policarbonato (PC)	Peso ligero en componentes internos del auto, carrocería.
Grafeno	Fibra de carbono	Paso de ruedas parte trasera del automóvil.
Arcilla	Nylon	Módulos de alta resistencia en bandas del engranaje de distribución, mangueras de combustible, válvulas de combustible.
Nanofibras de carbono (NFC), Nanotubos de carbono (NTC)	Polioléfina	Rigidez y ligereza en respaldos de asientos, paneles de carrocería marcos de puertas.
Nanotubos de carbono (NTC)	Pilas de combustible de electrolito polimérico	Conductividad eléctrica para celdas de combustible.

La nanotecnología se ha convertido en una parte importante respecto al desarrollo del sistema de un automóvil, a través de los nanocompuestos. En la **Figura 3** se observan partes importantes del vehículo donde ha sido aplicada, desde espejos, ventanas, neumáticos, en revestimiento de pinturas, componentes ligeros, baterías y otros.

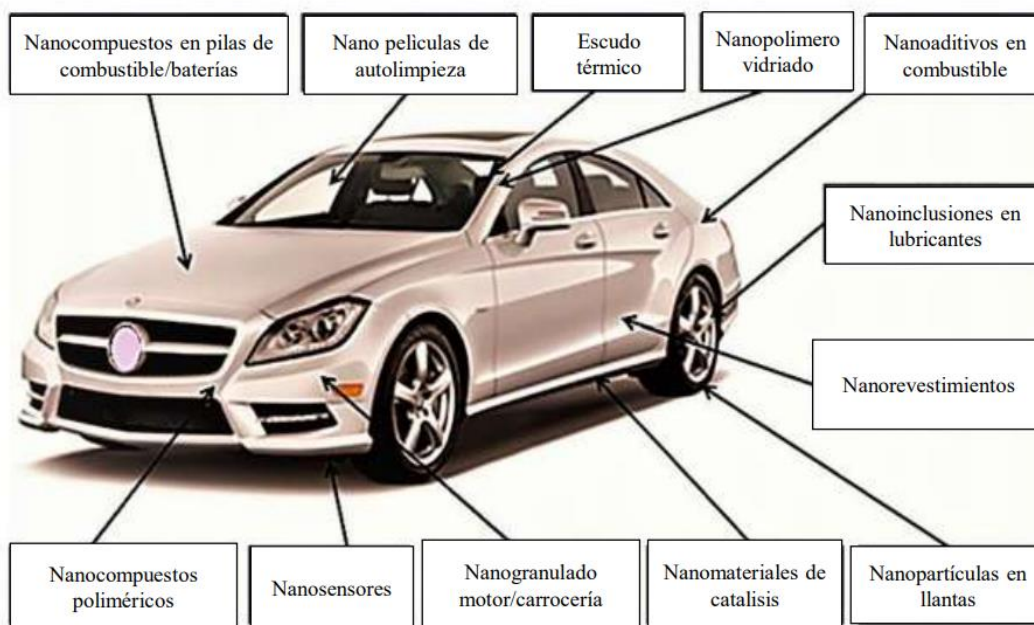


Figura 3. Nanotecnología en distintas partes del automóvil (Mathew y col. 2019).

Revestimiento de pintura a base de nanopartículas

Por otro lado, la pintura en los automóviles tiene como función proteger la carrocería y que se logre un acabado deseado (Lotfizadeh y col.,2018).

El recubrimiento con nanopartículas es una técnica eficaz de optimizar la protección y brindarle resistencia a la carrocería del automóvil, además de mejorar la apariencia y su durabilidad por más tiempo (Shafique y col., 2019).

Lotfizadeh, H. y col. (2018) evaluaron el efecto de las nanopartículas de plata de 10 nm a distintas concentraciones, utilizando una pintura base de Melamina Alquílica,

mediante un proceso de secado, evaluando parámetros de temperatura y velocidad de flujo de aire, determinando que este último parámetro mostro una velocidad más alta en nanopartículas con una concentración de 10 ppm a la máxima temperatura, concluyendo que es una cantidad optima de nanopartículas en este tipo de proceso.

Componentes de peso ligero

Una de las ventajas de la aplicación de la nanotecnología en los automóviles, es la obtención de materiales ligeros y con una gran resistencia, que se puede lograr utilizando NTC, nanocompuestos basados en arcilla que contengan refuerzos como poliamida (PA), Mg, Al, o Si y nanocompuestos de TiO₂, quienes poseen un peso ligero y propiedades térmicas que mejoran esta propiedad. La reducción del peso en las piezas conlleva a un ahorro del combustible, por ejemplo, el Ti es un material de alto costo, sin embargo, tiene una excelente combinación en cuanto a resistencia al peso y corrosión, la incrustación de nanopartículas de dióxido de titanio como refuerzo en una aleación de acero puede conferir un automóvil con componentes ligeros (Shafique y col., 2019; Aquinlabi y col., 2019).

Conclusiones

El uso de nanocompuestos poliméricos en el sector automotriz ha tenido un impacto positivo propiciando cambios significativos en las propiedades de los componentes del automóvil a través de la nanotecnología, principalmente se han enfocado en la producción de vehículos con un peso más ligero y resistente, que se puede lograr con la aplicación de nanocompuestos reforzados con grafeno o NTC debido a que poseen un peso ligero, además de contar con excelentes propiedades térmicas y mecánicas.

Referencias bibliográficas

Jianrog, Ch., Yuqing, M., Nongyue, H. & Xiaohua, W. (2004). Nanotechnology and biosensors. *Biotechnology Advances*. 22: 505-518. DOI: 10.1016.

FECYT, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (2009). Nanociencia y nanotecnología Entre la ciencia ficción del presente y la tecnología del futuro, en *Publicaciones*. [En línea]. Disponible en: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/unidad-didactica-nanociencia-y-nanotecnologia-entre-la-ciencia-ficcion-del-presente-y-la> Fecha de consulta: 11 de septiembre del 2020.

Velickovic, S., Stojanovic, B., Ivanovic, S., & Milojevic, S. (2018). Application of nanocomposites in automotive industry. *International Journal for Vehicle, Mechanics, Engines and Transportation Systems*.45:323-332. DOI: 10.24874.

Puca, M., Tacuri, E., Pantoja, A., Neira, M. & Canche, G. (2017). Síntesis de nanocompuestos poliméricos con grafeno y su caracterización mecánica. *Revista Sociedad Química de Perú*. 83:65-77. DOI:10.37761.

Renganayagalu, K., Nampoothiri, J. & Raj, B. (2017). Nanocomposites: A Gaze through their applications in transport industry. *Nanotechnology for Energy Sustainability*.831-855. DOI:10.1002.

Mathew, J., Joy, J. & George, C. (2018). Potential applications of nanotechnology in transportation: A review. *Journal of King Saud University Science* 31:586-594. DOI: 10.1016.

Sarabia y Sàmano. (2020) Nanotecnología y la industria Automotriz, en *Revista C² Ciencia y Cultura* [En línea].Disponible en: <https://www.revistac2.com/nanotecnologia-y-la-industria-automotriz/> Fecha de consulta: 07 de septiembre del 2020 .

Naskar, A., Keum, J. & Raymond, B. (2016). Polymer matrix nanocomposites for automotive structural components. *Nature Technology*. 11:1-13. DOI:10.1038.

Kumar. N. & Kumbhat, S. (2018). Concise Concepts of Nanoscience and Nanomaterials. India. Scientific Publisher. 341 Pp.

Shanmugam, S. (2019). Nanotechnology. India., MJP Publisher.296 Pp.

Calipinar, H. & Ulas, D. (2019). Development of Nanotechnology in the Word and Nanotechnology Standards in Turkey. (2019). *Procedia computer science*. 158:1011-1018. DOI:10.1016.

Jiménez, L., Martín, M., Hernández, M., López, M. & Verdejo, R. (2013). La última frontera de los nanocompuestos poliméricos: el grafeno, en *Revista de plásticos modernos: Ciencia*

y tecnología de polímeros. [En línea]. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4232324>

Mariel, V. (2019). Estudios de nanocompuestos basados en copolímeros de propileno y montmorillonita (Tesis Doctorado). Universidad Nacional del sur. Argentina.

Espinoza, P. (2018). Estudio del efecto de un líquido iónico sobre la incorporación y dispersión del grafeno/derivados de grafeno en recubrimientos asépticos a base de hidrogeles con nanopartículas de plata (Tesis Maestría). Centro de investigación en Química Aplicada. México.

Vakhrushev, A., Kodolov, V., Haghi, A. & Suresh, A. (2019). Carbon Nanotubes and Nanoparticles: Current and potential applications. Edición ilustrada. USA. 292 Pp.

Smith, A., LaChance, A., Zeng, S., Liu, B. & Sun, L. (2019). Synthesis, properties, and applications of graphene oxide/reduced graphene oxide and their nanocomposites. *Journal Nano Materials Science*. 1: 31-47. DOI:10.1016 .

Ekengwu, I., UTU, O. & Okafor, C. (2019). Nanotechnology in Automotive Industry: The Potential of Graphene. *Iconic Research and Engineering Journals*. 3:1.

Nguyen, H., Tho, V., Ta, V., Man, D. & Jin, Y. (2018). Effect of Multiwalled Carbon Nanotubes on the Mechanical Properties of Carbon Fiber-Reinforced Polyamide-6/Polypropilene Composites for Lightweight Automotive Parts. 11:42. DOI:10.3390.

Shafique, M. & Luo, X. (2019). Nanotechnology in Transportation Vehicles: An Overview of Its Applications, Environmental, Health and Safety Concerns. *Materials*.12.1 32.DOI: 10.3390.

Loffizadeh, H., Rezazadeh, S., Reza, M., Jokar, J., Abouei, A. & Soltannia, B. (2018). The effect of silver nanoparticles on the automotive-based Paint Drying Process: An experimental study. *International Journal of advanced and Multidisciplinary Engineering Science*. 2: 7-14. DOI: 10.5923.

Eighth International on Advanced in Civil, Structural and Mechanical Engineering CSM. (2019). Titanium and Epoxy for Automobile application: A Review. [En línea]. Disponible en: <https://www.seekdl.org/conferences/paper/details/10109.html> Fecha de consulta:07 de septiembre de 2020.