

LA TERAPIA GÉNICA: UNA ESPERANZA PARA EL TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES

Nicole Ayerve y Santiago Guerrero

La terapia génica es un tratamiento novedoso que implica alterar parte del genoma de un paciente mediante el reemplazo, la eliminación o la inserción de material genético (Wong et al., 2023) y así prevenir o curar enfermedades genéticas que actualmente no tienen cura como, por ejemplo, el Parkinson, el cáncer, etc.

Los fines de la terapia génica son tres: corregir un defecto genético hereditario, modificar un defecto genético adquirido o añadir una función nueva a un grupo de células. Se ha dado un acelerado progreso en el diagnóstico y tratamiento de trastornos de un solo gen a través de pruebas genéticas e intervenciones médicas, incluida la terapia génica desde que se completó la secuencia del genoma humano en 2003 (Khoury, 2003).

El estudio de la terapia génica ha seguido proporcionando tratamientos duraderos para un número cada vez mayor de enfermedades, a pesar de los altibajos en este campo (Kohn et al., 2023) como las limitaciones para encontrar un vector eficiente (la molécula que transporta el gen a la célula diana) y conocer las células del cuerpo más susceptibles a este tratamiento (Oliva, 2001).

El avance y la innovación de la ciencia de los nanomateriales han abierto nuevas vías de aplicaciones en la biomedicina. Los metales nobles, incluidos Au, Ag, Pd, Pt y Rh generalmente se preparan en un proceso de crecimiento controlado, seguido de una funcionalización de la superficie adicional para proporcionar la biocompatibilidad deseada, especificidad, capacidad de carga y biodegradabilidad para aplicaciones biomédicas (Wang et al., 2021). Las nanoestructuras con morfología puntiaguda y rugosas pueden mejorar la internalización celular de moléculas genéticas y facilitar su expresión, ya que, proporcionan espacios que permiten una mayor afinidad hacia las moléculas,

a través de interacciones multivalentes. Por lo tanto, se pueden introducir fármacos terapéuticos de ácido nucleico en los nanosistemas para nuevas vías de terapia combinacional (Zhao et al., 2024).

Las finalidades teóricas de la genética también pueden ser utilizadas para manipular por con intereses no terapéuticos nuestro genoma, es decir, “ingeniería perfectiva”. Por este motivo, se deben tomar en cuenta las implicaciones éticas que esta nueva tecnología puede presentar a la sociedad, afectando de forma determinante a las generaciones futuras (Oliva, 2001).

En conclusión, la terapia genética es una gran herramienta para la biomedicina, ya que puede manipular genomas para corregir estructuras del ADN curando enfermedades genéticas, y, a su vez, el uso de nanopartículas es una gran implementación en el área de biomedicina ya que ayuda a introducir fármacos mediante el recubrimiento de estas con un material biológico aceptable para el sistema, como puede ser el ADN de alguna fruta.

Bibliografía:

- Oliva, S. T. (2001). Terapia génica, una nueva estrategia terapéutica. *Offarm: farmacia y sociedad*, 20(9), 130-136. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-terapia-genica-una-nueva-estrategia-13019956>
- Kohn, D. B., Chen, Y. Y. y Spencer, M. J. (2023). Successes and challenges in clinical gene therapy. *Gene therapy*. <https://doi.org/10.1038/s41434-023-00390-5>
- Khoury, M. J. (2003). Genetics and genomics in practice: the continuum from genetic disease to genetic information in health and disease. *Genetics in Medicine*, 5(4), 261-268. <https://doi.org/10.1097/01.GIM.0000076977.90682.A5>

- Wang, X., Zhong, X., Li, J., Liu, Z. y Cheng, L. (2021). Inorganic nanomaterials with rapid clearance for biomedical applications. *Chemical Society Reviews*, 50(15), 8669-8742. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/cs/d0cs00461h>
- Wong, C. H., Li, D., Wang, N., Gruber, J., Lo, A. W. y Conti, R. M. (2023). The estimated annual financial impact of gene therapy in the United States. *Gene therapy*. <https://doi.org/10.1038/s41434-023-00419-9>
- Zhao, L., Zhou, J. y Deng, D. (2024). Inorganic virus-like nanoparticles for biomedical applications: a minireview. *Journal of Future Foods*, 4(1), 71-82. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2023.05.006>

¿INYECTAR CO₂ EN ROCAS VOLCÁNICAS PARA DETENER EL CALENTAMIENTO GLOBAL?

Indira Izquierdo Cuadros

El dióxido de carbono (CO₂), es un gas incoloro e inodoro que se produce en procesos de respiración celular y por combustión de la materia orgánica. Liberado en la atmósfera crea una capa que no permite que el calor se disipe, por lo que produce el calentamiento de la corteza terrestre. De acuerdo con la NASA (n. d.), desde el año 1960 la producción de CO₂ se ha incrementado exponencialmente, lo que ha producido el aumento de la temperatura del agua del mar, generando un sin número de efectos adversos para la humanidad. Olabe (2016), en su libro *Crisis climática-ambiental*, menciona que el CO₂ produce desertificación, acidificación del agua salada y también de los acuíferos de agua dulce. Este problema se incrementa día a día y las medidas tomadas por las potencias mundiales que generan toneladas de CO₂ son insuficientes.

Una de las propuestas alternativas desde los años 70 para la mitigación y control de la producción del CO₂ es su inyección en rocas sedimentarias. El estudio fue puesto en marcha en Islandia por el equipo de *Carbfix*. Las rocas sedimentarias y las rocas volcánicas tienen pequeños espacios disponibles para que el CO₂ pueda solidificarse en forma de carbonatos. Las rocas volcánicas favorecen la formación de cristales y minerales debido a que están hechas de magma frío y su textura vesicular permite que el gas pueda depositarse en forma sólida como carbonatos (Huang, 1968).

El proyecto Carbfix consiste en tomar el CO₂ del ambiente mediante una planta de captación, posteriormente mezclarlo con agua e inyectarlo en rocas sedimentarias generando carbonatos en polvo. El problema surge cuando al sufrir mucha presión las rocas se fragmentan y liberan nuevamente el CO₂ no reaccionado a la atmósfera; sin embargo, las condiciones de inyección ya han sido acondicionadas. Para este proyecto se usaron las emisiones de CO₂ de una central eléctrica, que generaba más de 30 000 toneladas de este gas por año. El

CO₂ se separa por un proceso de precombustión y se inyecta con agua a las rocas hasta lograr el proceso de mineralización. El agua obtenida es de carácter ácido y puede alcanzar pH máximo de 4 (Mendoza y Horacio, 2022), lo que la hace relativamente segura en contacto con agua de lluvia. Como resultado del proyecto, se convirtió el 95 % del CO₂ generado por la planta eléctrica, usada como muestra, en dos años. No se documentaron fugas, por lo que se consideró como una solución rápida y eficaz para disminuir concentración de CO₂ en la atmósfera. Constantemente se realizan monitoreos para comprobar la estabilidad de las rocas. Los métodos de análisis permiten detectar la mineralización y el flujo de las inyecciones del gas en muestras de pozos y suelo para identificar una posible contaminación por carbonatos. Además, se toma en cuenta los movimientos sísmicos, pues estos podrían causar que las rocas se fragmenten y una pequeña cantidad del gas no reaccionado se libere (Carbfix, 2023). Como era de esperarse, los costos de este proyecto son elevados y se requiere de una planta para la captación e inyección del CO₂. El problema es el uso de agua dulce para la reacción, sin embargo, actualmente se está evaluando el uso de agua de mar. Este proyecto se replicó en México con el proyecto Gómora. Este país posee la Faja Volcánica Transversal que es rica en basalto, por lo que potencialmente pueden albergar gran cantidad de carbonatos a partir del CO₂ (Guzmán, 2018).

La inyección de CO₂ en rocas sedimentarias representa una solución factible y rápida para mitigar los efectos de este gas en la atmósfera, transformando una sustancia gaseosa en sólida a través de una reacción química. Si bien el costo es elevado, es una alternativa exitosa que podría replicarse a gran escala en varios países. La concentración de CO₂ en gas no reaccionado en las rocas es baja, por lo que los posibles efectos de fragmentación y fuga es mínima, haciendo que sea un proceso viable.

Bibliografía

- Carbfix. (2023). *We turn CO₂ into stone*. Carbfix. <https://www.carbfix.com/how-it-works/>
- Guzmán, F. (2018). Estudio para convertir CO₂ en roca sedimentaria. *Gaceta UNAM*. <https://www.gaceta.unam.mx/estudio-para-convertir-co2-en-roca-sedimentaria/>
- Huang, W. (1968). *Petrografía* (Primera Edición). Centro Regional de Ayuda Técnica.
- Mendoza, A. A. y Horacio, J. (2022). *Identificación de parámetros físicos para la mineralización de co₂ en olivino y rocas ígneas* [Tesis, UNAM]. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/RepoFi/18100>
- NASA. (n.d.). *Las causas del cambio climático*. Global Climate Change. <https://climate.nasa.gov/en-espanol/datos/causas/>
- Olabe, A. (2016). *Crisis climática-ambiental* (Primera Edición). CAYFOSA.
- Vives de la Cortada. (n.d.). Basalto. Recuperado de <https://vivescortadaimport.com/diccionario-minerales/minerales/basalto/index.php#:~:text=El%20basalto%20es%20una%20de,Marte%20y%20en%20algunos%20meteoritos>

LA QUÍMICA DETRÁS DE NUESTROS COMPAÑEROS DE BOLSILLO

Martín Tapia Guerrero

Cada pieza monetaria tiene una forma de elaboración distinta que ha evolucionado a lo largo de los años (Rohrig, 2020), por lo que podría decirse que cada billete, moneda o centavo tiene una historia que contar. Lo anterior se puede esclarecer a través de la comprensión de los principios químicos que rodean a estos compañeros de nuestros bolsillos (Colavita, 2002).

En términos numismáticos, los historiadores aseguran que el estatero lidio fue la primera moneda acuñada. Tenía la imagen de un león en su anverso y su reverso en blanco y estaba compuesta por oro (Au) 55 %, plata (Ag) 43 % y cobre (Cu) 2 %. Tenía propiedades indestructibles debido a los puntos de fusión del oro y la plata, 1063 °C y 961 °C, respectivamente (Rohrig, 2020). Actualmente, una de estas monedas costaría 2000 USD aproximadamente.

Los billetes y las monedas tienen una forma de elaboración única según su denominación. El libro *La química del dinero* de Rohrig, explica el uso de zinc (Zn), cobre (Cu), níquel (Ni) y manganeso (Mn) en las monedas estadounidenses (Casida, 2010). Aleaciones como el bronce, (Cu 67 % y Sn 33 %), cuproníquel (aleación de Cu y Ni en un 90 % con pequeñas cantidades de hierro y manganeso), y el latón conformado por Cu en 60 % y Zn 40 %, son las más relevantes (Britannica, n.d.; INEC, 2012; rmmcia, 2016). Sin embargo, estas combinaciones no son del todo resistentes, por lo que se observa el deterioro de las monedas con el paso del tiempo.

Químicamente, las monedas se ven afectadas por ácidos, cloruros, gases de azufre, amoníaco y álcalis fuertes (Montoro, 2020). El cobre es el metal más usado para elaborar monedas. Sin embargo, en el centavo estadounidense (*penny* en inglés), el componente principal es el Zn (Brunning, 2016), por su bajo costo y alta resistencia (Earle, 1946). Durante la segunda Guerra Mundial, el

Zn era el recubrimiento preferido para que los centavos de los soldados no sufrieran desgaste. Además, que el valor del metal correspondía al que reflejaba la moneda (INFOBAE, 2021).

Existen diferentes técnicas instrumentales para la identificación y caracterización de monedas. Pueden ser identificadas por rayos X (Ortega-San-Martín, 2023). Por ejemplo, cuando los niños las ingieren accidentalmente, los médicos pueden detectar su ubicación y extraerlas, o analizar si pueden eliminarse naturalmente. Por otro lado, la fluorescencia de rayos X es una técnica elemental no destructiva (Niñoles et al., 2015), que se emplea en el análisis de monedas para determinar su composición. Sin embargo, no es ideal para todos los tipos, debido a que, los rayos X penetran a pocos micrómetros de profundidad. Monedas homogéneas y bimetálicas pueden analizarse de manera exitosa mediante la técnica. No obstante, monedas recubiertas no pueden analizarse por esta técnica, debido a que permite determinar únicamente la composición química de su recubrimiento (Cáceres, 2015)

Si bien las monedas juegan un papel importante en la economía, los billetes lo hacen más aún (Brunning, 2016). Los billetes, no solo se componen de un papel especial y se imprimen en impresoras modernas; sino que cuentan con tintas de características únicas para evitar su plagio. Los billetes se componen en un 94 % de fibras de algodón, cuyo componente principal es la celulosa. Las tintas utilizadas en su impresión contienen pigmentos químicos que son difíciles de replicar (Montoro, 2020). Gracias a ello, los billetes presentan propiedades fluorescentes que ayudan a verificar su autenticidad. De acuerdo con los pigmentos empleados, India, por ejemplo, cuenta con billetes de colores llamativos al igual que Colombia y Brasil, mientras que Estados Unidos maneja sus billetes únicamente en tonalidades de color verde a base de óxido crómico (Cr_2O_3) (Casida, 2010), un pigmento que es resistente a la mayoría de los disolventes orgánicos conocidos (BBC Capital, 2014).

Por su color, los billetes pueden ser identificados a través de radiación UV-Vis. Cuando la tinta del billete absorbe esta radiación, los electrones de las molé-

culas, se excitan pasando de un nivel de energía inferior a uno superior en el que se mantienen por unos segundos. Cuando los electrones vuelven a su estado basal, se libera energía, misma que es radiante y es conocida como fluorescencia, la misma que corresponde a las marcas que se observan cuando los billetes se someten a las lámparas violetas. La tinta impresa en los billetes mediante su fluorescencia puede utilizarse para verificar su autenticidad (Rosado Cevallos, 2019). Cabe destacar que los colores van cambiando de intensidad bajo lámparas UV-Vis, dependiendo de la longitud de onda con la que se irradian (Niñoles et al., 2015).

Acerca de la tinta de impresión de color negro en los billetes, se trata de un fluido ferromagnético, que consiste en una disolución coloidal de nanopartículas de iones Fe^{+2} y Fe^{+3} a partir de sus sales en forma de cloruro. El uso de la tinta ferromagnética es lo que permite diferenciar las denominaciones de los billetes en los cajeros automáticos, debido a que las propiedades magnéticas varían en función del proceso de adherencia del ferrofluido (Hodgins y Lyle, 2013). Además, los billetes contienen una resina de poliamida-epiclorohidrina, alcohol polivinílico y polipropileno como plastificantes (Sullivan, n.d.).

Evidentemente, los billetes y las monedas están presentes desde hace siglos en la humanidad, su uso ha sido vital para el desarrollo económico de las civilizaciones. Día a día la química contribuye para mejorar su composición y perfeccionamiento para evitar falsificaciones, además de mejorar su resistencia química y mecánica. Detrás de cada moneda y billete, no solamente está impresa una denominación, sino una aplicación práctica de la química.

Bibliografía

BBC Capital. (2014, September 12). Lo que el color de los billetes dice sobre un país. *BBC News Mundo*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/09/140910_vert_cap_billetes_colores_yv

- Britannica (n.d.). Bronze. Recuperado de <https://www.britannica.com/technology/bronze-alloy>
- Brunning, A. (2016). Periodic graphics: the compositions of U.S. coins. *C&EN Global Enterprise*, 94(28), 29–29. <https://doi.org/10.1021/CEN-09428-SCITECH2>
- Cáceres, C. (2015). Análisis de monedas por fluorescencia de rayos X en energía dispersiva. *Informe Científico Tecnológico*, 15(2), 18–22. <https://revistas.ipen.gob.pe/index.php/ict/article/view/8/28>
- Casida, J. E. (2010). Michael Elliott's billion dollar crystals and other discoveries in insecticide chemistry. *Pest Management Science*, 66(11), 1163–1170. <https://doi.org/10.1002/ps.1982>
- P.E. Colavita, M.S. Doescher, A. Molliet, U. Evans, J. Reddic, J. Zhou, D. Chen, P.G. Miney y M.L. Myrick, (2002). Effects of metal coating on self-assembled monolayers on gold. 1. Copper on dodecanethiol and octadecanethiol. *Langmuir*, 18(22), 8503–8509. <https://doi.org/10.1021/la025941z>
- Earle, F. R., Curtis, J. J. y Hubbard, J. E. (1946). Composition of the component parts of the coin kernel. *Cereal Chemistry*, 23, 504–511.
- Hodgins, G. y Lyle, K. (2013). The chemistry of US currency – Magnetic ink. Sharing chemistry with the community. *Chem 13 News Magazine*. University of Waterloo. <https://uwaterloo.ca/chem13-news-magazine/october-2013/activities/chemistry-us-currency-magnetic-ink-sharing-chemistry>
- INEC. (2012). Sistema integrado de consultas de clasificaciones y nomenclaturas. https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_metal.php?id=41413.03.03

- INFOBAE. (2021, November 23). Cuál es el centavo de dólar más valioso: pesa 3 gramos, parece una moneda cualquiera pero vale unos USD 2 millones. *Infobae*. <https://www.infobae.com/economia/2021/11/23/cual-es-el-centavo-de-dolar-mas-valioso-pesa-3-gramos-parece-una-moneda-cualquiera-pero-vale-unos-usd-2-millones/>
- Montoro, Ó. R. (2020). La presencia de la Química en los billetes bancarios. *Anales de La Real Sociedad Española de Química*, 116(4), 241-252. <https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/1340>
- Niños, F., Gonzalo, R. y Diago, J. (2015). ANÁLISIS DE MONEDAS ROMANAS Y UBICACIÓN TEMPORAL DE LAS MISMAS, MEDIANTE FLUORESCENCIA DE RAYOS X. 07–10.
- Ortega-San-Martín, L. (2023). “La química del dinero”, una recomendación para numismáticos, químicos y curiosos. *Revista de Química*, 37(1), 22-23. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/26956>
- rmmcia. (2016). Propiedades del latón [Blog]. RMMCIA. <https://www.rmmcia.es/blog/laton-y-cobre/propiedades-del-laton>
- Rohrig, B. (2020). *The chemistry of money*. Royal Society of Chemistry Books.
- Rosado Cevallos, K. R. (2019). Desempeño laboral de los ejecutivos de servicio transaccional de Banco Pichincha. [Tesis, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7602>
- Sullivan, S. (n.d.). The Chemistry of Money. *Chemistry is Life*. <https://www.chemistryislife.com/the-chemistry-of-money>