

# C0r0n@ 2 Inspect

Revisión y análisis de los artículos científicos relativos a las técnicas y métodos experimentales empleados en las vacunas contra el c0r0n@v|rus, evidencias, daños, hipótesis, opiniones y retos.

jueves, 5 de agosto de 2021

## El óxido de grafeno puede adsorber y absorber CO2

### Referencia

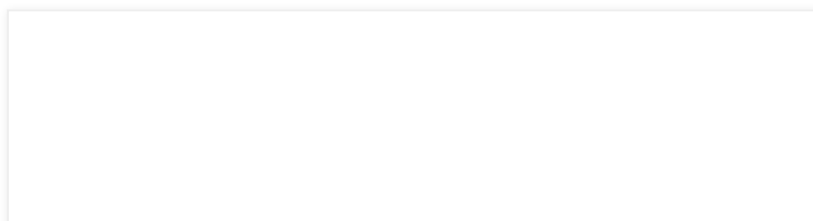
Rodríguez-García, S.; Santiago, R.; López-Díaz, D.; Merchán, M.D.; Velázquez, M.M.; Fierro, J.L.G; Palomar, J. (2019). Papel de la estructura de las láminas de óxido de grafeno sobre las propiedades de adsorción de CO2 de nanocompuestos a base de óxido de grafeno y polianilina o nanopartículas de Fe3O4. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 7(14), pp. 12464-12473. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b02035>

### Introducción

1. Antes de comenzar a desgranar las propiedades del óxido del grafeno con respecto al CO2, conviene diferenciar y definir los conceptos de "adsorción" y "absorción". Como se explicará en lo sucesivo, el óxido de grafeno puede adsorber y absorber el CO2 en distintas configuraciones de nanomateriales.
2. La adsorción se confunde a menudo con la "absorción". Es la propiedad por la que un material logra adherir átomos, iones o moléculas de un gas, líquido o sólido. En este caso la capacidad para atraer el CO2 a la superficie del óxido de grafeno y mantenerlo pegado, adherido o fijado. Este efecto de atracción es similar a la "tensión superficial" por la que las gotas de agua se unen en gotas más grandes cuando su distancia es suficientemente próxima entre ellas.
3. La absorción es la propiedad de un material para asimilar, integrar o combinarse con átomos, iones o moléculas de un gas, líquido o sólido. En el caso referido de esta entrada es la capacidad del óxido de grafeno para integrar el CO2, aunque hay que adelantar, que no lo consigue por si solo, ya que requiere de terceros nanocompuestos y polímeros.

### Hechos

1. El artículo analizado en esta ocasión presenta una información relevante que explicaría el papel del óxido de grafeno en la lucha contra el cambio climático. El estudio de (Rodríguez-García, S.; Santiago, R.; López-Díaz, D.; Merchán, M.D.; Velázquez, M.M.; Fierro, J.L.G; Palomar, J. 2019) demuestra las propiedades "adsorbentes" del óxido de grafeno en combinación con las nanopartículas de Fe3O4 para reducir las emisiones de CO2 a la atmósfera. El compuesto de óxido de grafeno con Fe3O4 está directamente vinculado al desarrollo fármacos y vacunas de ADN anticancerígenas (Shah, M.A.A.; He, N.; Li, Z.; Ali, Z.; Zhang, L. 2014), biocidas-fertilizantes de uso agrícola (Zhang, M.; Gao, B.; Chen, J.; Li, Y.; Creamer, A.E.; Chen, H. 2014), las pruebas de absorción de ondas electromagnéticas del 5G (Ma, E.; Li, J.; Zhao, N.; Liu, E.; He, C.; Shi, C. 2013), la administración de vacunas con reformulaciones genéticas mediante técnica CRISPR (Abbott, T.R.; Dhamdhare, G.; Liu, Y.; Lin, X.; Goudy, L.; Zeng, L.; Qi, L.S. 2020 | Ding, R.; Long, J.; Yuan, M.; Jin, Y.; Yang, H.; Chen, M.; Duan, G. 2021 | Teng, M.; Yao, Y.; Nair, V.; Luo, J. 2021), entre otros. Dicho de otra forma, se trata del mismo compuesto, que presenta una gran polivalencia en todos los casos y aplicaciones.



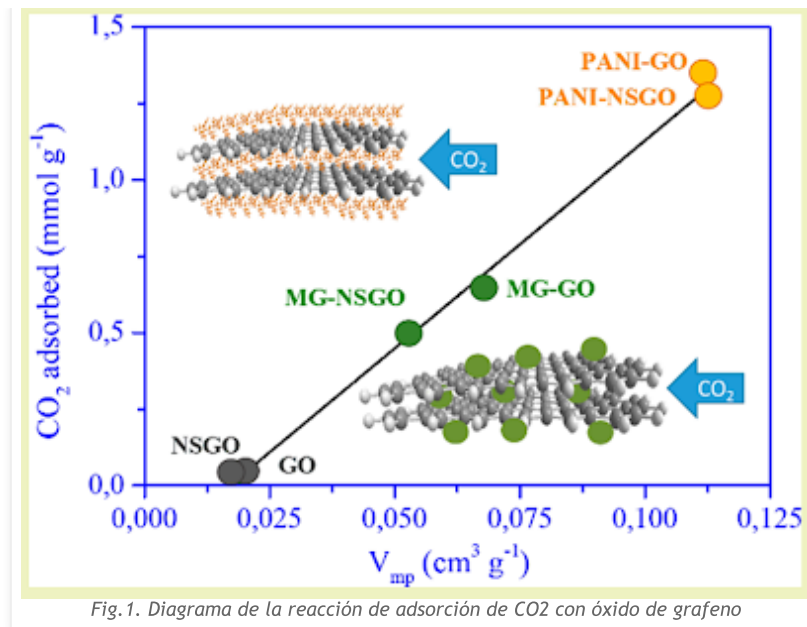


Fig. 1. Diagrama de la reacción de adsorción de CO2 con óxido de grafeno

- Si bien el óxido de grafeno tiene propiedades especiales que lo convierten en un material idóneo para el filtrado atmosférico y la descontaminación del aire, esto resulta paradójico y contradictorio. No debe olvidarse que el óxido de grafeno inhalado (por encontrarse en partículas en suspensión), resulta perjudicial para la salud (Ou, L.; Song, B.; Liang, H.; Liu, J.; Feng, X.; Deng, B.; Shao, L. 2016) y puede provocar **importantes daños**, ya descritos en entradas anteriores, véase **óxido de grafeno en sangre** (Palmieri, V.; Perini, G.; De Spirito, M.; Papi, M. 2019), **interacción del óxido de grafeno con células cerebrales** (Rauti, R.; Lozano, N.; León, V.; Scaini, D.; Musto, M.; Rago, I.; Ballerini, L. 2016), **el óxido de grafeno interrumpe la homeostasis mitocondrial** (Xiaoli, F.; Yaqing, Z.; Ruhui, L.; Xuan, L.; Aijie, C.; Yanli, Z.; Longquan, S. 2021), entre otros artículos que pueden ser recuperados con la siguiente consulta "**graphene toxicity**".
- Retomando el análisis del artículo, se indica que los "*nanocompuestos basados en óxido de grafeno con polianilina (PANI) o nanopartículas de Fe3O4*" son capaces de adsorber y retener el CO2. Esta capacidad especial "*aumenta linealmente con el volumen de microporos*". Este detalle es relevante, dado que concuerda con el tipo de material empleado en la nucleación del hielo, que de igual modo debía ser poroso para obtener un mejor rendimiento en la formación de nanocristales (Liang, H.; Möhler, O.; Griffiths, S.; Zou, L. 2019). La propiedad porosa también es apreciada en los fertilizantes químicos (CN107585764A. 刘亚男; 何东宁; 石伟琦; 王璐钢; 马海洋; 李普旺; 冼皓敏. 2020) y curiosamente en las nanopartículas orientadas a las **terapias de ARN de interferencia en el cerebro** (Joo, J.; Kwon, E.J.; Kang, J.; Skalak, M.; Anglin, E.J.; Mann, A.P.; Sailor, M.J. 2016). De hecho, el grafeno poroso se utiliza como nanofiltro atmosférico tal como señalan otros autores (Blankenburg, S.; Bieri, M.; Fasel, R.; Müllen, K.; Pignedoli, C.A.; Passerone, D. 2010) en forma de membranas 2D de óxido de grafeno, que adsorben el amoníaco, el CO2 y el argón.
- Revisando la introducción del artículo se observan afirmaciones interesantes. En concreto, la justificación de la investigación se resume en el problema del calentamiento global, que "*constituye un grave problema para el planeta. El aumento de la concentración de gases de efecto invernadero, especialmente CO2, hace necesario desarrollar procesos para su eliminación*". En este sentido el óxido de grafeno se convierte en una solución "*eficaz y económica*" para mitigar los efectos que este contaminante puede llegar a causar. Entre las opciones estudiadas en la literatura científica (adsorción y absorción con membranas o la absorción química en aminas líquidas), ninguna destaca por tener un buen equilibrio entre rendimiento, eficiencia energética y efectos colaterales de corrosión en los equipos empleados a tales efectos. Sin embargo, el óxido de grafeno en forma de hidrogeles, aerogeles, nanoesferas y nanotubos, parecen triplicar la capacidad de captura de CO2 cuando se funcionalizan con Fe3O4.
- El experimento llevado a cabo tiene como objetivo simular un escenario de adsorción de CO2 realista, en concreto el producido por un gas de combustión. Lo que conduce a pensar que una de las aplicaciones evidentes del óxido de grafeno podría encontrarse en los tubos de escape de los motores de combustión o bien en cualquier otro proceso de combustión industrial, de hecho señalan "*Considerando un escenario más realista correspondiente a un gas de combustión posterior a la combustión ( $pCO_2 = 0,15$  bar y  $pN_2 = 0,85$  bar), los valores de selectividad IAST CO2 / N2 obtenidos de los nanocompuestos (de óxido de grafeno) preparados deben mejorarse para una retención efectiva*". El IAST (ideal adsorbed solution theory) viene determinado por varios factores, en primer lugar la presión atmosférica expresada en "*bar*" (unidad de presión bares), peso atómico por gramos mmol/g del catalizador de óxido de grafeno, temperatura, del CO2 y tiempo de adsorción. Los investigadores llegan a la conclusión de que el óxido de grafeno recubierto de polímero

PANI obtiene mejores resultados de adsorción a temperaturas operativas, así como propiedades de reciclabilidad, siendo capaces de modular su comportamiento para una mayor eficiencia.

- Otros estudios también abordan la "adsorción" del CO<sub>2</sub> con óxido de grafeno. Por ejemplo, el estudio de (Wu, X.; Zhao, B.; Wang, L.; Zhang, Z.; Zhang, H.; Zhao, X.; Guo, X. 2016) experimenta con PVDF (fluoruro de polivinilideno) y óxido de grafeno en distintas concentraciones para crear membranas con la que se observó la adsorción de CO<sub>2</sub> en condiciones de temperatura ambiente. Se concluyó que el incremento en el porcentaje de grafeno redundaba en un incremento de la capacidad absorbente de la membrana. En este resultado, intervino el factor de porosidad (de un 82% en el experimento), que fue también responsable de la cristalización o nucleación del PVDF, provocando un cambio de forma en la membrana, ahora con una mayor rugosidad y superficie de contacto con el óxido de grafeno y por consiguiente una mayor capacidad de adsorción. Un dato interesante es que la membrana no perdió nada de CO<sub>2</sub>, incluso estando mojada, dadas las características hidrofóbicas del PVDF. El estudio de (Irani, V.; Maleki, A.; Tavasoli, A. 2019) también aborda al adsorción del CO<sub>2</sub> con óxido de grafeno nanofluido, combinado con MDEA, también conocida como "amina mehydietanolamina", corroborando las capacidades del material. Por ejemplo se llega a demostrar que la adición de un 0,2% de óxido de grafeno a la MDEA aumenta más de un 10% su capacidad de adsorción de CO<sub>2</sub> a distintas temperaturas, lo que no incrementa apenas el peso de la mezcla.

## Opiniones

- El óxido de grafeno se puede emplear para adsorber el CO<sub>2</sub> de la atmósfera a fin de lograr la reducción de gases de efecto invernadero. En este sentido no sería extraño que ya se estuviera utilizando para estos propósitos, ya que según (Pöschl, U. 2005) el óxido de grafeno se encuentra en el análisis de aerosoles en la atmósfera junto al hollín resultante de la [pirolisis y combustión incompleta de los aviones a reacción](#), en una fracción pequeña, que no llega a detallar. Esto proporciona una pista muy relevante que conduce al empleo de vectores aéreos para luchar contra el cambio climático, aspecto que se tratará en próximas entradas.

## Bibliografía

- Abbott, T.R.; Dhamdhare, G.; Liu, Y.; Lin, X.; Goudy, L.; Zeng, L.; Qi, L.S. (2020). Desarrollo de CRISPR como estrategia profiláctica para combatir el nuevo coronavirus y la influenza = Development of CRISPR as a prophylactic strategy to combat novel coronavirus and influenza. BioRxiv. <https://doi.org/10.1101/2020.03.13.991307>
- Blankenburg, S.; Bieri, M.; Fasel, R.; Müllen, K.; Pignedoli, C.A.; Passerone, D. (2010). Porous graphene as an atmospheric nanofilter. *Small*, 6(20), pp. 2266-2271. <https://doi.org/10.1002/sml.201001126>
- Cabrera-Sanfeliix, P. (2009). Adsorción y reactividad de CO<sub>2</sub> en láminas de grafeno defectuosas = Adsorption and reactivity of CO<sub>2</sub> on defective graphene sheets. *The Journal of Physical Chemistry A*, 113(2), pp. 493-498. <https://doi.org/10.1021/jp807087y>
- CN107585764A. 刘亚男; 何东宁; 石伟琦; 王 琺 钢; 马 海洋; 李普旺; 洗 皓 敏. (2020). Grafeno de oxidación porosa y método de preparación del mismo y fertilizante químico de liberación lenta recubierto de grafeno de oxidación porosa y método de preparación del mismo = Porous oxidation graphene and preparation method thereof and porous oxidation graphene coated slow-release chemical fertilizer and preparation method thereof. <https://patents.google.com/patent/CN107585764A/en>
- Ding, R.; Long, J.; Yuan, M.; Jin, Y.; Yang, H.; Chen, M.; Duan, G. (2021). Sistema CRISPR / Cas: una tecnología potencial para la prevención y el control de COVID-19 y enfermedades infecciosas emergentes. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 11. <https://dx.doi.org/10.3389/fcimb.2021.639108>
- Irani, V.; Maleki, A.; Tavasoli, A. (2019). Mejora de la adsorción de CO<sub>2</sub> en nanofluido de óxido de grafeno / MDEA = CO<sub>2</sub> absorption enhancement in graphene-oxide/MDEA nanofluid. *Journal of environmental chemical engineering*, 7(1), 102782.
- Joo, J.; Kwon, E.J.; Kang, J.; Skalak, M.; Anglin, E.J.; Mann, A.P.; Sailor, M.J. (2016). Nanopartículas porosas de núcleo-capa de óxido de grafeno de silicio para la entrega dirigida de ARNip al cerebro lesionado = Porous silicon-graphene oxide core-shell nanoparticles for targeted delivery of siRNA to the injured brain. *Nanoscale Horizons*, 1(5), pp. 407-414. <https://doi.org/10.1039/C6NH00082G>
- Liang, H.; Möhler, O.; Griffiths, S.; Zou, L. (2019). Aumento de la nucleación y el crecimiento del hielo mediante un compuesto poroso de nanopartículas de sílice hidrófila y RGO = Enhanced Ice Nucleation and Growth by Porous Composite of RGO and Hydrophilic Silica Nanoparticles. *The Journal of Physical Chemistry C*, 124(1), pp. 677-685. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.9b09749>

9. Ma, E.; Li, J.; Zhao, N.; Liu, E.; He, C.; Shi, C. (2013). Preparación de nanocompuestos de óxido de grafeno reducido/Fe3O4 y sus propiedades electromagnéticas de microondas = Preparation of reduced graphene oxide/Fe3O4 nanocomposite and its microwave electromagnetic properties. *Materials Letters*, 91, pp. 209-212. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2012.09.097>
10. Meconi, G.M.; Tomovska, R.; Zangi, R. (2019). Adsorción de gas CO2 en compuestos de polímero y grafeno = Adsorption of CO2 gas on graphene-polymer composites. *Journal of CO2 Utilization*, 32, pp. 92-105. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2019.03.005>
11. Ou, L.; Song, B.; Liang, H.; Liu, J.; Feng, X.; Deng, B.; Shao, L. (2016). Toxicidad de las nanopartículas de la familia del grafeno: una revisión general de los orígenes y mecanismos = Toxicity of graphene-family nanoparticles: a general review of the origins and mechanisms. *Particle and Fibre Toxicology*, 13(1), pp. 1-24. <https://doi.org/10.1186/s12989-016-0168-y>
12. Palmieri, V.; Perini, G.; De Spirito, M.; Papi, M. (2019). El óxido de grafeno toca la sangre: interacciones in vivo de materiales 2D con corona biológica = Graphene oxide touches blood: in vivo interactions of bio-coronated 2D materials. *Nanoscale Horizons*, 4(2), pp. 273-290. <https://doi.org/10.1039/C8NH00318A>
13. Pöschl, U. (2005). Aerosoles atmosféricos: composición, transformación, efectos sobre el clima y la salud = Atmospheric aerosols: composition, transformation, climate and health effects. *Angewandte Chemie International Edition*, 44(46), pp. 7520-7540. <https://doi.org/10.1002/anie.200501122>
14. Rauti, R.; Lozano, N.; León, V.; Scaini, D.; Musto, M.; Rago, I.; Ballerini, L. (2016). Las nano hojas de óxido de grafeno remodelan la función sináptica en las redes cerebrales cultivadas = Graphene Oxide Nanosheets Reshape Synaptic Function in Cultured Brain Networks. *ACS Nano*, 10(4), pp. 4459-4471. <https://doi.org/10.1021/acsnano.6b00130>
15. Shah, M.A.A.; He, N.; Li, Z.; Ali, Z.; Zhang, L. (2014). Nanopartículas para la administración de vacunas de ADN = Nanoparticles for DNA Vaccine Delivery. *Journal of Biomedical Nanotechnology*, 10(9), pp. 2332-2349. <https://doi.org/10.1166/jbn.2014.1981>
16. Teng, M.; Yao, Y.; Nair, V.; Luo, J. (2021). Últimos avances de la investigación en virología con tecnología de edición genética basada en CRISPR / Cas9 y su aplicación al desarrollo de vacunas = Latest Advances of Virology Research Using CRISPR/Cas9-Based Gene-Editing Technology and Its Application to Vaccine Development. *Viruses*, 13(5), 779. <https://doi.org/10.3390/v13050779>
17. Wu, X.; Zhao, B.; Wang, L.; Zhang, Z.; Zhang, H.; Zhao, X.; Guo, X. (2016). Membrana híbrida de PVDF / grafeno hidrofóbico para la absorción de CO2 en el contactor de membrana = Hydrophobic PVDF/graphene hybrid membrane for CO2 absorption in membrane contactor. *Journal of Membrane Science*, 520, pp. 120-129. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2016.07.025>
18. Xiaoli, F.; Yaqing, Z.; Ruhui, L.; Xuan, L.; Aijie, C.; Yanli, Z.; Longquan, S. (2021). El óxido de grafeno interrumpió la homeostasis mitocondrial al inducir la desviación redox intracelular y la disfunción de la red autofagia-lisosómica en las células SH-SY5Y = Graphene oxide disrupted mitochondrial homeostasis through inducing intracellular redox deviation and autophagy-lysosomal network dysfunction in SH-SY5Y cells. *Journal of Hazardous Materials*, 416, 126158. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126158>
19. Zhang, M.; Gao, B.; Chen, J.; Li, Y.; Creamer, A.E.; Chen, H. (2014). Fertilizante de liberación lenta encapsulado por películas de óxido de grafeno = Slow-release fertilizer encapsulated by graphene oxide films. *Chemical Engineering Journal*, 255, pp. 107-113. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.06.023>