

Materiales grafénicos para la regeneración neuromuscular: una perspectiva en su síntesis

Graphene materials for neuromuscular regeneration: a perspective on their synthesis

Por Rodolfo Daniel Ávila Avilés

Resumen: La distrofia muscular y los trastornos neuromusculares requieren materiales innovadores para la regeneración. El grafeno, con sus excepcionales propiedades, combinado con nanopartículas de oro o plata, presenta un gran potencial en medicina regenerativa. Proponemos el uso de extractos de *Camellia sinensis* como agentes reductores y estabilizadores, lo que permite una síntesis más sostenible y biocompatible. Estos nanocompuestos pueden facilitar la regeneración de tejidos musculares y la estimulación eléctrica de células, ofreciendo soluciones efectivas y seguras.

Palabras clave: óxido de grafeno, nanopartícula, *Camellia sinensis*, nanobiotecnología.

Abstract: Muscular dystrophy and neuromuscular disorders require innovative materials for regeneration. Graphene, with its exceptional properties, combined with gold or silver nanoparticles, has great potential in regenerative medicine. We propose the use of *Camellia sinensis* extracts as reducing and stabilizing agents, allowing for more sustainable and biocompatible synthesis. These nanocomposites can facilitate muscle tissue regeneration and electrical stimulation of cells, offering effective and safe solutions.

Keywords: : graphene oxide, nanoparticle, *Camellia sinensis*, nanobiotechnology.

La distrofia muscular y los trastornos neuromusculares son condiciones que afectan gravemente la calidad de vida de quienes las padecen; causan debilidad muscular, atrofia, calambres y problemas respiratorios, entre otros síntomas (Laing, 2012). Ante la necesidad de tratamientos efectivos, los materiales grafénicos se han posicionado como una opción prometedora para la regeneración muscular (Figura 1).

DEL GRAFENO A LOS NANOCOMPOSITOS

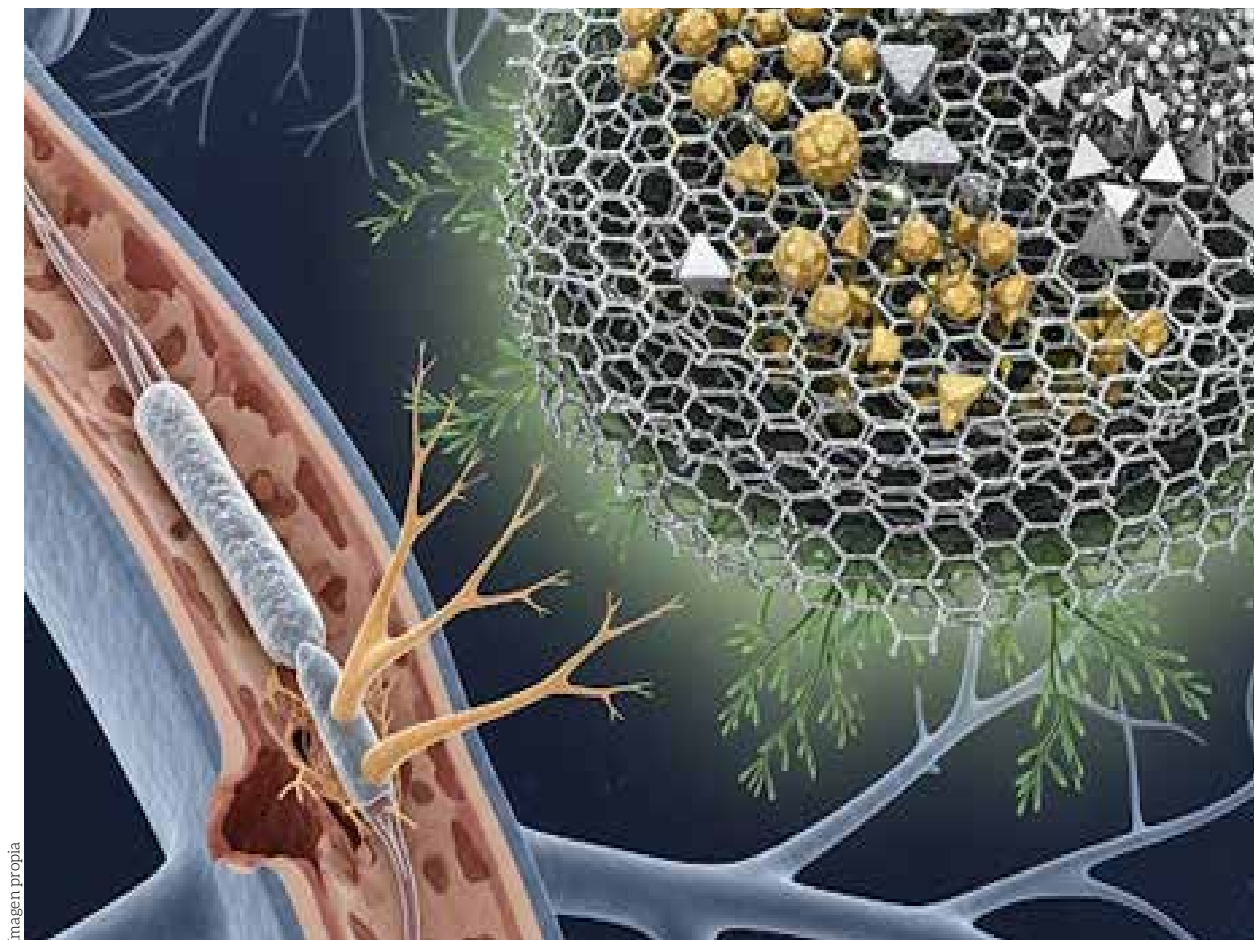
El grafeno, una forma especial de carbono compuesta por una sola capa de átomos organizados en una estructura similar a un panel de abejas, presenta propiedades excepcionales: alta resistencia, excelente conductividad eléctrica y una gran superficie específica. Estas características lo convierten en un material atractivo para aplicaciones biomédicas (Papageorgiou et al., 2017).

Existen varios métodos para sintetizar grafeno. Uno de los más antiguos es la exfoliación mecánica, que consiste en separar las capas de grafeno de un material más grueso, como el grafito; sin embargo,

para aplicaciones industriales, se han desarrollado técnicas más avanzadas como el crecimiento epitaxial y la reducción química del óxido de grafeno (Dideikin y Vul', 2019). Un enfoque innovador consiste en combinar el grafeno con nanopartículas de metales preciosos, como el oro o la plata, lo que puede mejorar las propiedades del grafeno y abrir nuevas oportunidades en la medicina regenerativa.

Las nanopartículas metálicas no solo proporcionan características adicionales, como actividad antimicrobiana, sino que también pueden amplificar señales en aplicaciones de diagnóstico (Fonseca et al., 2014; Hernández-Sánchez et al.,

Figura 1. Generación de nanocompositos de grafeno con nanopartículas metálicas para promover la regeneración neuromuscular



2018). La combinación de grafeno con nanopartículas se puede realizar mediante síntesis *in situ*, donde las nanopartículas se crean directamente sobre el grafeno, o bien con una mezcla de nanopartículas previamente sintetizadas con grafeno en solución.

UN CAMINO VERDE HACIA UN MATERIAL FUNCIONAL: EL USO DE *CAMELLIA SINENSIS*

Para la síntesis de estos nanocompuestos, hemos propuesto el uso de extractos de *Camellia sinensis*, como agente reductor y estabilizador. Esta planta es rica en compuestos bioactivos que pueden reducir los grupos oxigenados en el óxido de grafeno y facilitar la formación de nanopartículas

metálicas. A diferencia de los métodos tradicionales, que a menudo emplean productos químicos peligrosos, el uso de extractos naturales representa una alternativa más segura y sostenible.

Los polifenoles y flavonoides presentes en *Camellia sinensis* reducen el óxido de grafeno al donar electrones y favorecen el crecimiento de las nanopartículas de oro o plata sobre su superficie. Esta estrategia no solo mejora la sostenibilidad del proceso, sino que también aumenta la biocompatibilidad del material resultante, esencial para aplicaciones en medicina (Iravani, 2011). Además, esta propuesta de síntesis permite que



las moléculas presentes en el extracto de *Camellia sinensis* se mantengan adsorbidas en el nanocomposito, lo cual las deja disponibles para ser ocupadas y jugar un papel clave en la funcionalidad y propiedades del material.

Los nanocompuestos de óxido de grafeno con nanopartículas de oro o plata tienen un gran potencial en la medicina regenerativa. Al incorporar estos materiales en matrices diseñadas para el crecimiento celular, se pueden desarrollar andamiajes que favorezcan la regeneración de tejidos musculares y neuronales. Asimismo, su alta conductividad eléctrica puede facilitar la estimulación eléctrica de las células musculares y neuronales, lo cual mejora la regeneración y el crecimiento. Unido a esto, las moléculas del extracto adsorbidas en el material pueden ser tomadas por las células y regular vías importantes que permiten molecularmente inducir una mayor diferenciación o crecimiento.

En conclusión, el desarrollo de nanocompuestos de óxido de grafeno con nanopartículas de oro o plata, sintetizados utilizando extractos de *Camellia sinensis*, presenta una propuesta interesante y prometedora en el ámbito de la regeneración neuromuscular. La combinación de la química verde con los avances en nanotecnología ofrece soluciones efectivas para problemas de salud, al tiempo que promueve la sostenibilidad y la seguridad en la síntesis de materiales avanzados. 

Referencias

- Dideikin, Artur T. y Alexander Y. Vul', (2019) "Graphene oxide and derivatives: the place in graphene family", en *Frontiers in Physics*, vol. 6. <<https://doi.org/10.3389/fphy.2018.00149>>.
- Fonseca de Faria, Andreia et al. (2014). "Anti-adhesion and antibacterial activity of silver nanoparticles supported on graphene oxide sheets", en *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, vol. 113. <<https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2013.08.006>>.
- Hernández-Sánchez, Dania et al. (2018). "Stable graphene oxide-gold nanoparticle platforms for biosensing applications", en *Physical Chemistry Chemical Physics*, vol. 20, núm. 3. <<https://doi.org/10.1039/C7CP04817C>>.
- Iravani, Siavash (2011). "Green synthesis of metal nanoparticles using plants", en *Green Chemistry*, vol. 13, núm. 10, p. 2638. <<https://doi.org/10.1039/c1gc15386b>>.
- Laing, Nigel G. (2012). "Genetics of neuromuscular disorders", en *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, vol. 49, núm. 2, pp. 33-48. <<https://doi.org/10.3109/10408363.2012.658906>>.
- Papageorgiou, Dimitrios G., Ian A. Kinloch y Robert J. Young (2017). "Mechanical properties of graphene and graphene-based nanocomposites", en *Progress in Materials Science*, vol. 90. <<https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2017.07.004>>.

¹Proyecto financiado con el Programa de Investigadoras e Investigadores por México.



Rodolfo Daniel Ávila Avilés es Licenciado en Biotecnología (UAEMéx) y en Filosofía (UVAQ). Realizó estudios de maestría y doctorado en el Instituto Politécnico Nacional (IPN), cuenta con un segundo doctorado en Ciencia de Materiales por la UAEMéx. Actualmente es profesor en la Facultad de Ciencias de esta misma institución y cursa una estancia postdoctoral en el Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable UAEMéx-UNAM. Es líder de investigación en el Transdisciplinary Research for Drug Discovery, Lab & Studio.

