

The logo consists of the letters 'M' and 'A' in a bold, sans-serif font. The 'M' is green and the 'A' is black. They are positioned on a light green rectangular background.

Materiales Avanzados

Número 32

Año 2020

Las bondades y maldades de las arcillas
Geolar Fetter y Franchescoli D. Velázquez Herrera

Epidemiología matemática
María de Lourdes Esteva Peralta

El extraño caso de la epitaxia del MoO_2 sobre zafiro
Oswaldo de Melo, Guillermo Santana y Estrella Ramos

Muerte por COVID 19, un duelo diferente
Margarita Dávila Robledo

Estado del arte de las superaleaciones a base de níquel
*Oscar Hernández Castellanos, Ibet Navarro Reyes e
Ignacio Alejandro Figueroa Vargas*

Celdas de combustible a hidrógeno
Karina Suárez Alcántara

Sor Juana Inés de la Cruz: de la grandeza al confinamiento
Lourdes Aguilar Salas

SARS-CoV-2, un desafío global en Salud
Eduardo López Ortiz y Geovani López Ortiz

Arte y plástica
Estrella Peña

Reseña del libro: *Luz propia*
Astron Martínez

Noticias: *Ozono, Ciencia de Materiales contra el coronavirus, estrella con
forma de lágrima y el arte de este número de la Revista*

Biografía: Ernest (Rutherford) y el rayo gamma
Mario Alberto Castro Morales

Materiales de apoyo a la docencia:
Radio-Nuclear Team México y Métricas para la incidencia social



Universidad Nacional Autónoma de México

Enrique Graue Wiechers
Rector

Leonardo Lomelí Vanegas
Secretario General

William Henry Lee Alardín
Coordinador de la Investigación Científica

Instituto de Investigaciones en Materiales

José Israel Betancourt Reyes
Director

Héctor Domínguez Castro
Secretario Académico

Estrella Ramos Peña
Editora responsable

Astron Rigel Martínez Rosas
Coordinador editorial y de divulgación

Comité Editorial:

Maricela Zapata Arroyo
Yareli Rojas Aguirre
Karina Suárez Alcántara
José Chávez Carvayar
Francisco Morales Leal
Ateet Dutt

Producción:

Editorial IIM
Editor científico: Estrella Ramos Peña
Editor digital: Alberto López Vivas
Cuadros y plástica: Estrella Peña
Diseño editorial: Astron Rigel Martínez Rosas

La reproducción del material aquí mostrado se permite siempre y cuando:
se cite esta revista, se reconozca a los autores y no sea utilizado con fines comerciales.

Presentación

El número que tenemos el gusto de presentar es extenso, muy rico en la variedad de temas y para el cual, tuvimos una nutrida participación (agradecemos mucho a los autores). Vivimos un complicado momento en la historia de la humanidad y la revista Materiales Avanzados no podía dejar fuera este tema. Encontrará diversos trabajos que abordan el problema de los virus y del SARS-CoV-2: desde la perspectiva que aborda la Epidemiología matemática y explica (de forma clara y con el rigor científico de nuestros artículos académico) cómo se construyen los modelos matemáticos que describen la propagación de las enfermedades; hasta el enfoque psicosocial de lo que representa vivir y sufrir una pandemia (con consejos útiles para sobrellevar el duelo) además del abordaje histórico de personajes ilustres a quienes también les aquejaron pandemias y vivieron el encierro voluntario, como la polímata Sor Juan Inés de la Cruz. Nos solidarizamos con nuestros colegas y amigos que han perdido seres queridos en estos tiempos difíciles. Estamos convencidos de que el conocimiento y la acertada divulgación científica contribuirán a reaccionar de manera adecuada ante la creciente infodemia asociada con este brote epidémico. No nos dejemos engañar por quienes propagan información falsa, basados en supuestos análisis científicos que no son más que una coartada que busca confundir y producir división y enojo.

El número presenta una rica diversidad de temas, abordados con mucho estilo. Nos enorgullece el creciente enfoque divulgativo y ameno del material que llega a nuestra revista, notable en el tono de los autores que comparten su trabajo con nosotros y con ustedes, lectores. Esperamos que la disfruten tanto como nosotros. La reseña del libro está dedicada a una obra que habla de seres luminosos y, para armonizar el libro con el tema, las imágenes también son luminosas gracias compuestos que contienen europio en su estructura. La autora del libro es nada menos que María Emilia Beyer, reconocida maestra de varias generaciones de divulgadores y actual directora del museo de ciencias Universum, con quienes estamos encantados de colaborar. Tenemos artículos excepcionales que hablan de materiales como las arcillas, dotándolas de personalidad por sus características físicas duales y con mira a hacer más disfrutable su lectura. Se explora el misterio del porqué del crecimiento epitaxial del óxido de molibdeno sobre una superficie de zafiro y se desvela cuál es la fuerza motriz detrás de este caprichoso arreglo. Desde un ángulo totalmente distinto presentamos el trabajo sobre las superaleaciones basadas en níquel, de uso en la industria aeroespacial, analizando las posibilidades de una incipiente industria para nuestro país. La original narrativa de la biografía retrata a uno de los científicos pioneros de la Estructura de la Materia, Ernest Rutherford, “hablando” con voz propia en nuestra revista gracias a la entrenada pluma del divulgador que la escribió y la valiosa colaboración que nuestro Instituto ha entablado con diversos actores de la sociedad civil organizada, reforzando su compromiso social (Asociación Mexicana de Tanatología, A.C., DiVU A.C., grupos estudiantiles de divulgación como Radio-Nuclear Team y A Poco No). De nuestros colegas del IIM campus Morelia llega un trabajo sobre celdas de combustible que nos habla de un tema de vanguardia en el desarrollo de los Materiales, en un mundo que sigue dependiendo de combustibles fósiles para el mantenimiento de nuestro estilo de vida.

Tengo el orgullo de presentar a mi madre, Estrella Peña, como la creadora del controversial trabajo artístico de este número; espero que su arte mueva sus emociones, tal como he visto que sucede con toda aquella persona que se aproxima a su vasta obra. Por último, presentamos actividades lúdicas (o “retos” científicos) de los que puede disponer para complementar sus cursos escolares y fomentar su interés por los materiales radioactivos. En esta misma sección de Apoyo a la docencia hallará un instrumento cuantitativo validado para medir temas trascendentes de actualidad como la equidad de género, respeto a los Derechos Humanos y su necesaria relación con la Ciencia: la divulgación científica como herramienta para la incidencia social.

No nos queda más que desearles una amena y provechosa lectura. ¡Bienvenidos a disfrutar de nuestra revista!

Estrella Ramos Peña

Editorial

La revista Materiales Avanzados es una publicación semestral con sede en el Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida Universidad 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510, Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, México, Tel. 56 22 45 00. CDMX www.iim.unam.mx/revista, editora responsable: *Estrella Ramos* eramos@iim.unam.mx Reserva de derechos al uso exclusivo del título ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública 04-2003-041612533600-102. Certificado de licitud de título 12619, certificado de licitud de contenido 10191, expedidos por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. ISSN 1665-7071.

Correo electrónico materialesavanzados@iim.unam.mx

Índice

3 Presentación

8 Reseña del libro: *Luz propia*

Astron Martínez

10 Noticias

16 Biografía: Ernest (Rutherford) y el rayo gamma

Mario Alberto Castro Morales

24 Las bondades y maldades de las arcillas

Geolar Fetter y Franchescoli D. Velázquez Herrera

30 Epidemiología matemática

María de Lourdes Esteva Peralta

34 El extraño caso de la epitaxia del óxido de molibdeno sobre zafiro

Oswaldo de Melo, Guillermo Santana y Estrella Ramos

42 Muerte por COVID 19, un duelo diferente

Margarita Dávila Robledo

48 Estado del arte de las superaleaciones a base de níquel, ¿un indicador de oportunidad de negocio para México?

Oscar Hernández Castellanos, Ibet Navarro Reyes e Ignacio Alejandro Figueroa Vargas

56 Celdas de combustible a hidrógeno

Karina Suárez Alcántara

62 Sor Juana Inés de la Cruz: de la grandeza al confinamiento

Lourdes Aguilar Salas

72 SARS-CoV-2, un desafío global en Salud

Eduardo López Ortiz y Geovani López Ortiz

78 Arte y plástica de este número

Estrella Peña

82 Apoyo a la docencia: Radio-Nuclear Team México

*Karen Rubí Gutiérrez Romero y
Marco Antonio Méndez Moreno*

86 Apoyo a la docencia: Métricas para la incidencia social

Astron Martínez



Reseña

Luz propia



Astron Rigel Martínez Rosas

Asociación Civil DiVU: Diversidad, cultura, género, alimentación y ciencia A.C. CLUNI: DDC17040509R4Q

colectivodivu@gmail.com

***¡Al último libro
de María Emilia Beyer
solo le hace falta
poder olerse!***

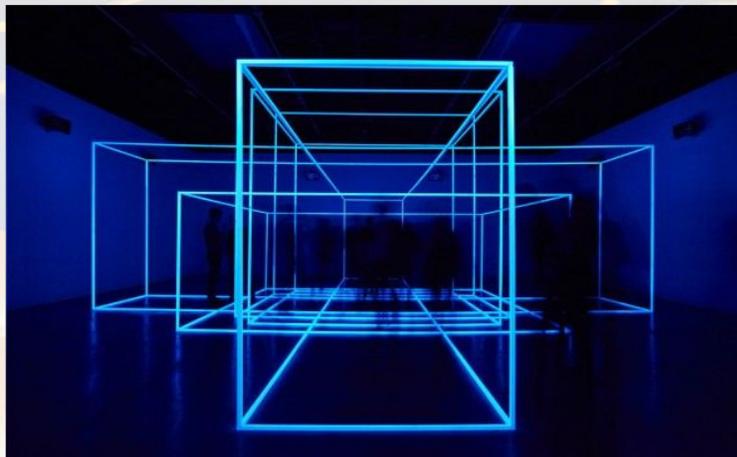
Literatura que trasciende los sentidos. Deslice sus dedos a través de los relieves, los cartones y las tintas texturizadas de este libro de divulgación, tan rico en imágenes literarias como en ilustraciones de los más variados organismos vivos.

Deleite así su sentido del tacto. Cierre los ojos e interprete lo que sus dedos le comunican. Con suficiente práctica hasta podrá reconocer las letras en relieve (con algo de suerte, también empatizará con el tres por ciento de la población ciega o con discapacidad visual que vive en México).

Sea osado y vaya un paso más adelante: apague la luz. Completamente a oscuras, este libro se enciende gracias a la ciencia de los materiales que nos regala la tinta fosforescente. *¡Qué mejor forma de retratar seres bioluminiscentes que con imágenes que tienen luz propia!*, bien se lee en la contraportada. Deguste, por así decirlo, un *menú* lleno de especies acuáticas y terrestres, de hongos y de animales. Incluso puede plegarlo, cual si fuera un biombo o un código mesoamericano. Escuche las trémulas voces que susurran con brillos y no con palabras. **Respire hondo.**

¿Sabía qué?

El mismo recinto cultural que alberga al Museo de la Luz fue testigo de la obra ***Breathing room*** (Cuarto para respirar) en el Antiguo Colegio de San Ildefonso. Es una instalación fosforescente de Antony Gormley —uno de los escultores vivos más importantes del mundo—. Explora el hecho de que los usuarios toman una larga bocanada de aire al hallarse dentro de su pieza y, repentinamente, apagarles la luz. Gormley, científico autodidacta, también ha colaborado con esculturas de su elemento químico favorito para exhibiciones sobre los Elementos.



Por eso digo que a este libro solo le hace falta tener olores (tal como los libros *rasca huele*). Pensándolo bien, recién salido de la librería sí huele a libro nuevo y quizá también a rastros del **aluminato de estroncio con europio** ($\text{Eu:SrAl}_2\text{O}_4$) que se utilizó para el pigmento que brilla en la oscuridad.

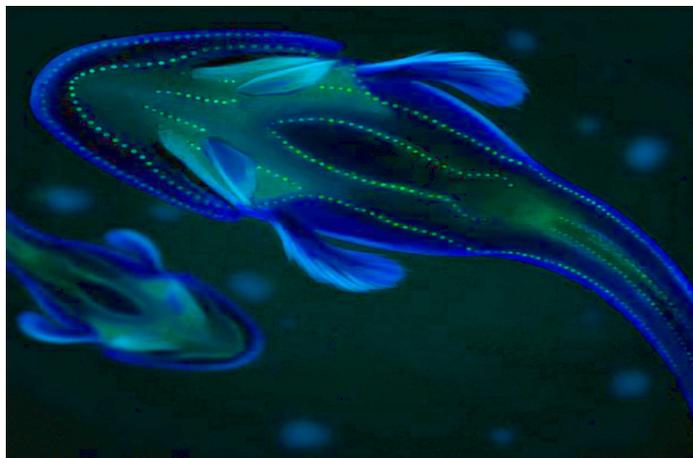
Nuestros colegas espectroscopistas del Instituto de Materiales podrán detectar trazas de sustancias y decirnos bien a bien qué es lo que olemos (lea, en el próximo número de la revista, *Ojeada a Miguel Ángel Canseco y a sus plásticos* para conocer más del Laboratorio de Espectroscopía del IIM).

Divulgar ciencia es todo un arte. Divulgar para niñas y niños no es trivial. Las infancias son el público más demandante. De *elles* obtenemos las más duras críticas (privadas de toda compasión o decoro). Gusta o disgusta, así de simple. Nótelo en las obras teatrales infantiles: deben ser breves, dinámicas, flexibles a múltiples interpretaciones y lecturas y deben mantener la tensión dramática de principio a fin, todo esto sin olvidar el número preciso de distensores y algún valor agregado que invite a repensar, o en este caso, a revisitarse la obra y no tenerla guardada en un cajón.

Todo eso tiene el libro *Luz propia, un libro sobre seres que brillan*, de Beyer con ilustraciones de Franz Anthony, editado en 2019 por Océano. ISBN: 9786075279541.

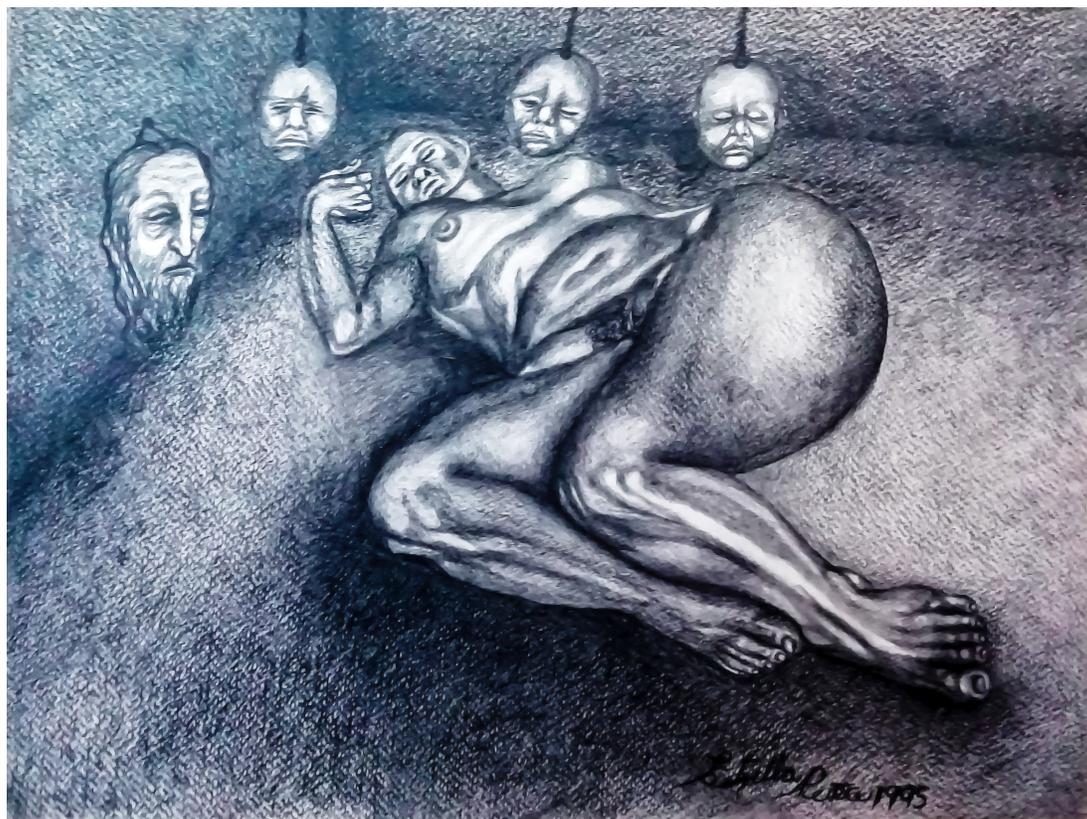
P.S. Le invitamos, persona lectora de Materiales Avanzados, a conocer la publicación *Mujeres sembrando conCiencias*, editado en nuestro Instituto por un servidor. Ahí aprenderá cómo novedosos materiales hechos de dióxido de titanio y otros metales utilizan luz ultravioleta para degradar contaminantes en el agua (una investigación de nuestra vecina y amiga Monserrat Bizarro Sordo) además de leer las semblanzas de las investigadoras mexicanas que han sido laureadas con el premio L'Oréal-UNESCO.

También hallará artículos científicos de Celdas solares de perovskitas (en el pasado número 31 de nuestra revista), modelos de química cuántica para el plegamiento de proteínas (aunque no necesariamente de la luciferasa que se menciona en el libro que ahora reseñamos) y una bella y original biografía del padre de la divulgación en México, José Antonio Alzate (número 30), sobrino nieto de *“la llama trémula en la noche de piedra del Virreinato”*, Sor Juana, de quien hallará un artículo en este número de la revista.



Noticias

Ozono, Ciencia de Materiales contra el coronavirus, estrella con forma de lágrima y el arte de este número de la Revista



UNAM confirma el cierre del hoyo en la capa de ozono en el Ártico

Por: Maricela Zapata

El hoyo en la capa de ozono que se cerró hace algunos días se ubica en el Ártico, explicó Graciela Raga, investigadora del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM. “Se cerró por cuestiones dinámicas, cuando las ondas y flujo de los vientos dieron lugar a que se rompiera el vórtice en la estratósfera del Polo Norte”, dijo la especialista.

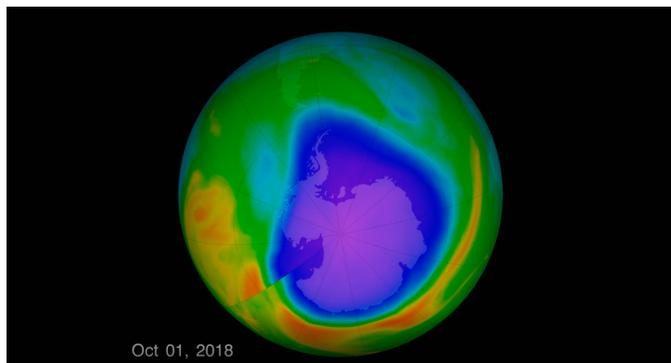
Detalló que ese agujero es distinto al que está sobre la Antártida, en el Polo Sur, cuyo cierre continúa y es paulatino desde que en la década de los 90 del siglo pasado se suspendió en el planeta el uso de los clorofluorocarbonos, compuestos químicos que destruyen esa capa que nos protege de la radiación ultravioleta. Explicó que, durante el invierno, en los hemisferios norte y sur, se forma un vórtice con vientos muy intensos que circulan alrededor de cada Polo. “Estos vientos impiden que se mezcle el aire de las zonas subtropicales y tropicales con el aire que queda encerrado en la zona polar, cuya frontera serían estos vientos muy intensos”, expuso.

El hoyo sobre la Antártida, en el Polo Sur, continúa su cierre paulatino desde hace 30 años

Factores dinámicos

El agujero se cerró en la primavera por factores dinámicos en la atmósfera. La destrucción del hoyo es a causa de fenómenos físicos, aunque en su creación también interviene la Química. “Ese evento fue inusual porque no es frecuente que el vórtice permanezca sin romperse en el hemisferio norte, lo que dio lugar a que se destruyera el ozono”.

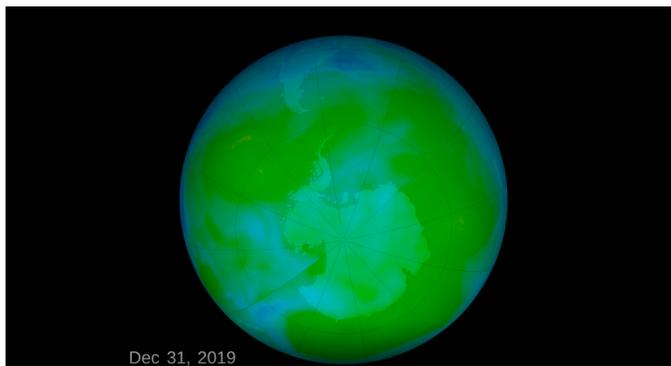
En general, durante el invierno, sin luz solar, las temperaturas llegan a 70 u 80 grados bajo cero y se forman nubes estratosféricas polares que son importantes en la destrucción del ozono. Cuando llega la primavera en cada hemisferio, se produce la destrucción acelerada del ozono del aire que ha quedado encerrado por el vórtice polar.



Las tonalidades moradas y azules son donde hay menos ozono. Esta es una imagen del año 2018. Foto: Cortesía de la NASA ozonewatch.gsfc.nasa.gov/

Diferencias entre el norte y el sur

La distribución de masas continentales en el hemisferio norte, y que el Ártico sea un océano con hielo flotando sobre el mar en lugar de un continente como la Antártida, hacen que los vientos no tan frecuentemente constituyan un vórtice cerrado. Aunque se observó un hoyo en la capa de ozono sobre el Ártico, las concentraciones de ozono fueron mayores que las del hoyo situado sobre la Antártida (hemisferio sur) durante la última primavera.



Esta es una imagen de finales de 2019
Foto: Cortesía de la NASA ozonewatch.gsfc.nasa.gov/

En tanto, el hoyo sobre la Antártida (que nos afecta porque deja pasar la luz ultravioleta, muy dañina para la vida) se está recuperado lentamente. **“Es el único éxito de la política ambiental a nivel internacional de las últimas décadas”**, concluyó la especialista.

<https://www.atmosfera.unam.mx/confirma-la-unam-el-cierre-del-hoyo-en-capa-de-ozono-fue-en-el-artico/>
<https://www.ngenespanol.com/ciencia/unam-confirma-el-cierre-del-hoyo-en-la-capa-de-ozono-en-el-artico/>

Las Ciencias de los Materiales en la batalla contra el coronavirus SARS-CoV-2

Por: Yareli Rojas Aguirre

Mientras biólogos y algunos investigadores en el área de la salud siguen trabajando en el desarrollo de un tratamiento contra SARS-CoV-2, otros campos del conocimiento también pueden contribuir a la lucha contra el causante de COVID-19. En este sentido, la Ciencia e Ingeniería de Materiales están jugando un papel fundamental (MRS, 2020). A continuación, algunos ejemplos:

1. Caracterización del virus

La estructura de la Proteína S del SARS-CoV-2 se pudo identificar a través de microscopía electrónica criogénica. Para realizar esto, se tomaron 3207 micrografías y se combinaron para una reconstrucción 3D con una resolución de 0.35 nm. Los resultados sugieren que el movimiento del sitio de reconocimiento al receptor de la proteína S (para que quede disponible para unirse al receptor ACE2 de la célula a la cual va a infectar) es un proceso estocástico. Esta información se puede utilizar para desarrollar un antiviral que se una a dicho receptor o evite el cambio conformacional que hace que el receptor quede disponible para reconocer e infectar a la célula blanco (Wrapp et al., 2020).

2. Diagnóstico

El primer paso en el diagnóstico convencional es a partir de los síntomas que presenta un individuo y el historial sobre el contacto que tuvo con otros individuos infectados. Sin embargo, en el caso de SARS-CoV-2, el tiempo de incubación es variable y en este periodo las personas infectadas no presentan síntomas, pero pueden infectar a otros. Por ello, es preciso desarrollar métodos eficaces que puedan detectar la enfermedad en etapas tempranas. El método debe ser preciso, confiable, fácil de aplicar, rápido y de bajo costo. Esto ha sido un gran reto ya que la única técnica que ha funcionado para detectar al virus es la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR). Esta es una técnica que, a partir de un fragmento de ADN o de ARN, puede sintetizar millones de copias de él y así caracterizar e identificar sus secuencias. Requiere de varios equipos sofisticados y de un riguroso control de la temperatura.

Para abordar este problema y poder diseñar dispositivos accesibles a la población, muchos materiales se podrían explorar para desarrollar, por ejemplo, los dispositivos conocidos en inglés como *lab-on-a-chip*, en los que se pueda realizar PCR. Estos dispositivos involucrarían un material polimérico y baterías. Sería necesario que los componentes electrónicos puedan controlar y mantener la temperatura requerida para la PCR (Jung et al., 2016; Zhou et al., 2004).

3. Desarrollo de antivirales

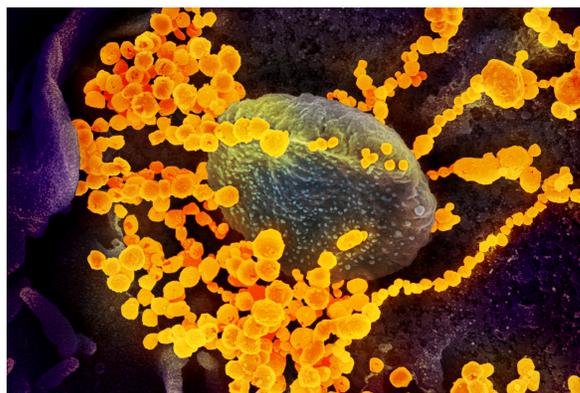
Las Ciencias de los Materiales se han asociado comúnmente al estudio de materiales estructurales y funcionales de naturaleza metálica, cerámica o compuesta. Sin embargo, también investigan polvos, polímeros, sistemas coloidales y biomateriales. En este último caso, se busca aplicar los principios físicos comunes a las Ciencias de los Materiales en el desarrollo de excipientes, formulaciones y sistemas de liberación de fármacos, para optimizar sus propiedades terapéuticas, su caracterización y procesos de manufactura. A pesar de que hay una exhaustiva investigación en el desarrollo de vacunas contra SARS-CoV-2, su lanzamiento, en caso de algún hallazgo exitoso, tardará un tiempo considerable (varios meses). Por lo tanto, una manera más rápida de atacar al virus es por medio de un antiviral. En este sentido, el desarrollo de ciertos materiales poliméricos o metálicos que interactúen con los sitios de reconocimiento del virus, evitarían que éste entrara a la célula. Por otro lado, podrían unirse al ARN viral dentro de la célula, previniendo su replicación (Liu et al., 2020; Northwestern University, 2020).

4. Desinfección

El virus SARS-COV-2 se puede transmitir en forma de aerosol, es decir, a través de gotitas dispersas en el aire y para prevenirlo es necesario utilizar máscaras con filtros adecuados para evitar la entrada de aerosoles. El desabasto de material de protección ha sido uno de los más grandes retos que enfrentan la mayoría de los países. Algunos de los cubrebocas y equipos de protección comunes carecen del tamaño de poro adecuado para filtrar las gotículas y tienen un tiempo de vida útil limitado. En cuanto a los métodos de desinfección del material para ser reusado, no se sabe mucho todavía. Algunas de las investigaciones recientes muestran resultados contradictorios y algunas otras comienzan a mostrar algunos

avances que requieren de estudios todavía más exhaustivos. Por lo tanto, urge diseñar y fabricar membranas que puedan filtrar al virus (con un tiempo de vida útil mayor y que resistan procesos de esterilización). Asimismo, estas membranas deben ser flexibles al mismo tiempo que resistentes y deben permitir el adecuado flujo de aire, además de ser cómodas y ergonómicas. Es por eso que la investigación en membranas poliméricas porosas, sus técnicas de caracterización y de procesamiento es fundamental (Fischer et al., 2020; Leung et al., 2020).

Sin duda, la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2 es un parteaguas para la futura investigación, no solo en Ciencia de los Materiales sino también en muchos otros campos del conocimiento. Estos son solamente algunos ejemplos de cómo la Ciencia e Ingeniería de Materiales puede contribuir enormemente a combatir el virus.



This scanning electron microscope image shows SARS-CoV-2 (round gold objects) emerging from the surface of cells cultured in the lab. The virus shown was isolated from a patient in the U.S. Credit: NIAID-RML

Referencias

- Fischer, R., Morris, D. H., van Doremalen, N., Sarchette, S., Matson, J., Bushmaker, T., ... Munster, V. (2020). Assessment of N95 respirator decontamination and re-use for SARS-CoV-2. *MedRxiv*, 2020.04.11.20062018. <https://doi.org/10.1101/2020.04.11.20062018>
- Jung, I. Y., You, J. B., Choi, B. R., Kim, J. S., Lee, H. K., Jang, B., ... Lee, H. (2016). A Highly Sensitive Molecular Detection Platform for Robust and Facile Diagnosis of Middle East Respiratory Syndrome (MERS) Corona Virus. *Advanced Healthcare Materials*, 5(17), 2168–2173. <https://doi.org/10.1002/adhm.201600334>
- Leung, N. H. L., Chu, D. K. W., Shiu, E. Y. C., Chan, K.-H., McDevitt, J. J., Hau, B. J. P., ... Cowling, B. J. (2020). Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks. *Nature Medicine*. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0843-2>
- Liu, C., Zhou, Q., Li, Y., Garner, L. V., Watkins, S. P., Carter, L. J., ... Albani, D. (2020). Research and Development on Therapeutic Agents and Vaccines for COVID-19 and Related Human Coronavirus Diseases. *ACS Central Science*, 6(3), 315–331. <https://doi.org/10.1021/acscentsci.0c00272>
- MRS. (2020). How Materials Sciences Contribute to fighting against the new coronavirus. <https://materials.typepad.com/materialsconnect/2020/03/how-can-materials-science-contribute-to-fighting-against-the-new-coronavirus.html>
- Northwestern University. (2020). Here's how nanoparticles could help us get closer to a treatment for COVID-19. Retrieved from <https://news.northeastern.edu/2020/03/04/heres-how-nanoparticles-could-help-us-get-closer-to-a-treatment-for-covid-19/>
- Wrapp, D., Wang, N., Corbett, K. S., Goldsmith, J. A., Hsieh, C.-L., Abiona, O., ... McLellan, J. S. (2020). Cryo-EM structure of the 2019-nCoV spike in the prefusion conformation. *Science*, 367(6483), 1260 LP – 1263. <https://doi.org/10.1126/science.abb2507>
- Zhou, X., Liu, D., Zhong, R., Dai, Z., Wu, D., Wang, H., ... Lin, B. (2004). Determination of SARS-coronavirus by a microfluidic chip system. *ELECTROPHORESIS*, 25(17), 3032–3039. <https://doi.org/10.1002/elps.200305966>

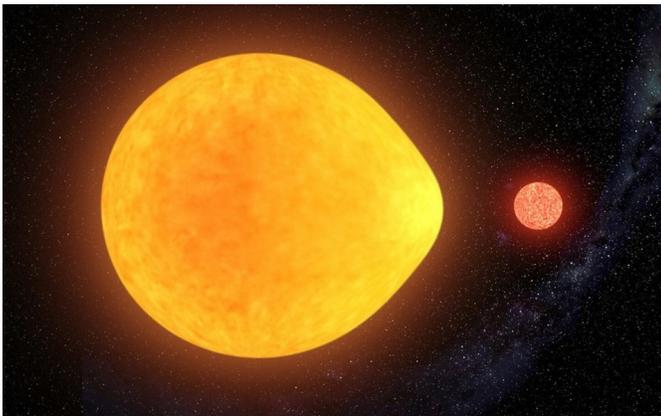
Descubren una estrella pulsante con forma de lágrima

Por: Maricela Zapata

Un equipo científico internacional, en el que participa el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), **halla por primera vez una inusual estrella que oscila en uno de sus lados debido a la atracción gravitatoria que ejerce otra estrella cercana.** El estudio, que se publica en Nature Astronomy, utiliza datos del satélite TESS de la NASA y ha contado con la colaboración de astrónomos amateurs.

Hace tiempo que la Astronomía conoce la existencia de estrellas lejanas que pulsán de forma similar a nuestro Sol. Estas oscilaciones rítmicas, que tienen lugar en la superficie estelar, ocurren en estrellas de diferentes edades y periodos de pulsación y pueden deberse a causas diversas. Sin embargo, todas estas estrellas pulsantes tenían hasta ahora algo en común, que las oscilaciones eran siempre visibles en toda la superficie.

Han descubierto, por primera vez, una estrella que oscila en un solo hemisferio. Este objeto celeste forma parte de un sistema estelar binario, con un período orbital de menos de dos días, en el que **la atracción gravitatoria de una compañera cercana arrastra las pulsaciones hacia uno de los lados, dándole forma ovoide o de lágrima.**



Recreación artística de una estrella pulsando en uno de sus hemisferios debido a la atracción gravitatoria de una estrella compañera. Gabriel Pérez (SMM-IAC)

La existencia de estrellas con oscilaciones modificadas por la fuerza gravitatoria de otro cuerpo cercano fue predicha teóricamente en la década de 1940.

Las estrellas pulsantes se conocen desde hace mucho tiempo, pero jamás se había encontrado una que pulsara de un solo lado, lo que le da su peculiar forma

Según **Gerald Handler**, investigador del Centro Astronómico Nicolás Copernicus (Polonia) y autor principal, *"los excelentes datos del satélite TESS de la NASA nos permitieron observar variaciones en el brillo debido tanto a la distorsión gravitatoria de la estrella como a las pulsaciones"*. Para su sorpresa, el equipo observó que la fuerza de las oscilaciones dependía del momento en que se observaba la estrella y que variaba con el mismo período que la órbita de la binaria.

"A medida que las estrellas binarias orbitan entre sí —añade David Jones, investigador del IAC y coautor del estudio—, vemos diferentes partes de la estrella pulsante; a veces, vemos el lado que apunta hacia la estrella compañera y, otras veces, vemos la cara externa".

Así es como los astrónomos, además de observar leves fluctuaciones del brillo, tuvieron la certeza de que las pulsaciones sólo se encontraban en un lado de la estrella cuando el mismo hemisferio apuntaba hacia el telescopio. **La pista inicial que llevó al descubrimiento de esta inusual estrella vino de la mano de astrónomos amateurs** que regularmente inspeccionan con detalle la enorme cantidad de datos que TESS suministra.

Si bien esta es la primera estrella de este tipo que se encuentra en la que solo pulsa de un lado, los astrónomos creen que debe haber más en el universo.

Referencias

Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)

<https://www.iac.es/es/divulgacion/noticias/descubren-una-estrella-pulsante-con-forma-de-lagrima>

Arte de San Carlos, Yauatepec a Teotihuacán

Por: Astron Martínez

La materia y los materiales del arte son atemporales... o bueno, casi.

Podemos hallar óxidos de zinc y hierro en los restos de las pinturas al óleo de hace medio milenio. Es más, hasta el nombre comercial de los tubos de pintura sigue siendo el mismo: Blanco de zinc, Terracota, Siena tostada... Esto nos hace reflexionar en lo atemporales que son la técnica y los materiales del arte de pintar. Es verdad que algunas composiciones químicas de la paleta de colores han cambiado (y para bien) por motivos de salud. Ahora se procura dejar de utilizar metales pesados como el sulfuro de cadmio que Vincent van Gogh utilizó en sus conocidos Girasoles, ya no usamos blanco de plomo ($2 \text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) cuando pintamos claroscuros, como sí lo hizo en su momento Rembrandt ni cinabrio (HgS) para las casas ni para los murales al fresco **que recientemente estudió el equipo interdisciplinario del INAH y el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada en la zona arqueológica de Teotihuacán, publicando en agosto de 2020**, utilizando un equipo portátil de espectroscopía de fluorescencia de rayos X, microscopía electrónica de barrido y espectroscopía Raman para las muestras.

Usted mismo está siendo testigo del gran cambio en el Arte de la segunda mitad del siglo XX. La era digital y sus técnicas y proezas científicas que le permiten disfrutar este número 32 de la Revista Materiales Avanzados en todos sus colores. Benditas “tierras raras”, óxido de indio y demás sustancias presentes en las pantallas de los dispositivos electrónicos.

Lo que es atemporal es, pues, la técnica –o quizá algo más profundo–. Hay un material indispensable para el arte que permanece incorruptible y es el artista mismo, el siempre presente “material humano”. El talento artístico y la sensibilidad de estos genios que nos comunican su valiosa visión del mundo lo podemos hallar en todas las épocas y nos conecta con nuestro pasado y nuestro futuro. Cambios en las composiciones químicas más o cambios menos, pero las milenarias pinturas rupestres en cuevas (de artistas que también pintaban como nosotros) ya expresaban nuestras preocupaciones y nuestro entorno y nuestro día a día.

Al público de mente abierta, las y los artistas nos prestan sus ojos para ver, por un momento, el mundo como ellos lo ven.

Esto es un ejercicio importante de **empatía**.

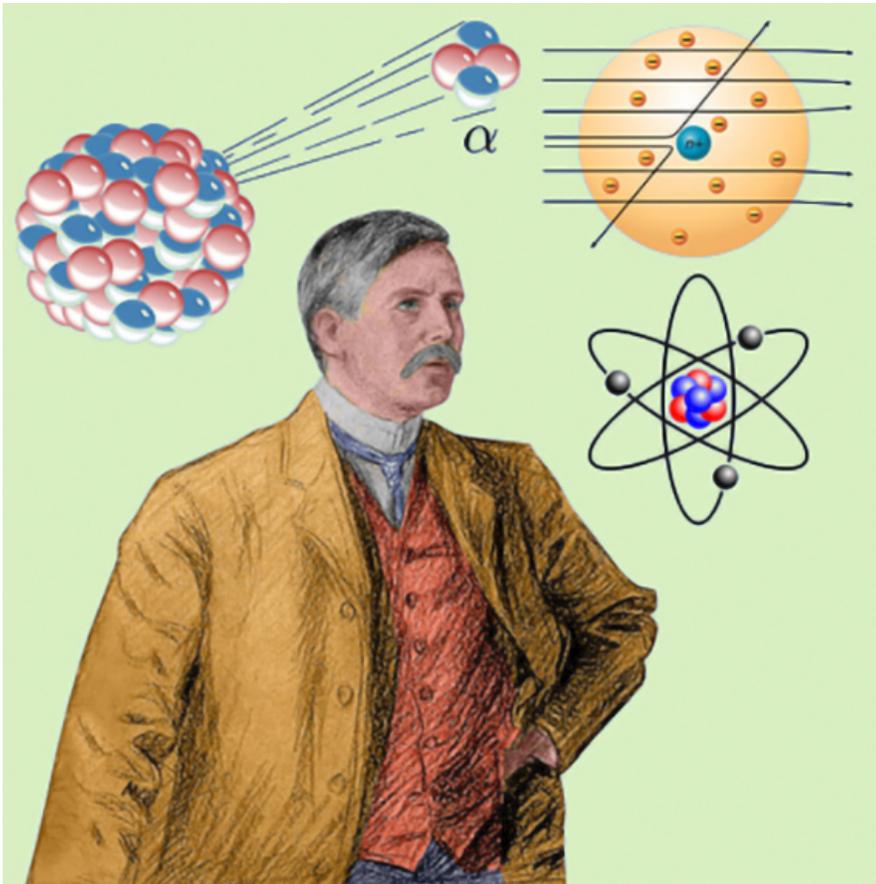
Elegí para la portada de este número un retrato que nos remite a la curiosidad y su necesaria conexión con la naturaleza, tan presente en nuestras infancias latinoamericanas y tan indispensable en el quehacer científico, pero eso no es todo. ¿Han notado que hasta finales del siglo pasado veíamos, mayormente, niños rubios y de piel clara en los programas de televisión nacionales y en las películas y en la publicidad de la despensa? Pasaba (o sigue pasando) lo mismo con los atléticos cuerpos esbeltos, la juventud antepuesta a los adultos mayores, los abdominales marcados y el vientre plano en contraposición con la panza y los cuerpos con sobrepeso, ¡y hasta con los animales de compañía “de raza pura” de los comerciales de comida para perro! Ya no más.

Este nuevo siglo XXI nos enseña el valor de la diversidad humana y su justa representación en todos los medios, en todos los sentidos.

Como ningún otro artista que hayamos tenido hasta el momento en nuestra Revista, las pinturas de Estrella Peña desvelan el universo de posibilidades corporales válidas de personajes que han sido subrepresentados. Habitante del pueblo de San Carlos (no la academia de Bellas Artes, pero bien podría) en Yauatepec, en el estado de Morelos, esta artista contemporánea dista y al mismo tiempo nos conecta con los temas que retrataban aquellos habitantes del valle de Teotihuacán. La brutal honestidad de esta sensible artista le ha ganado fama de incómoda, ¡y qué gran halago es serlo dentro del ámbito del activismo social!, pues incomoda lo que en el fondo nos representa como sociedad, lo que no nos atrevemos a decir y que existe dentro de nosotros. Puede también pasarlo de largo, así como a veces decidimos ignorar la pobreza, la senectud, la diversidad corporal, los perritos de la calle o la gran inteligencia de los animales de compañía. Algunos prefieren no mirar, pero si usted es de los osados, de los comprometidos, de los curiosos, mire sin prejuicios y hallará a lo largo de la Revista, en el arte de Peña, verdades y posibilidades del cambiante mundo que nos rodea.

D. L. Argote et. Al. (2020) Cinnabar, hematite and gypsum presence in mural paintings in Teotihuacan, Mexico. *Journal of Archaeological Science: Reports*, Volume 32.





Biografía

Ernest y el rayo gamma

Mario Alberto Castro Morales

A Poco No S.A. de C.V.

LAMAT: Ciencia, Tecnología e Ingeniería

Grupos y asociaciones de Divulgación Científica.CDMX

contacto@apocono.mx

Amanece: me estiro sobre la cama cual largo soy, sigo intrigado con el hecho de que el sol ha salido una vez más después de una bellísima noche. Noche de sueños –que deseo se cumplan– me asomo por la ventana y veo ese inmenso mar en la bahía de Tasman. Corro por esos callejones, estrechos sí, pero que me llevan a ese sitio que tanto me gusta sobre el centro de mi pueblo; que hermoso es Nelson, Nueva Zelanda. Siempre he tenido la idea de que existen cositas tan pequeñas que están localizadas así, igual a este quiosco, aquí al centro del pueblo y rodeados de casas, pequeñas casas donde viven personitas que hacen que todo funcione.

Mi nombre es Ernest tengo 11 años, hoy es 30 de agosto de 1882 –es mi cumpleaños– y Martha, mi madre, me ha preparado un pastel. Siempre jugamos a que soy un gran inventor. Ella, junto con James, mi padre, me motivan en cada juego a hacer crecer esa curiosidad que me caracteriza. En el colegio Nelson College mis profesores hacen lo posible por mantenerme ocupado, pero, lo que a mí me encanta realmente es el Rugby. Nacido en Inglaterra, en el colegio de la ciudad de Rugby, del condado de Warwick. El Rugby se caracteriza por ser un juego de contacto, ¡y vaya que es de extremo contacto!

Lo practicamos tanto hombres como mujeres, donde, bajo el uso de una pelota ovalada de cuero, 15, 13 o 7 jugadores se disputan el honor del triunfo. ¡Anotar un goooooo! realmente me gusta mucho, lo practicaré y seré un gran jugador, pero, y de esto estoy seguro, llegaré a la Universidad por mis estudios y no por el deporte, colocando el apellido **Rutherford** en lo más alto.

El comienzo de una carrera

En Canterbury College conocí el segundo lugar donde me deleito con el simple hecho de estar: el laboratorio de la Universidad. Sin importar el tiempo, permanezco en él, ya que mi curiosidad (como dice el director) va más allá de lo imaginado. Cinco años son los que he invertido en diversos experimentos, muchos de ellos utilizando elementos de la Tabla periódica. Uno de ellos fue el Hierro (Fe), metal de transición que si lo manipulas a altas frecuencias desarrolla características de un magneto; estoy seguro de que no es el único, seguiré buscando.

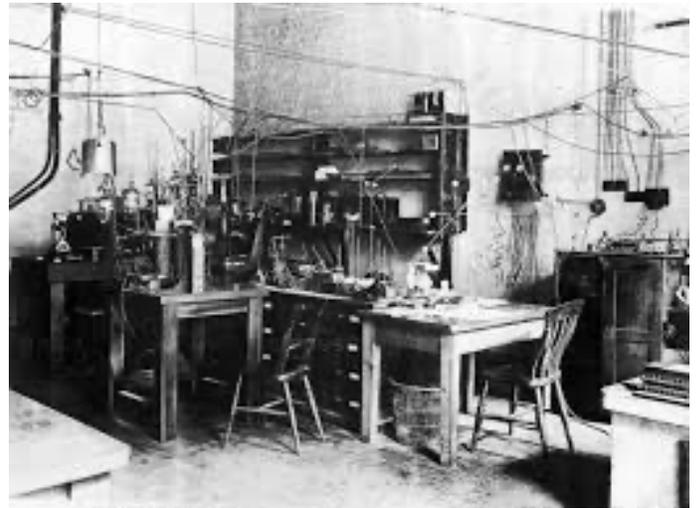
Pasos cortos, o tal vez largos, han guiado mi camino hasta la meta, sin embargo, quiero más. En Christchurch, ubicada al sur de Wellington, capital de Nueva Zelanda, obtuve mi grado de licenciatura, continuando con mi objetivo conseguí una beca para estudiar Matemáticas. Comienzo en la docencia y como dijera mi madre *“tengo hambre y de algo debo vivir”*. De la docencia obtengo recursos para terminar mi último año, al impartir clase procuro entregar mi máximo ante el alumnado, recuerdo que hace algún tiempo yo estaba ahí.

Tras tres años de estudio me otorgan el posgrado denominado *Master of Arts*. Entré con la idea de estudiar Matemáticas, pero he encontrado algo que también me apasiona, me llena de otros conceptos y genera en mi ser (sí aún más se puede) curiosidad: **la Física**.

En el año 1894 –me pregunto si se acerca el final de mi carrera– obtengo el grado BS (*Bachelor of Science*; grado alto en ciencias, derivado del latín *Baccalaureus Scientiae*) otorgado desde 1860 en Inglaterra, relacionado al *Bachelor of Arts* también conocido como *“Knight Bachelor”* y con ello me siento todo un caballero, ya que este galardón se entregaba en honor a los caballeros ingleses desde el siglo XIII, regencia del Rey

Henry III. Este recorrido me ha concedido y preparado para desarrollarme en ese lugar que tanto amo: el laboratorio. Experimentos por aquí, por allá, todos ellos relacionados entre sí y bueno... otros no.

Con varios estudiantes a mi cargo, y deseoso de conquistar aquello que siempre he soñado, me dispongo a continuar mi camino. Mis pasos me llevan a mi tercer gran lugar de estancia: los Laboratorios Cavendish ubicados en Cambridge en la Gran Bretaña.

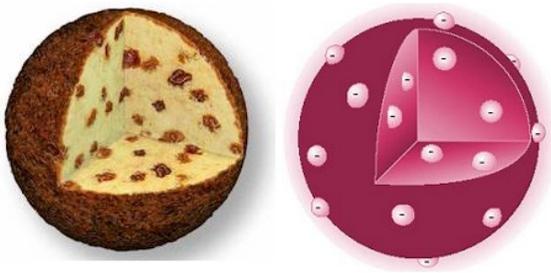


“Antes de irme debo de hablar con Mary” –pensé–, realmente me gusta y la amo, no quiero perderla. Ella motiva cada paso que doy ya que es mi fortaleza ante la debilidad, la luz ante la oscuridad y la quiero junto a mí para toda la vida.

Generando semillas

Los laboratorios Cavendish son el Departamento de Física de la Universidad de Cambridge, desde 1873. Tengo la oportunidad de trabajar aquí y me doy cuenta de que los equipos son de primera, los espacios suficientes, el ambiente sin igual y estoy tan motivado que antes de llegar a casa planeo contarle a Mary para que se emocione tanto como lo hice yo. Algunos estudiantes que ya trabajaban aquí me platican que estaban situados en la parte de Museos nuevos del *Free School Lane*, en el centro de Cambridge, pero que por falta de espacio se trasladaron a *Madingley Road* en la zona occidente de Cambridge la verdad está mucho mejor aquí, je je je digo yo-.

Para ese entonces, y a casi dos siglos de distancia, el matemático Isaac Newton ya nos había mostrado la relación existente entre la aceleración y la masa. Sin embargo, un joven tan inquieto como yo, propuso en sus estudios de Física la relación existente entre dos cuerpos u objetos y su atracción entre ellos. El joven se llamaba Henry Cavendish, familiar del que fuera rector de la Universidad, William Cavendish, 7° duque de Devonshire; es él quien da nombre a los laboratorios Cavendish, en honor a Henry. Ahora sí siento envidia de la buena, pero me motiva aún más para llevar a puerto este barco que he abordado con tanto orgullo. Henry, en sus estudios de Química, propone algo extraordinario que me causó sensaciones que nunca había advertido, un algo en mi estómago que ilumina, cual candelabro, todo el comedor de la Real Academia. **Hidrógeno** es la palabra que escucho de él, nombre del elemento químico que asocia al agua y que en su “tercer experimento” Henry descubre y muestra al mundo. Esto incita, en todo mi ser, a iniciar mi doctorado, bajo la tutela del doctor J.J. Thomson.



En los pasillos de los laboratorios de Cavendish me encuentro con el doctor Joseph John Thomson, director de los laboratorios Cavendish. Le propongo que me acepte como su discípulo y le muestro mis credenciales, comentándole que he leído su trabajo y que espero aprender mucho de él pues ha propuesto la existencia de algo muy pequeño (lo cual he hecho, de su sola existencia, la guía de mi camino hasta donde me encuentro ahora) llamado electrón. Lo recuerdo ya que, en ese año de 1897, cumplía dos años de mi llegada a los laboratorios. Además de que dijo “*propongo a continuación un modelo; en éste los electrones poseerán una carga negativa y deben de encontrarse en el interior del átomo, a su vez el átomo debe contar con una carga positiva*”, relación que propuso entre carga y masa de lo que él llamaba “Rayos Catódicos”. Yo también estuve presente en el momento que, pensando en esa fecha tan importante para el doctor Thomson –todo el laboratorio esperábamos llegar al 18 de diciembre–,

sorpresivamente y dando un salto de emoción dijo: “¡Claaarooo! Corpúsculos... están todos en un mar de carga positiva en el interior del átomo, ¡cómo un pudín de pasas!” Trabajar junto al doctor Thomson me hace sentir pleno. Hemos realizado diferentes experimentos, tres de los cuales son los que, a la fecha, me dejan satisfecho. Publicar el trabajo de ondas hertzianas en las *Philosophical transactions* de la Royal Society me da la oportunidad de mostrarme ante el mundo. Elaboré el proyecto del efecto de los rayos X sobre un gas y observé cómo se producían partículas cargadas al ionizar el aire. Me queda claro la liberación de iones y considero la posibilidad de que, con ellos, sea posible conformar o recombinar otros átomos y que éstos sean neutros. Debo descubrir una técnica para ello. “*Ernest, es maravilloso. Te lo mereces, ya que tus trabajos e investigaciones hablan por tí*” fue lo que Mary me dijo cuando le insinué que a mis 27 años me iría a la Universidad de McGill de Montreal, Canadá, a impartir una cátedra. Esperaba que se molestara por el viaje –he de ser sincero– pero no fue así. No obstante, al mencionarle que este viaje representaba para mí la oportunidad de que ella dejara de ser mi prometida, ahí sí fue cuando se molestó, ¡y vaya que se molestó! Aclaré que dejaría de ser mi prometida ya que pronto nos casaríamos.



Agradezco tanto a mis padres. A mamá, por ser quien fue conmigo. Durante sus clases igual me trataba a mí que a sus demás estudiantes; considerándolo, fue ruda en mi aprendizaje, pero sin ello no hubiera alcanzado esto. A mi padre, por ser él mismo, ya que, al construir cosas, reparar e implementar con poco, mucho, me dejó sin quererlo un conocimiento que en el laboratorio pude desarrollar con un amplio margen. *Disciplina*, esa es la palabra a seguir, dejo el laboratorio pero me llevo muchas semillas para sembrar en otros lugares.

Un poquito de aquí, un poquito de allá

Algo, de lo poquito de por aquí, fue la aportación que realizó el joven Becquerel en 1896 al descubrir que el Uranio emitía un tipo de radiación que él llamó “radiación uránica”. Entonces yo decidí experimentar con un par de placas cargadas, colocando Uranio en medio y lo que obtuve fue sensacional: las radiaciones ionizaban el aire de una manera particular. Coloqué hojas metálicas de diferentes grosores en varias posiciones, unas por aquí, otras por allá y los datos comenzaron a brincar.

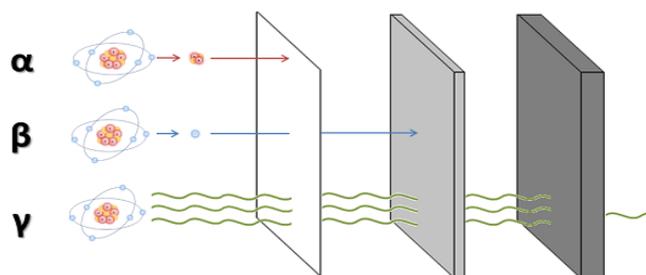
Observé que al colocar una hoja y luego otra, haciendo una hilera de ellas, las radiaciones disminuían; pero, oh sorpresa, no “todas”. Concluí que las radiaciones procedentes de la misma fuente –Uranio– no eran todas iguales sino que eran de diferentes energías. Tú te llamaras *radiación alfa* y tú, *radiación beta*. Es el año de 1899 y estoy a un año de casarme, siempre he pensado que la vida debe generar vida; si es niña se llamará Eileen.

Estos pesados elementos de la tabla periódica están cada vez más asociados a tipos de energías radiantes muy diversas. Ha llegado el momento de practicar con el Torio y los resultados son... ¡¿diferentes?! Solo 10 minutos dura la energía procedente de esta fuente, disminuyendo su intensidad exponencialmente; a pesar de ello se detectan otras formas de energía y yo me pregunto si deberían de estar ahí. Me intrigo a la vez que me confundo, pero sé que podré encontrar una explicación lógica para este evento.



Hoy he platicado con Frederick. Estamos razonando lo que vimos con anterioridad y pensando si, los elementos radiactivos que emana el torio, cambian –por así decirlo–. El señor Soddy y yo concluimos que los elementos sufren transformaciones espontáneas, ¡y que se destruyen! Leemos lo expuesto por los Curie en donde mencionan que los elementos *pierden masa* debido a la radioactividad; es decir, dependiendo de la cantidad de energía emitida, el elemento pierde masa “*sin cambiar de naturaleza*”. Hemos visto que las energías cambian, entonces suponemos que los elementos deberían de cambiar también. Es como si se transformaran de unos en otros elementos. Esto lo expondremos este año de 1903 en la *Royal Society*. Ponemos nuestros máximos ideales en ello, con la idea de que alguien más se nos una en esta búsqueda de la autenticidad y de cómo explicar que todo esto puede reflejarse en la medición de calor producido en estas “*transformaciones*”. Para asegurar esta empresa, lo publicaré el próximo año en un libro. Lo llamaré: *Radiactividad*.

Justo ahora llega el momento de reunir la vieja guardia, de oír las opiniones de otros caballeros, unos de aquí y otros de allá. Escuchar lo que Albert Einstein nos dice, relacionado a la energía con la masa, pedirle a Otto Hahn que venga y nos cuente de la fisión nuclear y de su trabajo con Fritz Strassmann y Lise Meitner; que vengan todos aquí a la Universidad de McGill en Canadá. Tras una serie de pláticas, conversaciones y trabajo en el laboratorio, llegamos a la conclusión de que, después de aseverar la existencia de los rayos alfa (núcleos de átomos de Helio) y de los rayos beta (de otra naturaleza, con mayor alcance y fuerza), existen otros que entregan una relación diferente entre los dos anteriores, que presentan carga y masa sin igual, y concluyo en que son más energéticos aún: los **Rayos Gamma**.



Entre instrumentos, herramientas y juguetes

Ha llegado el momento de regresar a Inglaterra. Aplicaré para trabajar en la Universidad de Manchester y continuaré con mis proyectos, pero en tierras cercanas a mi origen. Conocer gente nueva, idear cosas nuevas, en fin, liberar la cabeza para que todo fluya. La ciudad de Manchester, en el Reino Unido, es realmente bella. Me gusta estar aquí, ya que esta ciudad representa la primera ciudad industrializada del mundo, desde no hace mucho tiempo entre 1820 y 1840 que concluye la *Revolución Industrial*; es decir, aquí puedo hacer uso de lo último en tecnología –je, je, je– o innovarla.

Hoy conocí a Hans Geiger –todo un tipazo– y le he contado de las partículas alfa, de cómo durante tanto tiempo he trabajado en saberlo todo acerca de ellas. Que si son partículas de Helio, que si provienen del átomo y de cómo interactúan con facilidad con el entorno. Hans me preguntó que si estas partículas alfa producían energía y que si con los estudios que hasta hoy día había utilizado me había percatado de su existencia utilizando algún instrumento. Me preguntó si ya las había contabilizado y después dijo: “*¡tengo una idea!*” Desintegraciones por partes. Hagamos un *juguetito*...



Trabajo tras trabajo demuestran lo eficiente que se puede ser. No me gusta presumir, pero mis investigaciones, trabajos y demás proyectos rindieron un fruto que no estaba en la meta, pero que implica un triunfo en lo legal: recibo el Premio Nobel de Química en el año 1908. No se lo digan a nadie, pero yo soy físico y no químico je, je, je, “*la ciencia, o es física o es filatelía*”.

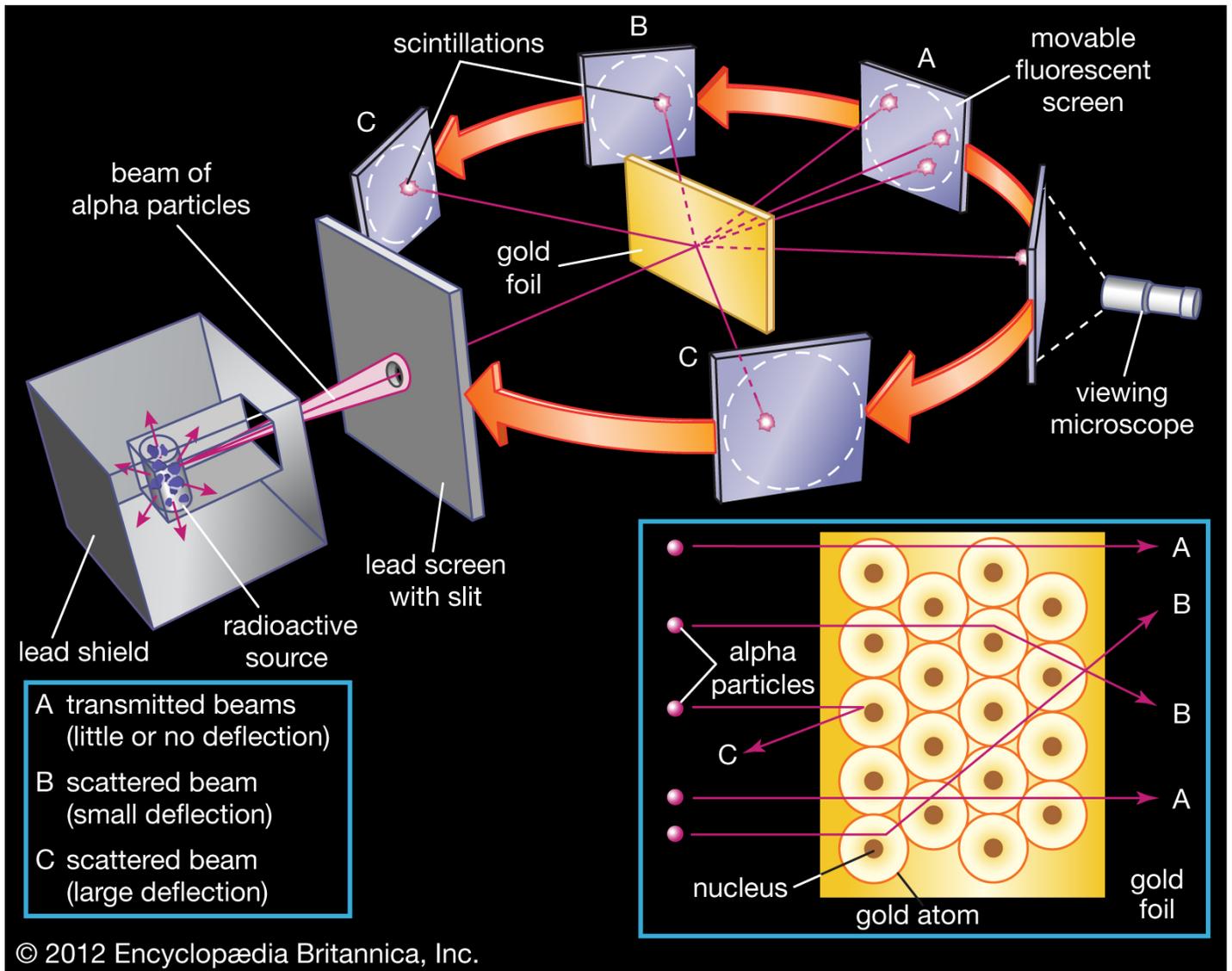
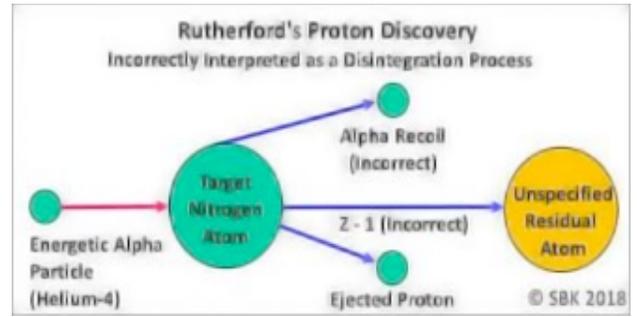
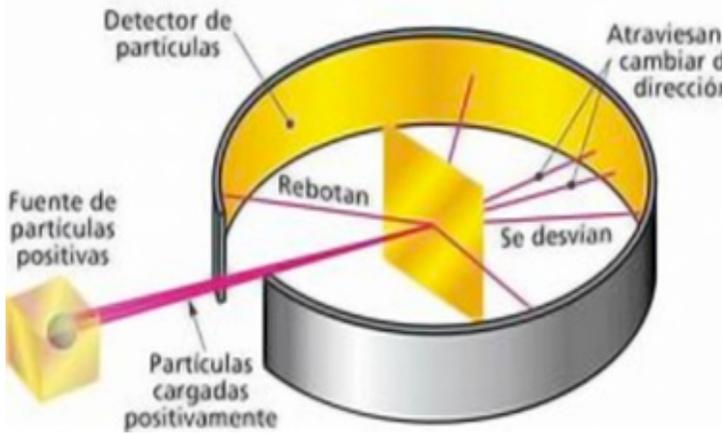
Con la idea de que el Oro es el mejor conductor de los electrones –y que tenemos la oportunidad de repetir los experimentos de Canadá aquí en Inglaterra– nos dimos cuenta de que algunas partículas alfa se desviaban al acercarse a ciertos lugares en los átomos. Es decir, al comenzar la ionización, algunas partículas alfa se desviaban hasta $\pi/2$ (90°).

Esto mostraba, por la ley de las cargas, que “cargas iguales se repelen”. Por lo tanto, si los electrones se encontraban en el exterior del átomo, entonces los protones estaban en ese lugar; justo en el centro. Lo llamaré **núcleo del átomo**, es como aquel día en el centro de Nelson donde en el quiosco del lugar estaría la carga positiva y donde en las casas que están alrededor estaría la carga negativa que determinaría el tamaño del átomo. Un modelo planetario. *¡Por fin veo la luz al final del camino!*

Una fecha que quiero olvidar es 1914. Uno de mis inventos fue utilizado para algo que no era de mi agrado ni tampoco benéfico para la humanidad, pero que defendía a la patria que me vio crecer y a mi familia. Mediante el uso de ondas sonoras, y su detección mientras se desplazan en el agua del mar, es posible detectar algún cuerpo a cierta distancia. Esta herramienta sirvió para detectar submarinos y objetos en las profundidades. Lo llamaron **Sonar**.

Igual que cuando mejoré mi experimento utilizando Oro, esta vez lo perfeccionó utilizando Nitrógeno puro, en lugar de solo aire. Recordemos que los componentes del aire son 78 % nitrógeno, 21 % oxígeno y el resto de partículas varias. Al bombardear el nitrógeno puro con partículas alfa me di cuenta de que se producían protones, en otras palabras el núcleo de nitrógeno cambia de naturaleza y se “transforma” en oxígeno, al absorber una partícula alfa. Eso es impresionante, ¡es el apogeo de mi carrera!, se lo platicaré al doctor Thomson.





Un hombre sencillo

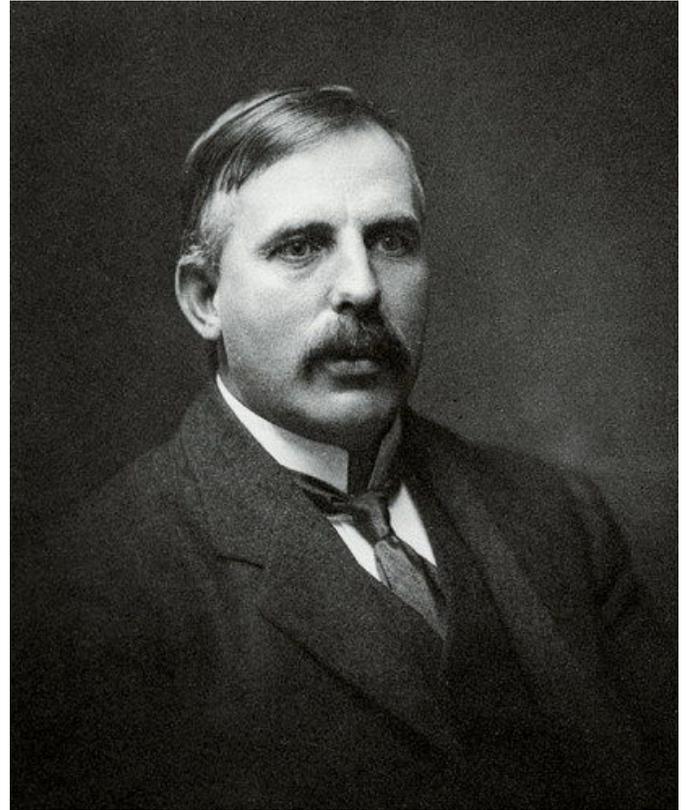
La física nuclear se convierte en mi pasión, me acontece ser nombrado director de los laboratorios Cavendish, una vez que el doctor J.J. Thompson cumplió su espacio ahí. El año de 1919 es para mí un nuevo inicio, en el cual me dispongo a dirigir proyectos, investigaciones y demás experimentos dentro de estas paredes. Quiero completar la idea de que, si el electrón se localiza fuera del núcleo y los protones dentro de éste, entonces los protones de carga positiva siempre estarían repeliendo su carga al encontrarse confinados en el núcleo. Debe existir un tercer integrante en este juego nuclear. Guiaré entonces la tesis de James Chadwick.

Continuando con la idea de que los electrones están en el exterior y que los protones y los neutrones están en el núcleo (esa es idea de James), surgía la pregunta: ¿cuántas, de cada una de estas partículas, deberían estar en cada átomo? Por su parte, Moseley, en otra tesis que se realizó en los laboratorios Cavendish, demostró que, efectivamente, el número de electrones en un átomo era el mismo que de protones. Muchos colegas trabajaron conmigo. Entregamos lo mejor de cada uno de nosotros, hasta ese día que repentinamente partí de un mundo terrenal que me dejó alegrías, tristezas y demás sentimientos. 19 de octubre de 1937, aún recuerdo podar esos árboles que tanto le gustaban a Mary, mi Mary, mi guía, la esperanza al volver a casa, la paz junto a ella; siempre tuyo por parte de mi corazón. Siempre dedicado a mi otro amor: la Física.

Esperen. Confesaré algo muy personal: he de decir que la parte de la Física Teórica no me satisfizo tanto como la parte práctica de esta ciencia, es decir, la que podía comprobar. Adivinen en dónde: en el **Laboratorio**.

“Yo mismo soy un hombre sencillo”

Ernest Rutherford



Al tratarse de un ser humilde, de carácter jovial y de buen humor, en su relato, no deja dichos sus logros. Sin embargo, no nos podemos retirar sin conocerlos. De forma muy resumida fueron los siguientes:

- Los títulos de “Sir”, en 1914, y de Barón Rutherford of Nelson, en 1931.
- Presidente de la Royal Society en 1925.
- El elemento 104 de la tabla periódica lleva su nombre: Rutherfordio
- Fue sepultado en la abadía de Westminster, junto a Sir Isaac Newton y Lord Kelvin.



ESTRELLA
PERA 1992

Las bondades y maldades de las arcillas

Geolar Fetter* y Franchescoli D. Velázquez Herrera

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
Facultad de Ciencias Químicas. Blvd. 14 Sur y Av. San Claudio
Ciudad Universitaria, 72570 Puebla, PUE, Mexico

* geolarfetter@yahoo.com.mx
geolar.fetter@correo.buap.mx

El término arcilla deriva del latín *argilla* y éste del griego *argos* o *argilos*, que significa blanco y que era el color del material utilizado para elaborar cerámica. Existen dos tipos de arcillas y unas son opuestas a las otras. Las **arcillas catiónicas**, que intercambian cationes y son ácidas, y las **arcillas aniónicas**, que intercambian aniones y son básicas. Las primeras son abundantes en la naturaleza, mientras que las segundas son muy escasas. Lo único en que se asemejan ambos tipos es en su estructura laminar y en la variedad de elementos y compuestos que pueden albergar dentro de sus estructuras. Este último aspecto determina otro antagonismo en ellas: **pueden ser buenas o malas**.

Arcillas catiónicas

Las **arcillas catiónicas** son materiales geológicos mayormente utilizados como materia prima en la fabricación de numerosos productos y materiales de construcción como el cemento, los vidrios y los cerámicos. Aunque no lo percibamos, las arcillas forman parte importante de nuestras vidas: las podemos encontrar en las pinturas de nuestras casas, en ventanas, pisos, plásticos, cartones, juguetes y en una infinidad de

objetos y materiales donde las arcillas se encuentran ocultas. También, si miramos hacia nuestros jardines, podremos darnos cuenta de que las arcillas forman parte vital del crecimiento de flores, plantas y árboles [1]. Son tan importantes que sin ellas no podríamos haber existido. De hecho, en varias mitologías, la creación del ser humano se genera a partir de las arcillas. Los egipcios, babilonios, mayas y otras culturas antiguas representaron la creación del ser humano a partir de muñecos de arcilla. Para los cristianos también aplica esta creencia, pues en la Biblia se lee: “Dios creó el hombre con el polvo de la tierra”, es decir, a partir de una arcilla [2].

Analizando un poco nuestra historia veremos que el primer proceso químico -hecho por la humanidad hace más de 6000 años- fue con una arcilla: transformando el barro (arcilla) en cerámicos por calcinación a temperaturas cercanas a los 800 °C. De este proceso también nació la Tecnología, que podemos definir como *el conocimiento de la técnica* y representa la tecnología con potencial de transformar un material -de poca utilidad- a uno con propiedades de almacenamiento de agua, granos, etc. Así, desde hace miles de años, las arcillas han sido utilizadas en diversos campos y aplicaciones; pero siempre en su forma *bruta*, es decir, sin necesidad de modificaciones en su estructura o composición.

Actualmente, las arcillas se han incorporado a numerosos productos que presentan características únicas, un ejemplo de esto son los **nuevos materiales poliméricos** con propiedades mecánicas mejoradas, tales como resistencia a la flama y al desgaste. También están presentes en los catalizadores automotrices (que son responsables de la reducción de las emisiones de gases contaminantes) y en la composición de catalizadores empleados en la industria de refinación de petróleo [1,3]. La extracción de petróleo depende enormemente de las arcillas, pues estas actúan como agentes difusores de calor durante los procesos de perforación de pozos [4].

Referente a sus propiedades refractarias es necesario mencionar el importante papel que tienen las arcillas, las cuales funcionan como revestimiento cerámico en los transbordadores espaciales, pues son los únicos materiales que pueden resistir el intenso calor generado al momento del reingreso de la aeronave a la atmósfera terrestre [5]. Otras aplicaciones se han enfocado al área de la Salud,

en donde las arcillas se han empleado en la remoción de grasas de la piel (baños de lodo), como antiácidos estomacales o como agentes cicatrizantes y rejuvenecedores. También forman parte de la composición de talcos, desodorantes, jabones, cremas, pastas de dientes, entre otros [6].

“Así, las arcillas catiónicas son merecedoras de laureles por sus infinitas aplicaciones”

Debe de reconocerse que esta condecoración es gracias a su diversidad estructural y de composiciones químicas. Según su estructura podemos clasificarlas en dos tipos principales: **TO** y **TOT**, donde T representa una capa formada por unidades estructurales de arreglo tetraédrico y O representa una capa con arreglo octaédrico. Así, la caolinita (que es de tipo TO y que por mucho tiempo fue considerada como el *oro blanco*) está formada por una capa octaédrica enlazada a una tetraédrica.

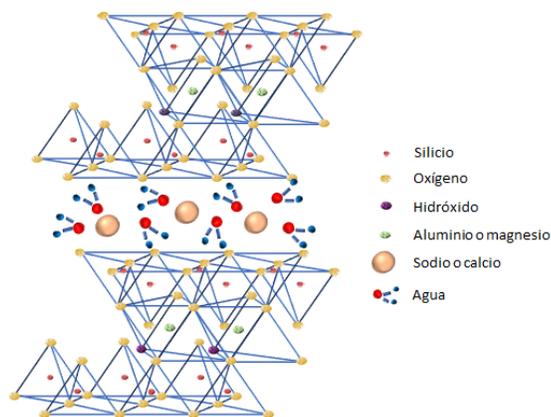


FIGURA 1: Representación estructural de una arcilla catiónica de tipo montmorillonita

Las arcillas TOT están formadas por una capa octaédrica central unida a dos capas tetraédricas exteriores. Actualmente, las arcillas de tipo TOT son las más utilizadas. La **montmorillonita** sobresale entre todas ellas, su fórmula general es $(\text{Na},\text{Ca})_{0.3}(\text{Al},\text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Pueden ocurrir sustituciones isomórficas de algunos de los átomos de Al por átomos de Mg dentro de la capa octaédrica y, debido a las mismas, se genera un exceso de cargas negativas en las láminas. Lo anterior se compensa con cationes, generalmente de Na^+ o Ca^{2+} , ubicados en el espacio interlaminar de estos

materiales. Generalmente, los cationes se encuentran solvatados por moléculas de agua, responsables de las propiedades de plasticidad e hinchamiento (tan conocidas en estos materiales). Su estructura está formada por una capa octaédrica central que contiene aluminio y magnesio, coordinados con óxidos e hidróxidos, unida a dos capas tetraédricas exteriores basadas en silicio [7]. En la Figura 1 se representa la estructura de la montmorillonita.

Teniendo en cuenta que los cationes interlaminares están unidos a las láminas por fuerzas electrostáticas, éstos pueden ser remplazados fácilmente por otros, originando así las **propiedades de intercambio catiónico** de estos materiales. Es gracias a esta propiedad que pueden introducirse especies cargadas positivamente (o especies polares de variadas composiciones y tamaños) entre las láminas de la montmorillonita. Las arcillas resultantes son conocidas como **arcillas intercaladas**, Figura 2A. Si las especies interlaminares son orgánicas se obtienen arcillas **híbridas** (conformados por una parte inorgánica y otra orgánica), Figura 2B. Si las especies son inorgánicas y enlazadas a las láminas resultan en materiales que son comúnmente llamados **arcillas pilareadas** [8], Figura 2C.

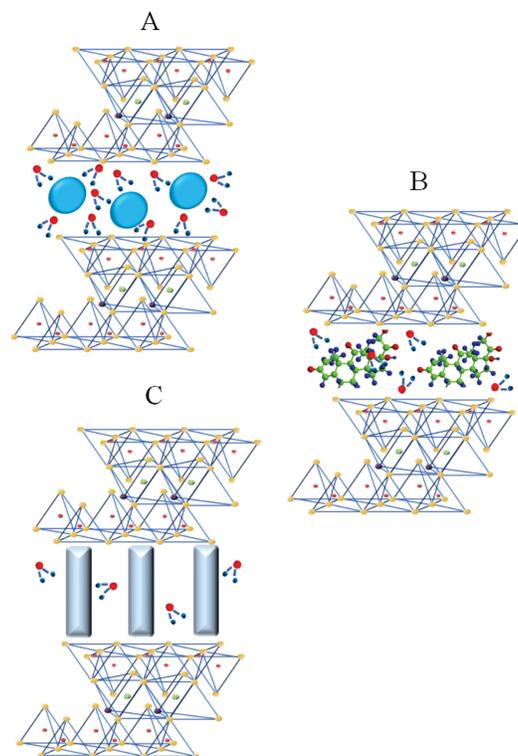


FIGURA 2: Representación estructural de A) una arcilla intercalada, B) arcilla híbrida y C) arcilla pilareada.

También debemos considerar que las arcillas son materiales microporosos en donde la mayoría de los poros comprenden los espacios existentes entre las láminas y las especies interlaminares. Así, el tamaño de los poros puede ser regulado por el tamaño de las especies de intercalación y por sus cargas. De esta manera, las arcillas pueden ser diseñadas de tal manera que sirvan, por ejemplo, en procesos de separación de compuestos (tamices moleculares) o como catalizadores con selectividad de forma [3]. Normalmente estas modificaciones químicas y estructurales se realizan en arcillas naturales, dado que son abundantes y de bajo costo, pero se tiene la desventaja de que los materiales naturales pueden presentar impurezas. Para aplicaciones más nobles (por ejemplo, en catálisis) las arcillas deben de ser sintetizadas, proceso que encarece mucho el producto final.

Arcillas aniónicas

Por su parte, las **arcillas aniónicas** son escasas en la naturaleza y deben ser sintetizadas. Entre los varios métodos de síntesis encontramos los de irradiación de microondas, de ultrasonido, sol-gel y los de combustión [9,10]. En general, los métodos consisten en reacciones químicas de formación de cristales de arcilla bajo procesos de precipitación, cristalización, lavado y secado. Las arcillas aniónicas también son conocidas con el nombre de hidróxidos dobles laminares, compuestos tipo hidrotalcita o simplemente **hidrotalcitas**.

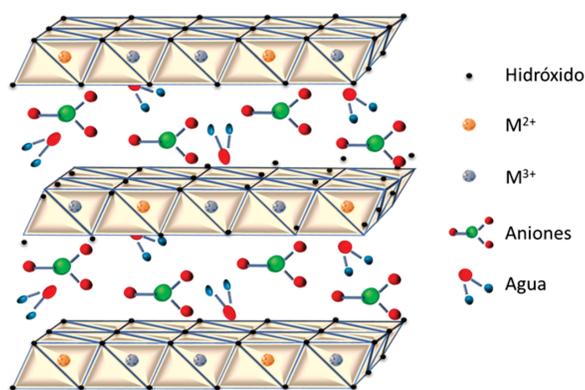


FIGURA 3: Representación estructural de una arcilla aniónica o hidrotalcita.

El nombre de hidróxidos dobles laminares proviene de la estructura y de la composición de este tipo de arcillas. Su fórmula general es $[M^{2+}_{1-x}M^{3+}_x(OH)_2](A^{m-})_{x/m} \cdot nH_2O$,

en donde M^{2+} y M^{3+} representa cationes divalentes y trivalentes, respectivamente; A^{m-} , los aniones interlaminares con carga n ; x , la fracción molar de los cationes trivalentes, y n , el agua de cristalización. La estructura se compone entonces de la unión de octaedros con cationes metálicos en las posiciones centrales coordinados hexaédricamente con hidroxilos. En este caso, las sustituciones isomórficas de cationes divalentes por trivalentes originan cargas positivas en las láminas, mismas que son compensadas por aniones interlaminares [11], como se ve en la Figura 3.

Las arcillas aniónicas (igual que las catiónicas) presentan la propiedad de intercambio iónico, pero ahora este intercambio es promovido por aniones. No existen, prácticamente, límites para las especies que pueden alojarse entre las láminas de estos materiales. Desde especies orgánicas y especies inorgánicas cargadas negativamente hasta especies polares o incluso no polares [12]. Pueden ser pequeñas (como por ejemplo los fluoruros, 3 Å), medianas (fármacos, ibuprofeno, 18 Å) o tan grandes como biomoléculas de enzimas (papaína, 72 Å), Figura 4.

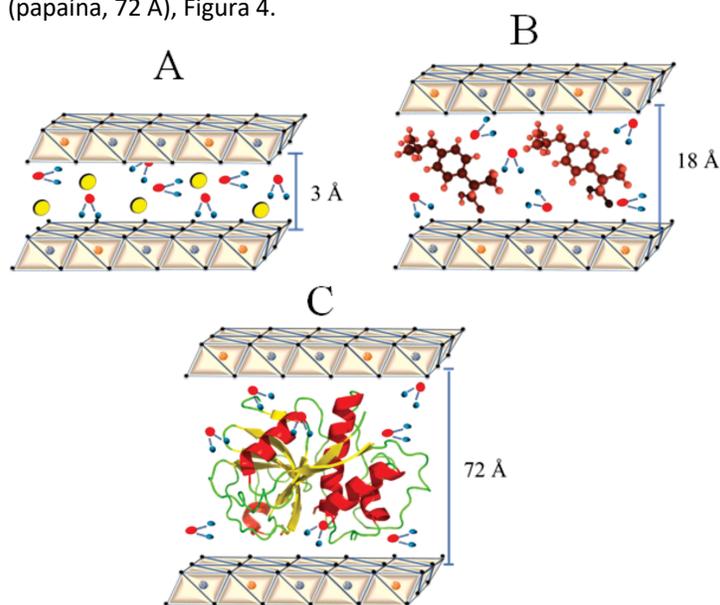


FIGURA 4: Hidrotalcita intercalada con: A) iones fluoruro; B) ibuprofeno y C) papaína.

La versatilidad estructural y de composición de estos materiales reside, en parte, en la variedad de especies de intercalación que pueden ubicarse en el espacio interlaminares y, por otra parte, en los cationes metálicos de diferentes naturalezas que pueden integrar las láminas.

La maldad de las arcillas

Para esto, los cationes tienen que presentar radios iónicos de los cationes divalentes que van desde los 0.65 Å para el magnesio hasta los 0.80 Å para el manganeso; mientras que para los trivalentes, desde los 0.50 Å para el aluminio hasta 0.69 Å para el cromo [13]. Así, resultan evidentes las variaciones composicionales y estructurales admitidas por las hidrotalcitas, mismas que resultan en materiales de características y propiedades programables para aplicaciones muy específicas en varios dominios de las ciencias.

A pesar de que las hidrotalcitas naturales fueron identificadas en el siglo XIX, y que las primeras síntesis se efectuaron en los años 40 del siglo pasado, fue hasta hace unos pocos años que estos materiales recobraron interés debido a sus propiedades únicas: son los únicos materiales inorgánicos microporosos con carácter básico y que presentan estructuras versátiles y flexibles. La flexibilidad se genera por la habilidad de expandir y contraer las láminas en presencia de agua y de otros solventes. Así, estos materiales son considerados *inteligentes*, dada la capacidad de autoregeneración estructural que presentan [11]. En consecuencia a todo lo expuesto, las hidrotalcitas se pueden utilizar en áreas tan diversas como la catálisis, la remediación ambiental o la biomedicina [14].

Las bondades de las arcillas

Hemos reportado hasta ahora la utilidad de las arcillas en varios campos de la Ciencia, siendo estos materiales **indispensables** en ciertos dominios. En nuestro grupo de trabajo, y junto con el Dr. Pedro Bosch del IIM de la UNAM, hemos desarrollado durante varios años la síntesis y modificación de arcillas catiónicas y aniónicas empleando métodos novedosos de síntesis, por ejemplo, el de cristalización asistida por microondas [15] o ultrasonido [16]. Las aplicaciones han sido de lo más variado: como adsorbentes de elementos radiactivos [17], catalizadores [18], agentes de retención y degradación de pesticidas [19], por citar algunos.

Así, a través de todas las aplicaciones hasta ahora descritas, las arcillas han mostrado su carácter noble y único en el que nos enseñan todas sus grandes bondades; **¡pero cuidado!**, las arcillas son bipolares y también pueden mostrar su lado *malo*.

Recientemente, en nuestro grupo de trabajo, **hemos estado desarrollando arcillas con el poder de matar**, pero no se asusten, nos referimos a arcillas capaces de matar microorganismos; aunque sí existan arcillas que naturalmente contienen elementos con la capacidad de matar a los humanos, como el plomo en el “barro negro de Oaxaca” utilizado en la producción de utensilios domésticos [20].

Considerando la actividad antimicrobiana, en la literatura científica se han reportado trabajos en donde arcillas catiónicas son empleadas para eliminar o inhibir bacterias, hongos e incluso virus [21]. Referente a las arcillas aniónicas o hidrotalcitas, nuestro grupo (y en algunos casos, en colaboración con grupos de investigación de la Universidad de Caxias do Sul en Brasil y de la Universidad Nacional de la Plata en Argentina) fue uno de los pioneros en emplear estos materiales como agentes antimicrobianos. Elementos oligodinámicos como zinc y cobre, introducidos en las láminas de las hidrotalcitas resultaron en materiales altamente eficientes en la inhibición, reducción y eliminación de varios tipos de bacterias. Hidrotalcitas de cobre fueron muy activas en el tratamiento de aguas residuales que contenían bacterias como *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Salmonella entérica* y *Staphylococcus aureus* [22]. Aceites de eucalipto impregnados en hidrotalcitas de zinc resultaron materiales híbridos tan eficaces que eliminaron bacterias multirresistentes como la MRSA (*S. aureus* resistente a la metilicina) e inhibir la *Pseudomonas aeruginosa* [23].

Además, hidrotalcitas de cobre y zinc presentaron alta actividad contra *Aspergillus niger*, hongo que provoca deterioro en predios y monumentos históricos y es dañino a los humanos. Así, integrar estas hidrotalcitas en, por ejemplo la composición de las pinturas, pueden evitar el gran problema de contaminación microbiológica en edificaciones [16]. Hidrotalcitas bactericidas integradas al mineral hidroxiapatita resultaron en compósitos hábiles para tratamientos óseos, como implantes y también rellenos, previniendo así los tan frecuentes problemas de infecciones posoperatorias [24]. Actualmente, nuestro grupo de investigación sigue estudiando las arcillas y modificándolas para ampliar el espectro de actividad biocida de este tipo de materiales frente a diversos microorganismos.

En conclusión, debido a la versatilidad que poseen las arcillas, ya sea desde el punto de vista de la composición química o de su estructura flexible, se han podido encontrar aplicaciones remontables a los primeros días de la humanidad (estado bruto de las arcillas) hasta nuestros días (estado modificado de las mismas). Precisamente, es desde la antigüedad que se conoce el carácter **bondadoso** de las arcillas, pero es solo hasta ahora que empiezan a mostrar su lado **malo**.

Referencias

- [1] J.M. Domínguez, I. Schifter. Las arcillas: el barro noble. Fondo de Cultura Económica, México, 1995.
- [2] D.A. Leeming. Creation Myths of the World. ABC-CLIO Editorial. EUA, 2010.
- [3] G. Fetter, P. Salas Castillo. Catalizadores tipo arcillas pilareadas, *Materiales Avanzados*, 4 (2005) 19–24.
- [4] F.K.A. Sousa, A.P. Ramos, L.F.A. Campos, R.R. Menezes, H.S. Ferreira, G.A. Neves, Composição de argilas organofílicas obtida com tensoativo não-iônico para fluidos de perfuração base orgânica, *Cerâmica*. 57 (2011) 199–205.
- [5] J.A. Salem. Transparent Armor Ceramics as Spacecraft Windows, *J. Am. Ceram. Soc.* 96 (2013) 281–289.
- [6] Á. Yebra-Rodríguez, P. Cerezo González. Usos farmacéuticos de los minerales de la arcilla, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 26 (2018) 289-294.
- [7] S. Jayrajsinh, G. Shankar, Y.K. Agrawal, L. Bakre. Montmorillonite nanoclay as a multifaceted drug-delivery carrier: A review, *J. Drug Deliv. Sci. Technol.* 39 (2017) 200–209.
- [8] G. Fetter, P. Bosch. Microwave effect on clay pillaring, in: A. Gil, S.A. Korili, R. Trujillano, M.A. Vicente (Eds.), *Pillared Clays Relat.* Catal. Springer-Verlag, New York, 2010: pp. 1–21.
- [9] A.S. Garzón-Pérez, S.P. Paredes-Carrera, H. Martínez-Gutiérrez, N. Cayetano-Castro, J.C. Sánchez-Ochoa, R.M. Pérez-Gutiérrez. Efecto de la irradiación combinada de microondas-ultrasonido en la estructura y morfología de compuestos tipo hidrotalcita Al/Mg-CH₃COO y su evaluación en la sorción de un colorante reactivo, *Rev. Mex. Ing. Química*. 19 (2020) 363–375.
- [10] J. He, M. Wei, B. Li, Y. Kang, D.G. Evans, X. Duan. Preparation of Layered Double Hydroxides, in: X. Duan, D.G. Evans (Eds.), *Layered Double Hydroxides*. Struct. Bond., Springer, Berlin 2006: pp. 89–119.
- [11] E. Lima. Los hidróxidos dobles laminares, materiales con memoria, *Materiales Avanzados*. 2 (2004) 31-38.
- [12] Q. Wang, D. O'Hare. Recent advances in the synthesis and application of layered double hydroxide (LDH) nanosheets, *Chem. Rev.* 112 (2012) 4124–4155.
- [13] I. Netzahualcoyotzi, V. Galicia, J.A. Rivera, G. Fetter, P. Bosch. Stabilization of hemoglobin in double layered hydroxides to be used in carbon monoxide bio-oxidation I-synthesis and characterization, *Catal. Today*. 266 (2016) 212–218.
- [14] G. Mishra, B. Dash, S. Pandey. Layered double hydroxides: A brief review from fundamentals to application as evolving biomaterials, *Appl. Clay Sci.* 153 (2018) 172–186.
- [15] G. Fetter, F. Hernández, A.M. Maubert, V.H. Lara, P. Bosch. Microwave Irradiation Effect on Hydrotalcite Synthesis, *J. Porous Mater.* 4 (1997) 27–30.
- [16] F.D. Velázquez-Herrera, G. Fetter, V. Rosato, A.M. Pereyra, E.I. Basaldella. Effect of structure, morphology and chemical composition of Zn-Al, Mg/Zn-Al and Cu/Zn-Al hydrotalcites on their antifungal activity against *A. niger*, *J. Environ. Chem. Eng.* 6 (2018) 3376–3383.
- [17] G. Fetter, M.T. Olguín, P. Bosch, V.H. Lara and S. Bulbulian. ¹³³I-sorption from aqueous solutions by nitrated hydrotalcites, *J. Radioanal. Nuclear Chem.* 241 (1999) 595-599.
- [18] G.P. Benedictto, R.M. Sotelo, B.O. Dalla Costa, G. Fetter, E.I. Basaldella. Potassium-containing hydroxylated hydrotalcite as efficient catalyst for the transesterification of sunflower oil, *J. Mater. Sci.* 53 (2018) 12828–12836.
- [19] Á. Sampieri, G. Fetter, M.E. Villafuerte-Castrejon, A. Tejada-Cruz, P. Bosch. Twofold role of calcined hydrotalcites in the degradation of methyl parathion pesticide, *Beilstein J. Nanotechnol.* 2 (2011) 99–103.
- [20] DGCS. La contaminación por plomo altera el embarazo y afecta a los hijos, *Boletín UNAM-DGCS-001*. (2001) https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2001/2001_001aaa.html (4 de diciembre 2019).
- [21] K.A. Block, A. Trusiak, A. Katz, P. Gottlieb, A. Alimova, H. Wei, J. Morales, W.J. Rice, J.C. Steiner. Disassembly of the cystovirus φ6 envelope by montmorillonite clay, *Microbiology Open* 3 (2014) 42–51.
- [22] G. Rocha Oliveira, L.J. Dias do Amaral, M. Giovanela, J. da Silva Crespo, G. Fetter, J.A. Rivera, A. Sampieri, P. Bosch. Bactericidal Performance of Chlorophyllin-Copper Hydrotalcite Compounds, *Water Air Soil Pollut.* 226 (2015) 316.
- [23] M. Lobo-Sánchez, G. Nájera-Meléndez, G. Luna, V. Segura-Pérez, J.A. Rivera, G. Fetter. ZnAl layered double hydroxides impregnated with eucalyptus oil as efficient hybrid materials against multi-resistant bacteria, *Appl. Clay Sci.* 153 (2018) 61–69.
- [24] V. Segura-Pérez, M. Lobo-Sánchez, F.D. Velázquez-Herrera, D.A. Frías-Vázquez, E. Reyes-Cervantes, G. Fetter. Hydrotalcite/hydroxyapatite composites with high bacterial activity against clinical bacteria. A new alternative to prevent osteomyelitis diseases. *Microporous Mesoporous Mater.* 298 (2020) 110069.



Epidemiología matemática

María de Lourdes Esteva Peralta

Facultad de Ciencias, UNAM
Av. Universidad 3000, Circuito Exterior S/N
Delegación Coyoacán, C.P. 04510
Ciudad Universitaria, CDMX. México

lesteva@ciencias.unam.mx

Fundamentos de epidemiología

Los fundamentos de la epidemiología matemática actual se deben a los trabajos de W. H. Hamer, Sir Ronald Ross, W.O. Kermack y A. G. McKendrick, publicados entre 1906 y 1935 [2, 3, 4].

El médico epidemiólogo **W. H. Hamer** observó un aumento y posterior disminución de *los infecciosos* en los registros epidémicos y postuló que el curso de las epidemias depende de los contactos entre individuos susceptibles e infecciosos. Esta noción se convirtió en uno de los conceptos más importantes en epidemiología matemática: *la ley de acción de masas*, la cual establece que la tasa a la cual una enfermedad se propaga es proporcional al número de individuos susceptibles por el número de individuos infecciosos.

Sir Ronald Ross —también conocido como *Papá Mosquito*— fue un destacado médico bacteriólogo. Ganó el Premio Nobel de Medicina en 1902 gracias al descubrimiento de que la hembra del mosquito *Anopheles* era la responsable de la transmisión de la malaria (enfermedad endémica en África que cobraba muchas víctimas en los ejércitos europeos). Como consecuencia de su descubrimiento, postuló un modelo de ecuaciones diferenciales que considera tanto la población humana como la de mosquitos.

El objetivo de su modelo era demostrar que no era necesario eliminar por completo a la población de mosquitos para erradicar la enfermedad, tarea por demás imposible. Solo bastaba reducir la población de mosquitos por debajo de un nivel crítico para evitar nuevos brotes de malaria. Aunque inicialmente la sugerencia de Ross no fue bien acogida, los experimentos de campo confirmaron sus conclusiones. El modelo de Ross permite conocer el futuro de la enfermedad, siempre y cuando se conozca el número inicial de poblaciones humanas y de mosquitos, así como sus tasas de infección, recuperación, natalidad y mortalidad [4].



Ronald Ross



Transmisión de la malaria

Las matemáticas nos ayudan a entender uno de los escenarios más viejos de la humanidad: las epidemias

¿Por qué las enfermedades se desarrollan intempestivamente, y después desaparecen de la misma forma, sin afectar a toda la comunidad?, ¿las epidemias se acaban por falta de infecciosos o por falta de susceptibles? Los médicos de Salud Pública **A.G. Kermack** y **W. O. McKendrick** respondieron estas preguntas y publicaron las bases de la Epidemiología Matemática, a partir de las cuales se desarrollaron los modelos epidemiológicos actuales.



A.G. Kermack y W. O. McKendrick

En su modelo introdujeron un mayor grado de generalidad, ya que consideraron las clases de susceptibles, infectados y recuperados, así como las tasas de infección, recuperación y mortalidad. También modelaron el curso de una enfermedad endémica —esto es, que persiste todo el tiempo en una población— y relacionaron sus resultados con experimentos de epidemias en ratones. Como consecuencia de sus investigaciones, Kermack y McKendrick obtuvieron el célebre **Teorema del Umbral**, con el que dieron respuesta a sus preguntas originales. Este postula que la introducción de un individuo infeccioso a una comunidad de susceptibles no dará lugar a un brote epidémico si la densidad de susceptibles está por debajo de un umbral crítico. Si, por otro lado, el valor crítico es excedido, entonces podría desatarse una epidemia de magnitud suficiente para reducir la densidad de susceptibles por debajo de dicho umbral. Con lo anterior podemos deducir que una epidemia puede terminar aún habiendo un número de susceptibles mayor que cero.

En el modelo original, Kermack y McKendrick hacen la suposición de que las tasas de infección y recuperación cambian con el tiempo, esto da lugar a un sistema de ecuaciones integrodiferenciales con retardo muy complicado de analizar. Se puede suponer que el cambio de dichas tasas

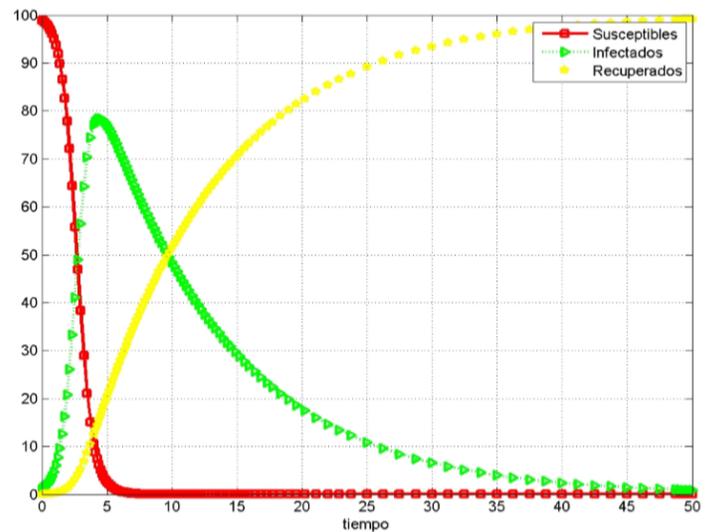
durante el tiempo de infección no es muy significativo y, de esta forma, considerarlas constantes. Con lo anterior los autores obtuvieron el siguiente sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias que describen la evolución en el tiempo de: los susceptibles de contraer la infección, S; los infecciosos que transmiten la infección, I, y los individuos que ya no contraen la enfermedad debido a que se han recuperado con inmunidad, han sido colocados en aislamiento, o han muerto, Z; dadas las condiciones iniciales de las tres poblaciones, $S(0) = S_0$, $I(0) = I_0$, y $Z(0) = Z_0$ en un tiempo dado.

$$\frac{dS}{dt} = -\beta S(t)I(t)$$

$$\frac{dI(t)}{dt} = \beta S(t)I(t) - \gamma I(t)$$

$$\frac{dZ(t)}{dt} = \gamma I(t)$$

En este modelo, Kermack y McKendrick suponen que todos los que nacen son susceptibles. El proceso de infección está regido por la ley de acción de masas, en el cual los susceptibles se convierten en infecciosos a una tasa proporcional al número de individuos de ambas clases, con constante de proporcionalidad β . Una fracción γ por unidad de tiempo de los infecciosos abandona la clase de los infecciosos por unidad de tiempo y pasa a la clase de los recuperados. No hay entradas ni salidas de la población, excepto posiblemente por muerte debida a la enfermedad. Cuando Kermack y McKendrick resolvieron sus ecuaciones encontraron la solución gráfica. Simulación I: $R_0 > 1$



Dinámica de la enfermedad

<https://ceromascero.files.wordpress.com/2013/09/matlabei12sir.jpg>

Los modelos de Kermack y McKendrick —y sus variantes— han sido los más utilizados para caracterizar epidemias de enfermedades de transmisión directa como la viruela, sarampión o varicela. A estos modelos se les conoce como *modelos compartamentales*, ya que la población estudiada se divide en *compartimentos* según sus características epidemiológicas. Los flujos de personas de un compartimento a otro están dados por las tasas de infección, recuperación, mortalidad, natalidad y otras que dependen de las particularidades de cada tipo diferente de enfermedad.

Siguiendo la teoría de Ross, Kermack y McKendrick, los modelos epidémicos comportamentales exhiben un comportamiento umbral caracterizado por el **número reproductivo básico, R_0** , el cual se define como el número de casos secundarios producido por un individuo infectado —durante su periodo infeccioso— en una población en donde todos los individuos son susceptibles. Si $R_0 > 1$, habrá un brote epidémico o la enfermedad permanecerá en forma endémica. La expresión de R_0 depende de la enfermedad y del modelo matemático empleado para estudiar su transmisión. Así, para el modelo de Kermack y McKendrick el número reproductivo básico toma la forma

$$R_0 = \frac{\beta N}{\gamma}$$

donde:

- βN es el número de infecciones secundarias producidas por un individuo infectado por unidad de tiempo.
- $1/\gamma$ es el periodo de tiempo promedio que dicho individuo permanece infeccioso.

Actualmente existe una gran variedad de generalizaciones del modelo de Kermack y McKendrick que consideran distintos aspectos no contemplados en el modelo básico: estructura de edad, heterogeneidad en la transmisión, transmisión vertical, difusión espacial o estocasticidad. Todos ellos, factores importantes cuando se establecen políticas de control.

La naturaleza siempre nos sorprenderá con nuevos fenómenos, nuevas cepas bacterianas, nuevos virus. Por eso debemos estar conscientes de que siempre habrá más por descubrir, y donde haya algo nuevo por descubrir siempre estarán las Matemáticas

Referencias

- [1] Bailey, N.T.J. (1975). *Mathematical Theory of Infection Diseases*. 2a. ed. Griffin, London.
- [2] Hamer, W.H. (1906). Epidemic disease in England, *Lancet* I pp. 733-754.
- [3] Kermack, W. and McKendrick A. (1927). A contribution to the mathematical theory of epidemics, *Proc. Roy. Soc. A* 115, pp. 700-721.
- [4] Ross, R.A. (1911). *The prevention of Malaria*. Murray 2nd. ed., London.



El extraño caso de la epitaxia del óxido de molibdeno sobre zafiro

Oswaldo de Melo^a, Guillermo Santana^b y Estrella Ramos^b

^aFacultad de Física, Universidad de La Habana
10400 La Habana, Cuba

^bInstituto de Investigaciones en Materiales,
Universidad Nacional Autónoma de México,
Ciudad Universitaria, Coyoacán, CDMX

omelo@fisica.uh.cu
eramos@iim.unam.mx

Introducción

La palabra epitaxia proviene del griego, idioma en el que *epi* (ἐπί) significa encima, mientras que *taxis* (τάξις) significa orden. O sea, que epitaxia viene a querer decir: **colocarse encima, ordenadamente** y es lo que a veces ocurre cuando se deposita una película delgada sobre un determinado sustrato; digo *a veces* porque, para obtener epitaxia (o crecimiento epitaxial, como también suele llamarse a este proceso) deben cumplirse algunos requisitos. Por ejemplo, la temperatura de la superficie de crecimiento tiene que ser lo bastante alta como para que los átomos tengan suficiente movilidad superficial y puedan acomodarse en los sitios adecuados.

Por esta misma razón, la rapidez de arribo de los materiales a la superficie no puede ser demasiado alta. Estas dos condiciones tienen que ver con la técnica de crecimiento que se use y hasta con la pericia del “crecedor.” Pero existe una condición que imponen los materiales de los cuales están compuestos la película y el sustrato: deben tener estructuras cristalinas similares. Dos materiales muy diferentes, en cuanto a sus estructuras cristalinas, no podrán depositarse epitaxialmente uno sobre otro.

Probablemente, el paradigma de dos materiales que cumplen las condiciones anteriores es la pareja formada por el compuesto binario GaAs y el ternario (o pseudobinario) $Ga_xAl_{1-x}As$. Esto es debido a que, tanto el GaAs como el AlAs, se presentan en la estructura de las blendas de zinc y sus parámetros de red son 0.565 y 0.566 nm, respectivamente. Por eso, la incorporación de aluminio como sustituto del galio en la red de GaAs no produce un aumento apreciable del tamaño de la celda elemental; sin embargo, sí se modifica de manera importante el ancho de la Banda prohibida y todas las propiedades que dependen del mismo.

Esto tiene una gran importancia tecnológica: los primeros láseres semiconductores con heteroestructuras se fabricaron usando una sucesión de películas delgadas formadas por GaAs y diferentes composiciones de $Ga_xAl_{1-x}As$. Este tipo de estructura sigue siendo, hoy, muy utilizada en la práctica para dispositivos optoelectrónicos. Otro ejemplo similar es el del CdTe y las aleaciones de $Hg_xCd_{1-x}Te$ como consecuencia de la similitud de estructura y parámetros de red entre los compuestos binarios HgTe y CdTe (con parámetros de 0.646 y 0.648 nm, respectivamente). La relación epitaxial película/sustrato que ocurre en casos como estos es obvia: los parámetros de red *a*, *b* y *c* del material de la película se colocan en las mismas direcciones de los correspondientes parámetros de red del material que compone el sustrato. En este tipo de combinación se pueden crecer películas gruesas con excelente estructura cristalina en un modo de crecimiento bidimensional de tipo Van der Merwe¹.

Estructuras cristalinas del MoO₂ y Al₂O₃

Cuando la diferencia de parámetros de red entre un material y otro aumenta, aun teniendo ambos la misma estructura cristalina, empiezan a aparecer problemas relacionados con el hecho de que el material que forma la película debe tensionarse para poder “copiar” al material del sustrato. Este es el caso, por ejemplo, de la pareja formada por el InAs y el GaAs, con parámetros de 0.606 y 0.565 nm, respectivamente. En este caso, para lograr la epitaxia de InAs sobre GaAs, el primero deberá comprimirse en el plano de la superficie (y por consiguiente estirarse en la dirección perpendicular) con la correspondiente acumulación de energía elástica de deformación. Esta energía en exceso puede relajarse con la formación de dislocaciones en la interfaz a partir de cierto espesor, lo cual degrada las propiedades de la estructura. Alternativamente, puede perderse el crecimiento bidimensional y desarrollarse un crecimiento en forma de islas; en este caso, el incremento de energía elástica se relaja con el aumento de la energía superficial. A este modo de crecimiento se le denomina Strannski – Krastanov² y se ha aprovechado para fabricar puntos cuánticos autoorganizados.

Se esperaría que la ocurrencia de epitaxia esté excluida para grandes diferencias en estructura cristalina entre película y sustrato. Aquí aparece una pregunta interesante: ¿qué quiere decir “grandes diferencias en estructura cristalina” o, de otro modo, ¿cuán diferentes deben ser las estructuras cristalinas para que no exista epitaxia? En este trabajo analizaremos el extraño caso de la combinación MoO₂ / Al₂O₃ (plano C) que tienen estructuras cristalinas bien diferentes y en los que, a pesar de ello, hemos predicho y verificado la existencia de epitaxia.

Las estructuras cristalinas del MoO₂ y del Al₂O₃ (zafiro) se presentan en la tabla I y las celdas elementales se muestran en la Figura 1.

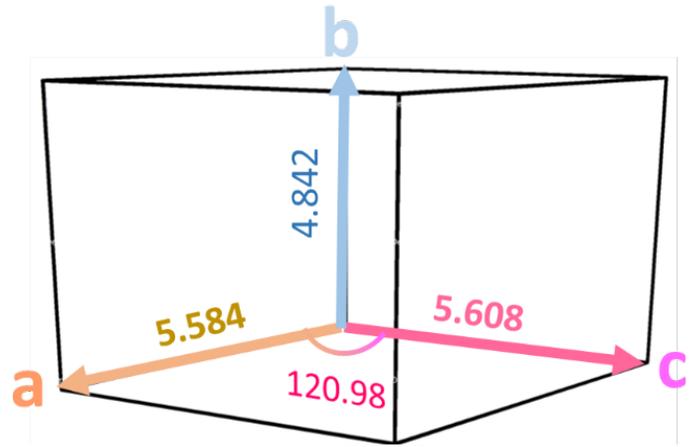
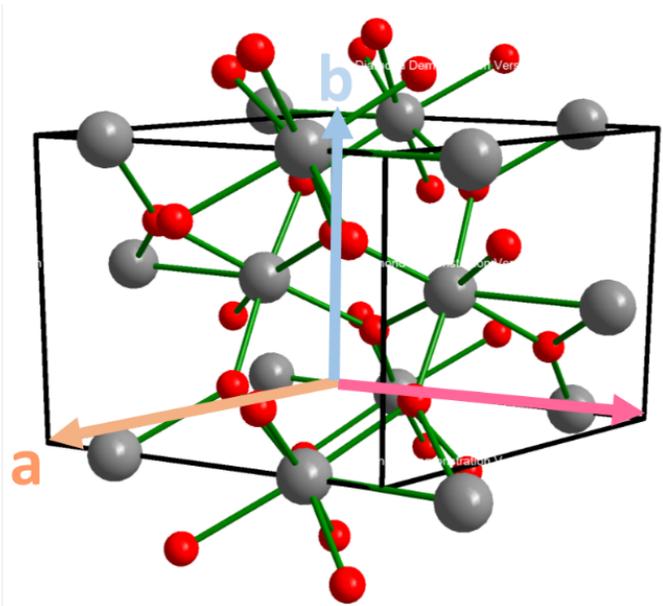
Como puede apreciarse, estos dos materiales poseen estructuras cristalinas diferentes. Mientras el MoO₂ es monoclinico, el Al₂O₃ es trigonal y se representa comúnmente con una red hexagonal. Los parámetros de red son bastante diferentes y uno esperaría que la epitaxia estuviera completamente excluida en esta pareja. Sin embargo, un análisis un poco más detallado arroja que la estructura del MoO₂, siendo monoclinica, tiene cierta similitud con la estructura hexagonal debido a que el ángulo entre los parámetros *a* y *c* es cercano a los 120° y los propios parámetros *a* y *c* son bastante similares entre sí. Esto puede apreciarse mejor en la Figura 1, en la que se muestran las celdas elementales de ambos materiales.

Si consideramos la superficie del llamado plano C del Al₂O₃ (que es el plano perpendicular al parámetro *c*) uno pudiera esperar que el MoO₂ se deposite epitaxialmente sobre esta superficie. A primera vista, se esperaría que la relación epitaxial fuera tal que los parámetros *a* y *c* del MoO₂ se ordenaran paralelamente a los parámetros *a* y *b* del Al₂O₃. En efecto, esto exigiría solo una pequeña distorsión del ángulo θ_{ac} del MoO₂. Por otra parte, los parámetros *a* y *c* del MoO₂ son bastante diferentes a los *a* y *b* del Al₂O₃ y esto sí que implicaría una considerable deformación. También pueden presentarse otras relaciones epitaxiales aprovechando el hecho de que el parámetro *b* del MoO₂ es similar a *a* (y por tanto el *c*) del Al₂O₃.

	Estructura/ grupo espacial	a (Å)	b (Å)	c (Å)	θ (°)
MoO ₂	Monoclinica/ P1 2 ₁ /c1 (14)	5.584	4.842	5.608	$\theta_{ac}=120.983$ $\theta_{ab}=90$ $\theta_{bc}=90$
Al ₂ O ₃	Trigonal/ R $\bar{3}c$ (167)	4.761	4.761	12.994	$\theta_{ab}=120$ $\theta_{ac}=90$ $\theta_{bc}=90$

Tabla I. Estructuras cristalinas, parámetros de red y los correspondientes ángulos para el MoO₂ y del Al₂O₃

MoO₂



Al₂O₃

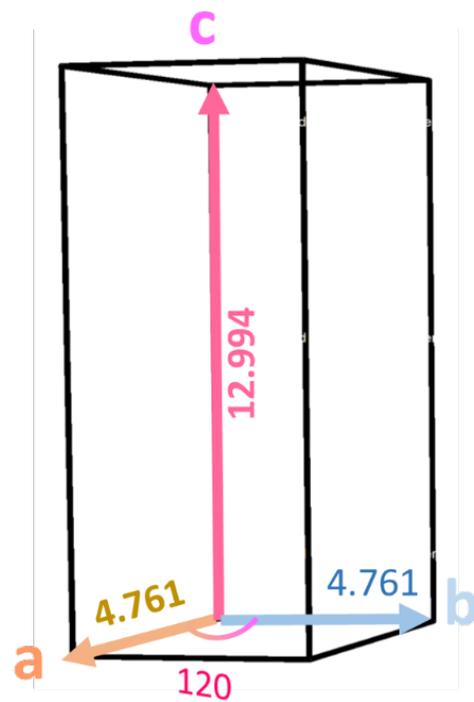
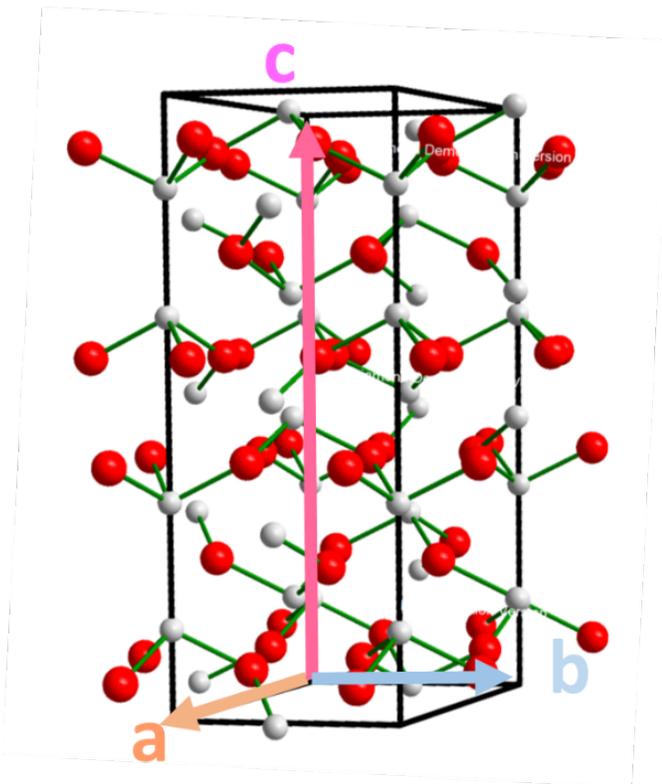


Figura 1. Celdas elementales del MoO₂ y del Al₂O₃

En virtud de estas consideraciones cualitativas, decidimos realizar un estudio teórico-experimental de la epitaxia del MoO₂ sobre el plano C del Al₂O₃ que presentamos a continuación.

Estimación de la energía elástica de deformación en función de la relación epitaxial

Con el objetivo de predecir las posibles relaciones epitaxiales en este sistema se realizó el cálculo de la energía de la celda elemental de MoO₂ en diferentes condiciones de deformación como consecuencia de diferentes relaciones epitaxiales. Las relaciones epitaxiales consideradas se representan en la Figura 2. Para estimar la energía elástica de deformación en las diferentes configuraciones se utilizó la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT, por sus siglas en inglés)^{3,4} usando el código DMol3.⁵ El MoO₂ fue modelado según el Archivo de Información Cristalográfica 9009090 (CIF, por sus siglas en inglés). Luego, la energía de la celda fue calculada para cada una de las configuraciones considerando que los parámetros del MoO₂ que yacen en la superficie toman los valores de los del sustrato.

El parámetro de red (vector) perpendicular a la superficie fue optimizado haciendo variar su valor hasta obtener un mínimo de energía. La diferencia entre este mínimo de energía y la de la celda sin deformar es la energía elástica acumulada, cuyo valor será un índice de la estabilidad de la configuración dada.

Como resultado de los cálculos se desecharon inicialmente las configuraciones e) y f) de la Figura 2, que resultaron en una energía de deformación mucho más alta que las otras. Esto corresponde con la observación cualitativa de que, en estas configuraciones, la celda se distorsiona de manera apreciable, ya que los ángulos entre los vectores de red *a* y *b* para la configuración e) -o *b* y *c* para la f)- son obligados a tomar valores de 120°, cuando su valor natural es de 90°.

En la Figura 3 se muestran los resultados obtenidos para las cuatro configuraciones restantes. Como se puede observar en la figura de las cuatro configuraciones restantes, la configuración a) es considerablemente menos estable que las otras.

Es curioso que, como se comentó antes, un análisis cualitativo parecería indicar que esta sería la más estable, dado que los vectores de red *a* y *c* del MoO₂ están orientados a lo largo de los vectores de red *a* y *b* del Al₂O₃. De las otras tres configuraciones, la más estable sería la configuración c) seguida por la b).

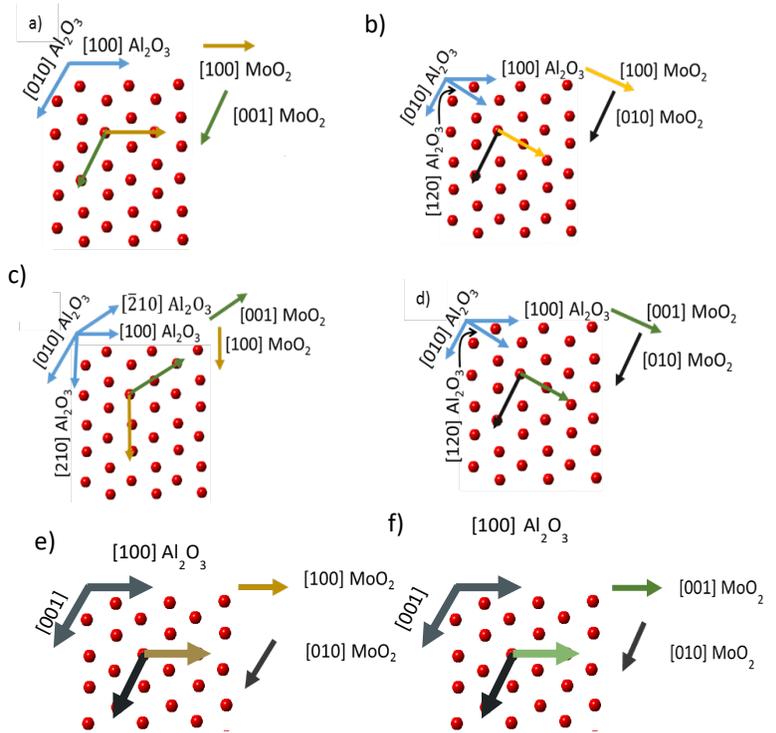


Figura 2. Se muestran las diferentes posibles relaciones epitaxiales que fueron consideradas en este trabajo. Los círculos rojos representan las posiciones de los átomos de oxígeno en la superficie del Al₂O₃ (001) mientras que las flechas azules representan direcciones cristalográficas relevantes en dicha superficie. La orientación de los vectores de la red del MoO₂ que yacen sobre la superficie son indicadas igualmente por flechas. Obsérvese que las configuraciones representadas en a) y c) corresponden con orientaciones en las que el plano (010) del MoO₂ es paralelo a la superficie. En las configuraciones b) y e) el plano (001) del MoO₂ es paralelo a la superficie mientras que en las d) y f) es el plano (100) el que es paralelo.

Crecimiento de MoO₂ sobre Al₂O₃

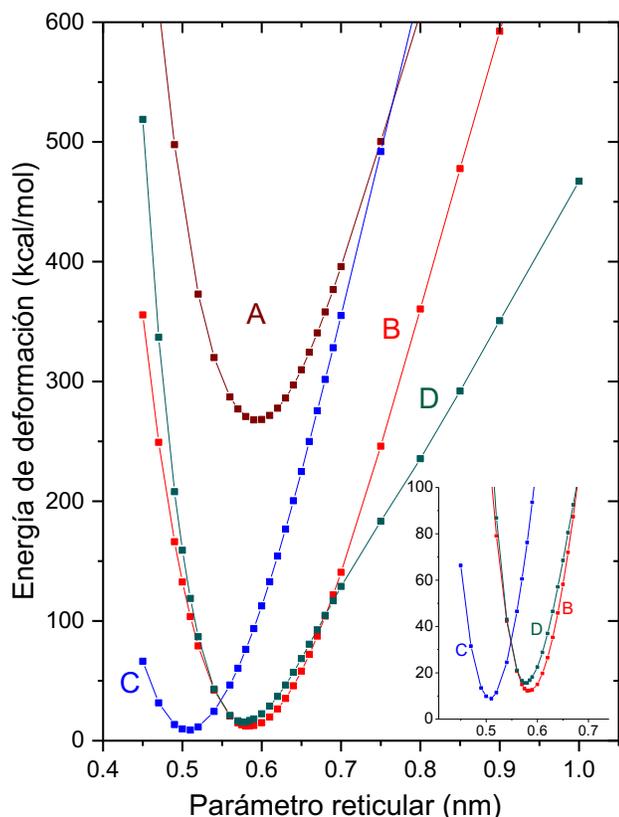


Figura 3. Energía de deformación en función del parámetro de red dirigido fuera de la superficie para las distintas configuraciones consideradas.

Para probar las predicciones obtenidas se crecieron muestras de MoO₂ sobre la superficie C del Al₂O₃ usando la técnica de Transporte de Vapor a Corta Distancia Favorecido Químicamente (CD-CSVT, del inglés Chemically Driven Closed Space Vapor Transport)⁶ que ya fue descrita en un artículo anterior, en esta misma revista.⁷ En la Figura 4 se puede ver la imagen de una muestra crecida a 700 °C durante 15 min. Es notable la existencia de dos tipos diferentes de hojuelas. Unas asemejan paredes levantadas con el plano basal (la superficie más extensa) colocado perpendicularmente a la superficie del substrato y con su dimensión más larga orientada en una de tres direcciones que forman 120° entre sí. Las otras yacen sobre la superficie y tienen forma de triángulo o de triángulo truncado. También, éstas están orientadas en solo tres direcciones diferentes, de modo que el vértice de cada una apunta a una de las tres direcciones en que están orientados los otros tipos de hojuelas. La orientación de estas últimas hojuelas puede ser predicha por consideraciones geométricas, como se muestra en el panel de la derecha de la Figura 4. De hecho, los ángulos observados para los vértices de estas hojuelas coinciden muy bien con lo que se esperaría para el plano (010) del MoO₂. Nótese que esta es la orientación predicha por la relación epitaxial c) en la Figura 2. La orientación de las hojuelas levantadas no se puede determinar de la misma manera, por lo que realizamos espectros de difracción de rayos X para encontrar las posibles direcciones preferenciales.

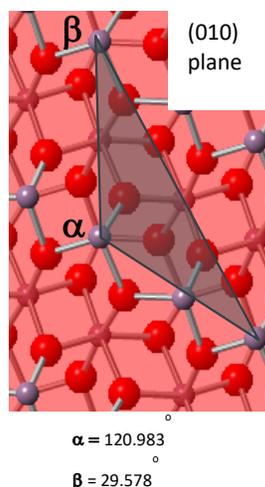
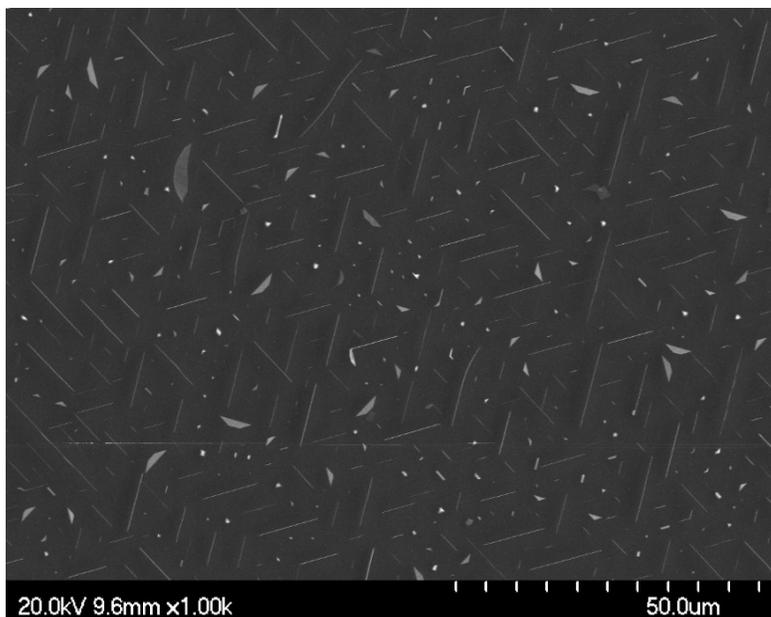


Figura 4. Imagen de microscopía electrónica de la superficie C del zafiro en la que se pueden observar dos tipos de hojuelas de MoO₂ (panel izquierdo). Esquema del plano (010) del zafiro (panel derecho). Se puede observar como la forma de las hojuelas sugiere esta orientación cristalina.

Para determinar la orientación preferencial de los cristales se tomó el difractograma en la configuración θ - 2θ , ya que esta configuración solo admite reflexiones de planos paralelos a la superficie. Como se aprecia en la Figura 5, se observan solo dos reflexiones que se corresponden con los planos (010) y (001). Podemos entonces suponer que estas dos orientaciones preferenciales corresponden con los dos tipos de hojuelas: las que tienen el plano (010) paralelo a la superficie serían las hojuelas de forma triangular, según se vio por su geometría, y las que tienen el plano (001) paralelo a la superficie serían las hojuelas levantadas, que es la orientación predicha teóricamente en b) de la Figura 2.

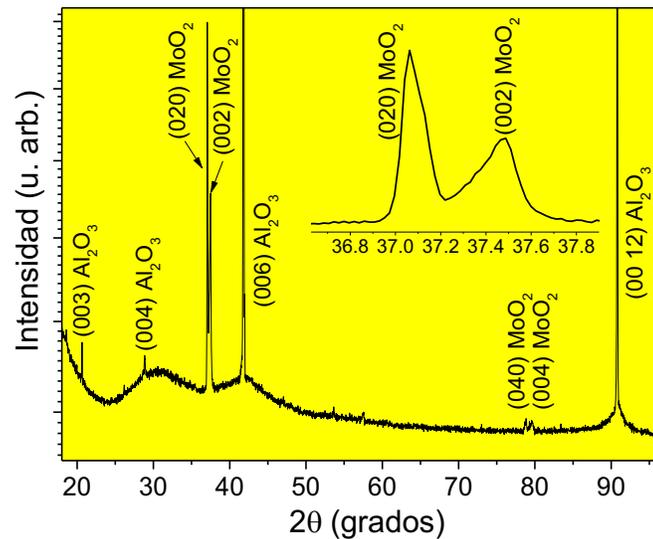


Figura 5. Difractograma tomado en la configuración θ - 2θ que muestra dos orientaciones preferenciales que corresponden a los dos tipos de hojuelas observadas.

Para determinar completamente la orientación de las hojuelas levantadas sobre la superficie se realizaron mediciones de microscopía de transmisión y se tomaron patrones de difracción. Como se puede observar en la Figura 6, el patrón de difracción tomado en la dirección perpendicular al eje basal puede indexarse como el eje de zona [010]. Como ya conocemos que el plano paralelo a la superficie de crecimiento es el (100), entonces la dirección perpendicular a ese plano (la dirección de crecimiento de la hojuela) será muy próxima a la [102] (si la estructura fuera perfectamente hexagonal sería exactamente la [102]). De acuerdo con la geometría de la estructura del MoO_2 , podemos entonces determinar

la dirección del lado más largo la [100]. De esta forma quedan completamente determinadas las direcciones principales de la hojuela que se muestran en la Figura 6.

Para completar la determinación de la orientación de la hojuela en el plano de la superficie del sustrato se realizaron figuras de polos de rayos X para el sustrato y la película, que no mostramos por un problema de extensión. Estas figuras demostramos que la dirección más larga de las hojuelas (la [100]) está orientada a lo largo de la dirección [102] de la superficie del sustrato. Esta es la orientación prevista en la configuración de c).

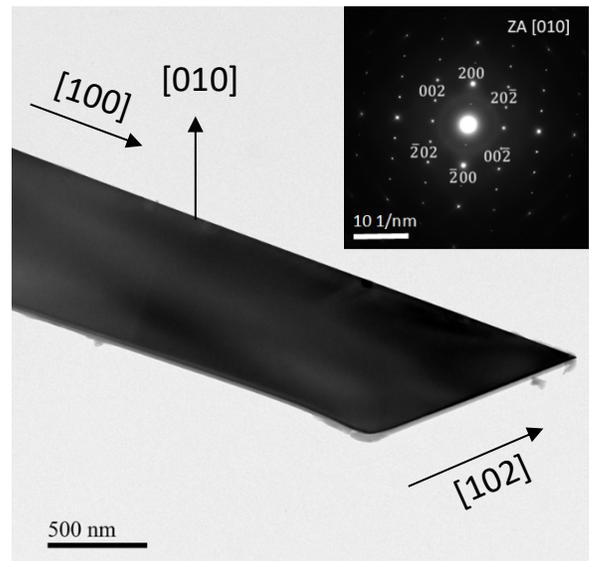


Figura 6. Imagen de microscopía electrónica de transmisión y el correspondiente patrón de difracción para una de las hojuelas levantadas. Se puede determinar a partir del patrón de difracción que la dirección perpendicular al plano de la hojuela es la [010].

Conclusiones

La ocurrencia de epitaxia en la heteroestructura MoO_2 /plano C zafiro es posible a pesar de la diferencia en estructuras cristalinas. Mediciones de rayos X y microscopía electrónica confirmaron las predicciones teóricas usando la Teoría del Funcional de la Densidad. Se observaron dos tipos de cristales con diferentes orientaciones respecto al sustrato, que coinciden con las dos relaciones epitaxiales que menos costo energético tienen en términos de deformación.

Estos dos tipos de cristales, en forma de hojuelas, también tienen una diferencia morfológica apreciable: unos yacen sobre la superficie, mientras otros están “de pie” en forma de paredes.

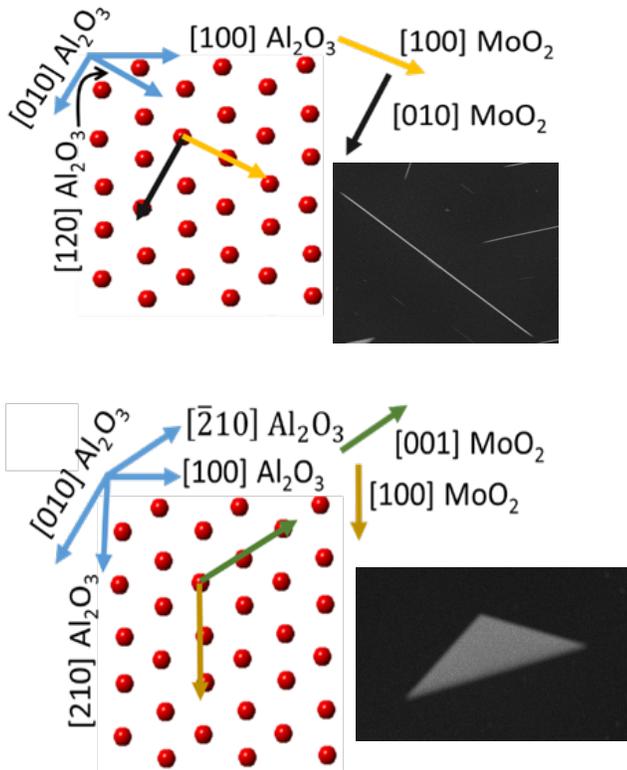


Figura 7. Relaciones epitaxiales predichas e imágenes de las morfologías observadas para las hojuelas de MoO₂ crecidas sobre el plano C del zafiro

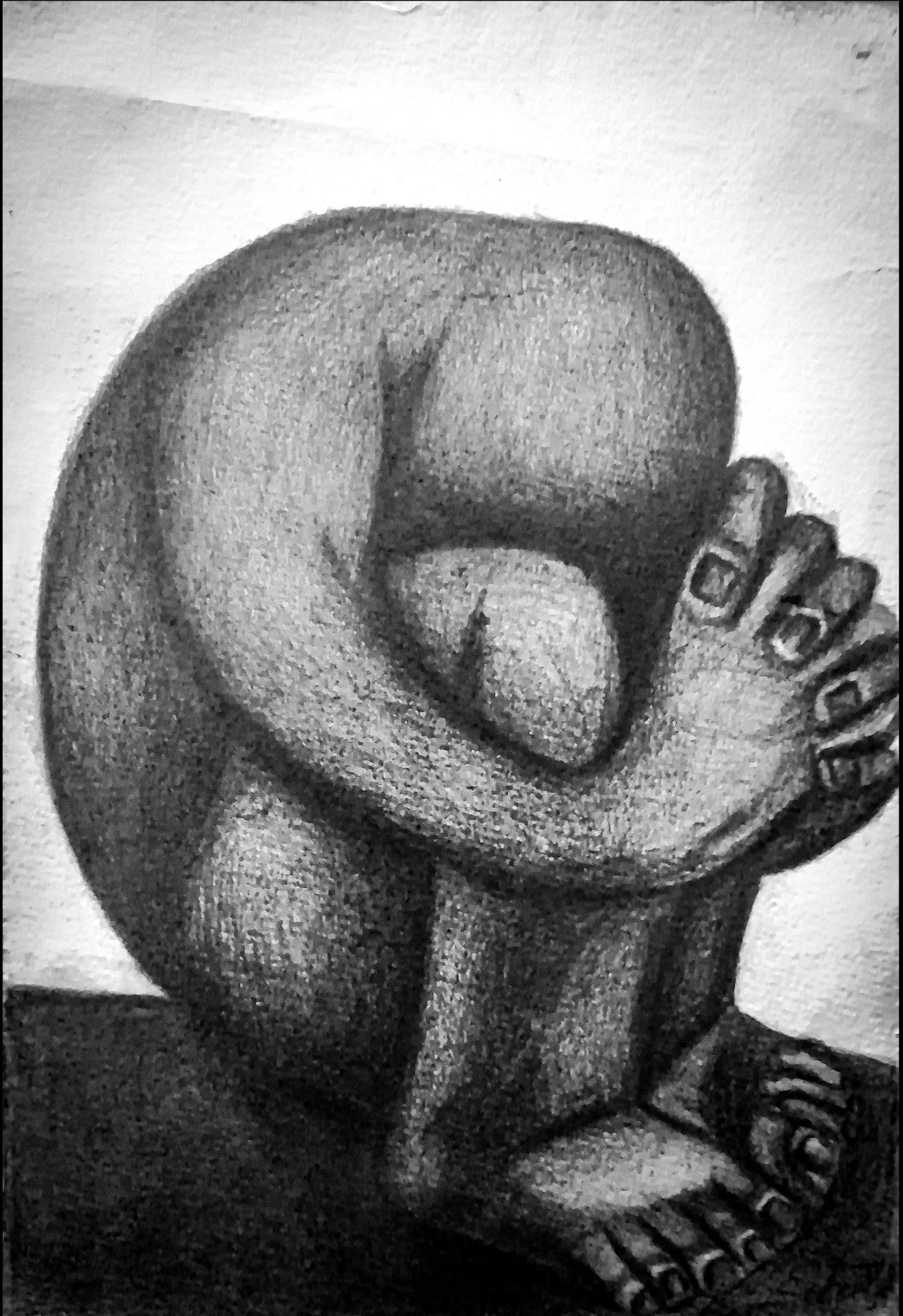
La Figura 7 muestra las dos configuraciones que fueron predichas como las más favorables y una imagen de la morfología de las hojuelas correspondientes. A pesar de las diferentes estructuras cristalinas, el cristal de MoO₂ *se las arregla* para escoger las orientaciones que más convienen en términos de costo de energía. Estas relaciones epitaxiales no pueden ser determinadas de forma trivial a partir de consideraciones cualitativas sobre las dos estructuras cristalinas. El método utilizado sugiere que evaluar la energía de deformación de cada posible relación epitaxial podría ser utilizado para predecir o explicar otros casos de posible epitaxia en parejas de diferentes estructuras cristalinas.

Agradecimientos

Oswaldo de Melo y Estrella Ramos agradecen el apoyo del programa UNAM/DGAPA/PREI de 2019.

Referencias

1. Bauer, Ernst, Zeitschrift für Kristallographie, 1958, 110, 372–394.
2. Stranski, Ivan N.; Krastanow, Lubomir, Abhandlungen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse IIb. Akademie der Wissenschaften Wien, 1938, 146: 797–810.
3. P. Hohenberg and W. Kohn, Phys. Rev., 1964, 136, B864–B871.
4. W. Kohn and L. J. Sham, Phys. Rev., 1965, 140, A1133–A1138.
5. B. Delley, J. Chem. Phys., 2000, 113, 7756–7764.
6. O. de Melo, L. García-Pelayo, Y. González, O. Concepción, M. Manso-Silván, R. López-Nebreda, J. L. Pau, J. C. González, A. Climent-Font, V. Torres-Costa, J. Mater. Chem. C, 2018, 6, 6799–6807.
7. O. de Melo, G. Santanta, Materiales Avanzados (IIM-UNAM), 2019, 30, 38-42.



Muerte por COVID 19, un duelo diferente

Margarita Dávila Robledo*

Asociación Mexicana de Tanatología, A.C.
Insurgentes Sur 1027, Colonia Nochebuena, Alcaldía Benito
Juárez, C.P. 03720, Ciudad de México

maggiedavilar@gmail.com

Introducción

Vivimos la pandemia del siglo, situación extraordinaria que nos ha llevado a experimentar cambios radicales en nuestra rutina y cotidianidad –en un breve periodo de tiempo–. No es la primera pandemia en la historia de la humanidad ni será la última, pero es la que nos está tocando afrontar ahora; para la cual no estábamos preparados, con las ventajas y desventajas propias de esta época caracterizada por la globalización, el veloz avance científico y tecnológico, la comunicación inmediata y el bombardeo de la mercadotecnia que lleva de la mano al consumismo –aspectos que secuestran en buena medida nuestro tiempo y atención–.

Es en este contexto que (al llegar el SARS-CoV-2 y con él la COVID 19 que escaló rápidamente a nivel de pandemia), y aún con los avances científicos de esta época, hoy impera el desconocimiento de la nueva enfermedad:

**Vicepresidenta de Comunicación en la Asociación Mexicana de Tanatología A.C.*

La falta de datos veraces, la información sesgada a causa del subregistro en el número de casos, no contar con una vacuna ni con medicamentos o tratamientos específicos que controlen por completo al virus... todo esto genera incertidumbre, miedo, preocupación, angustia, estrés, incredulidad, frustración y, por ende, diferentes estados emocionales que no todas las personas son capaces de regular.

La adaptación al cambio requiere voluntad. Una actitud abierta, que sume, aunada a la creatividad y a la capacidad de dar un sentido positivo a esta experiencia, por compleja que se presente. Debemos mirar al aislamiento en casa como una medida preventiva y no como una medida prohibitiva. Se requiere autorregulación emocional y comprender que esta situación es temporal. Esto también pasará, pues la vida es dinámica, no deja de haber cambios y movimientos, aceleración y desaceleración, y los efectos de esta situación seguirán generando cambios importantes en nuestras vidas, mismos a los que tendremos que continuar adaptándonos.

Los retos que esta situación implican son oportunidades de autoevaluación, de aprendizaje, de crecimiento, de reestructuración y rediseño, de dar un nuevo acomodo a nuestras jerarquías de valores, de decidir con qué quedarnos, y cuidar lo que realmente tiene valor en la vida para ser mejores personas y lograr un mejor entorno social. Es claro que esta pandemia nos generará diversas –y simultáneas– pérdidas y duelos, diferentes para cada persona; por lo tanto, los duelos que se presentan y se presentarán no son únicamente por la muerte de un familiar o ser querido. Estos duelos tienen y tendrán características diferentes, pues son consecuencia de una situación extraordinaria en la que no es únicamente la salud y la vida lo que está en posibilidad de perderse, sino que hay muchas más pérdidas que se suman y complican los duelos. En esta pandemia todos hemos perdido algo, todos nos encontramos en algún tipo de duelo, pero también todos podemos ganar algo en algún aspecto de nuestra vida.

La estrategia de aislamiento social que se ha implementado en la mayor parte del mundo, justificada para evitar mayor número de contagios y de muertes, nos ha llevado a una situación en la que los estudiantes no asisten a sus escuelas, muchos empleados de los sectores público y privado trabajen desde casa, con el ya popular estilo denominado *home office*

(en el mejor de los casos, pues sabemos que muchos empleos se han perdido), también a hacer las compras en línea para evitar ir a los centros comerciales, supermercados y al tianguis, evitar cualquier tipo de evento social, actividades recreativas, entre otras cosas. Se han cerrado mercados e incluso se han cerrado temporalmente los cementerios. Lo anterior afecta y modifica nuestra forma de vivir, pero también la manera de morir de aquellas personas que se han contagiado del SARS-CoV-2 y la forma de despedirnos de los fallecidos, pues quienes han muerto por COVID 19 en hospitales han tenido que morir lejos de casa, distanciados de la familia y de los seres queridos, en aislamiento absoluto. Aunado a esto, los protocolos de manejo sanitario de los cuerpos de los fallecidos también generan un alto impacto psicológico y espiritual en los familiares, por la manera en la que se deben de realizar los rituales de despedida (incluso, en muchos casos, no es posible realizar estos ritos funerarios). Todos estos aspectos tienen repercusiones emocionales importantes en los procesos de duelo por las muertes dadas en estas circunstancias.



Concepto de duelo y su afectación en el proceso de morir

La situación de aislamiento social nos obliga a cambiar también el acompañamiento para los familiares graves por COVID 19. Saber que mueren sin el contacto y manifestación afectiva de quienes los aman cambia los procesos normales de duelo. Esta situación genera sentimientos profundos de abandono y culpa. Esto impacta directamente en el duelo. Es experimentar el sentimiento de “me dejan morir solo y te dejo morir solo”.

El duelo es definido como la reacción emocional, psicológica, cognitiva y comportamental que se produce a partir de la pérdida de una persona significativa. Es una experiencia humana universal, única y dolorosa, que puede delimitarse en el tiempo; presenta una evolución previsiblemente favorable y requiere la necesidad de adaptación a la nueva situación (Barreto, de la Torre y Pérez-Marín, 2012). Para Bowlby (1961) el duelo es un proceso psicológico que se inicia por la pérdida de un objeto querido que le lleva a su abandono; para Grinberg (1971), el duelo es un proceso dinámico complejo que implica a toda la personalidad del individuo. Otros autores como Harvey y Weber (1998) consideran a la pérdida como un daño en cualquier tipo de recurso (material, personal o simbólico) con el que se ha tenido un vínculo emocional. Para otros autores, el duelo representa una respuesta natural ante la pérdida en general (persona, cosa o valor) con la que se mantenía un vínculo afectivo. Por tanto, se trataría de un proceso normal y humano y no de un trastorno o enfermedad (Payás, Griffin, Phillips y Camino, 1998), (tomado de Romero Teruel, 2017).

Sabemos que no todas las personas infectadas por el virus necesitan ingresar a un hospital por insuficiencia respiratoria o alguna otra complicación y también sabemos que no todas estas personas hospitalizadas mueren por COVID 19. Hay quienes logran vencer la enfermedad y recuperarse. En este punto es importante mencionar que, quienes mueren cumplen no solo con algunas, sino con todas las características de muerte traumática: Rapidez: falta de tiempo para asimilar – no poder graduar. Sorpesa: no anticipación - no poderse preparar. Incertidumbre: no poder predecir los acontecimientos. Impotencia: no capacidad de respuesta. Incomprensión: falta de información adecuada – no poder entender. Soledad en el momento: falta de contacto, de contención – no poder ser sostenido. Soledad posterior: falta de relaciones reparadoras – no poder compartir, ni hablar de lo sucedido. Desbordamiento: no poder autorregularse. (A. Payás 2014).

El Instituto de Psicoterapia Integrativa-Relacional (2020) explica que la muerte por COVID 19 cuenta con dos características de riesgo que, predicen, pueda complicarse durante el duelo: la naturaleza traumática de la muerte y la falta o limitación de apoyo social (Lob et. AL 2010). Mencionan también las consecuencias esperables en los desórdenes del duelo o duelos complicados: aumento en el número

de suicidios, diagnósticos psiquiátricos, conductas de riesgo de salud como abuso de sustancias o alcohol y aumento de problemas cardiovasculares, entre otros. (Lundorff M., Holmgren H., Zachariae R. Farver-Vestergaard, I. O'Connor 2017).

Se puede hablar de duelos complicados o patológicos cuando las reacciones emocionales son muy intensas e impiden el funcionamiento en la vida diaria. La duración de la reacción es anormalmente larga (dura más de un año) y aparecen síntomas inhabituales (por ejemplo, alucinaciones, referidas a visiones o voces del fallecido, ideas delirantes o pensamientos suicidas recurrentes) (Worden, 1998).

En circunstancias ordinarias, la atención emocional que se le puede brindar a los pacientes se puede identificar en cuatro etapas (Barbero, Gómez, Maté y Ortega, 2016):

1. **Antes de iniciar el proceso final de la vida:** esta etapa se refiere al momento en el cual el paciente recibe un diagnóstico de alguna enfermedad que puede poner en riesgo su vida. Puede sanar o puede morir por esta enfermedad, pero en ese momento puede tener un buen pronóstico. Hay posibilidad de curación o de lograr controlar la enfermedad, si esta es incurable, como por ejemplo diabetes, algún tipo de cáncer en etapa temprana, hipertensión, VIH, etc. Esta fase implica una preparación emocional, el manejo de los temores, dialogar y, en el caso del médico tratante, responder las dudas e inquietudes que surjan al paciente en relación con su enfermedad. Se recomienda buscar otras opiniones médicas, hacer explícitos los deseos y preferencias de la persona y facilitar su participación en las decisiones planificando todos los aspectos relevantes. Tiempo para las voluntades anticipadas, utilizar la psicoeducación para aprender a vivir lo mejor posible con la enfermedad.
2. **Inicio de la fase de limitación de la vida:** manejo en el momento de notificación de la irreversibilidad de la enfermedad y del pronóstico de terminalidad. En este momento se hace necesaria la atención psicológica

para el manejo de la comunicación con el equipo médico, familiares y con el paciente.

3. **Proceso de morir:** conforme va avanzando la enfermedad y se acelera el final de la vida se hace prioritario atender los síntomas físicos, capacidades cognitivas, estado emocional, la comunicación familiar y las necesidades espirituales.
4. **Posterior al fallecimiento. Duelo:** es muy importante recuperarse del estrés y reanudar progresivamente las actividades, conductas y estilos de vida saludables. Durante el proceso emocional del duelo los especialistas en esta área deben permanecer atentos a los *signos de complicación en el proceso de duelo*. La probabilidad de que los duelos no se compliquen es elevada cuando se trabaja previamente con el paciente y su familia durante todas las etapas.



En el proceso de atención emocional y acompañamiento al paciente y su familia se tiene tiempo y oportunidad para ayudarlos y que, de esta forma, vayan asimilando lo grave de la enfermedad. Con la ayuda y atención emocional de un equipo multidisciplinario se logra la aceptación de cada etapa del proceso de la misma, el mejor manejo emocional posible, la identificación de las necesidades espirituales del paciente y que se sepa y se sienta tratado como persona. Lo anterior

permite llegar a la aceptación de la muerte como proceso natural de la enfermedad, logrando la tan deseada paz y evitando dejar pendientes que posteriormente puedan complicar el proceso de duelo. Para lograr esto es fundamental, desde el quehacer de la tanatología, el acompañamiento del paciente y su familia, trabajar las etapas de atención emocional y atención de necesidades espirituales. La Guía de Manejo Integral de Cuidados Paliativos (2018) concibe al ser humano de manera integral: alma, cuerpo, materia y espíritu. Se entiende como una realidad que no puede separarse en sus distintos componentes. Puede ser útil, didácticamente, presentar las dimensiones de la persona humana. El paciente tiene tanto necesidades físicas como necesidades emocionales, espirituales y sociales, mismas que han de ser evaluadas al momento de realizar la anamnesis (proceso mediante el cual el profesional de salud recoge información clínica del paciente) y exploración física completa. Es imperativo que delimitemos el ámbito de este concepto, ya que uno de los objetivos de los Cuidados Paliativos consiste en atender las necesidades espirituales de los enfermos. El objetivo de la asistencia para las necesidades espirituales, en nuestra opinión pragmática, es el respeto a toda creencia, sea cual fuere, que ayude al enfermo a los preparativos del viaje sin retorno que debe emprender. La espiritualidad es un componente importante en el bienestar y en la calidad de vida del paciente en etapa terminal.

Dicho acompañamiento y atención no logra brindarse a los pacientes en el caso de la pandemia, pues los equipos de salud no se dan abasto para atender la parte médica urgente y prioritaria de tantos pacientes a la vez. El personal de salud también está en duelo y afectado, muchas veces sobrepasado y agotado física y emocionalmente. Las jornadas de servicio son intensas y complejas, por tal razón, no es factible brindar este acompañamiento y atención a los pacientes hospitalizados; además que, por ser la COVID 19 transmisible de manera exponencial, los familiares no pueden estar en contacto con sus pacientes. Este acompañamiento es importante y necesario, tanto para el paciente como para la familia, pues hace una gran diferencia en la manera de morir del paciente y de afrontar el duelo de los familiares ya que no hay oportunidad de reconciliaciones, agradecimientos, expresiones de amor, es decir, no hay oportunidad de *despedida en vida*.



Ausencia de ritos funerarios

Otro aspecto importante que marca este proceso de duelo es el relacionado a los ritos de despedida. En la actual situación de pandemia se han emitido protocolos de manejo de los cuerpos de personas fallecidas por COVID 19, estos presentan algunas variantes en las diferentes entidades federativas del país pero, por permanecer la posibilidad de contagio de la enfermedad en el cuerpo después de la muerte, la medida sanitaria general es evitar los ritos funerarios y, por supuesto, el contacto con el cuerpo. Los cuerpos de los fallecidos deben ser entregados directamente a los servicios funerarios con medidas de seguridad muy puntuales en cada estado de la República Mexicana, situación que niega la oportunidad de la despedida posterior a la muerte; es decir, en esta situación de pandemia, no hay posibilidad de despedirse del ser querido ni en los últimos momentos de vida ni después del momento de la muerte, antes de la cremación o el entierro.

Tanto los rituales funerarios como los de duelo permiten la expresión simbólica de los sentimientos y pensamientos, facilitan el afrontamiento y aceptación de la pérdida y promueven la recuperación de los deudos. La participación en rituales mortuorios colabora en el logro de bienestar a través de la búsqueda espiritual que permite la conexión de los individuos religiosos con una fuerza superior a éstos, promoviendo estados positivos de tranquilidad, confianza y sentido de la vida en los deudos (Yoffe, 2012). La muerte activa estrategias de control social en los dolientes, asistentes, espectadores y demás participantes. Estas estrategias se traducen, según Rodrigo Flores (2004), en ritos funerarios y de duelo por la muerte de una persona significativa: como la

velación, el acompañamiento, el color negro como símbolo de luto, las manifestaciones emocionales por la pérdida, el silencio, la restricción y el control de emociones de alegría y festejo, que son una demostración de respeto por la memoria del difunto (Palacio y Bernal, 2017).

Las ceremonias rituales colectivas y los ritos privados -sean religiosos o laicos- ayudan a los deudos a entrar en el duelo y a salir de la confusión entre las nuevas identidades y los nuevos roles que deben desarrollar (Yoffe, 2012).

Los ritos con los cuales cada cultura y comunidad acostumbran despedir el alma de sus difuntos ayudan a iniciar el proceso de duelo racional; constatar que nuestro ser querido ha muerto para poder lograr la aceptación, con el proceso inevitable del duelo emocional que tiene como fin llevarnos a la aceptación. El último contacto con la persona fallecida es parte importante de este proceso.

Por otra parte, estos ritos de despedida son importantes para quedarnos en paz y minimizar la posibilidad de que se presenten posteriormente intensos sentimientos de culpa, parte esperable en el proceso de duelo, ya que en este contexto puede surgir la culpa por el solo hecho de tener la ventaja de la vida sobre el fallecido, sobre todo al pensar que cualquier persona puede contagiarse de COVID 19. Culpa por lo que debimos decir y no dijimos, o por lo que debimos callar y dijimos, por lo que pudimos o debimos hacer y no hicimos, incluso por lo que hicimos y después pensamos que hubiera sido mejor no haber hecho. Así nos llega a la mente la lista de los supuestos *errores* que cometimos con esa persona, los cuales ya no podemos enmendar.

Cuando logramos despedirnos, aunque se trate del cuerpo sin vida, le expresamos lo que pensamos, lo que sentimos, cuánto nos duele y cuánto le amamos. Los pensamientos recurrentes que implican culpa se presentan con menor intensidad cuando, al despedirse, se logra sentir descanso y paz.

Estos ritos también nos permiten expresar el dolor en un contexto en el cual es permitido llorar, sufrir, hablar y compartir los sentimientos profundos generados por ese dolor. Esto nos ayuda a regular las emociones y a manejar el dolor, que es inevitable. Reconocer a la persona fallecida, brindarle un homenaje, honrar de alguna manera su memoria, sentir consuelo y validar los sentimientos son beneficios que nos brindan estos rituales.



Foto de Enric Fontcuberta, publicada en el diario El Clarín

Es por ello que no poder realizar estas ceremonias genera un duelo diferente, con mayor riesgo de complicarse. No todos los duelos por muerte de COVID 19 serán complicados, pero un porcentaje importante de ellos sí necesitarán ayuda de especialistas en duelo. Es responsabilidad profesional de quienes estamos formados en este campo, prepararnos y tomar en cuenta las experiencias de los colegas de otros países que ya han pasado los efectos de la pandemia antes que nosotros, aun cuando las culturas son diferentes y siempre tomando en cuenta que cada duelo es único e irrepetible.

“El duelo no es un *desorden*, una enfermedad o una señal de debilidad. Es una necesidad emocional, física y espiritual; el precio que se paga por amar.

La *única cura* para el duelo es vivirlo”.

Earl Grollman



Referencias

Barbero, Gómez, Maté, Mateo, (2016) MANUAL PARA LA ATENCIÓN PSICOSOCIAL Y ESPIRITUAL A PERSONAS CON ENFERMEDADES AVANZADAS. INTERVENCIÓN PSICOLÓGICA Y ESPIRITUAL. Obra Social “la Caixa”.

Barreto, de la Torre y Pérez-Marín, (2012). Universidad de Valencia. DETECCIÓN DE DUELO COMPLICADO. PSICOONCOLOGÍA. Vol. 9, Núm. 2-3, Universidad de Valencia.<http://pilarbarreto.es/wp-content/uploads/articulo-psicooncologia-2013.pdf>

Consejo de Salubridad General (2018), GUÍA DE MANEJO INTEGRAL DE CUIDADOS PALIATIVOS, Diario Oficial de la Federación. México.

Palacio, M. C y Bernal, F. (2017) EL DUELO POR MUERTE: LLA INTERSECCIÓN ENTRE PRÁCTICAS CULTURALES, RITUALES SOCIALES Y EXPRESIONES EMOCIONALES. Tempus Psicológico, 2(1), 88 – 107. Artículo de investigación ISSN – 2619 - 6336

Payas A. (2014). Puigarnau EL MENSAJE DE LAS LAGRIMAS: UNA GUIA PARA SUPERAR LA PERDIDA DE UN SER QUERIDO. Planeta, Barcelona

Payás Puigarnau, (2020). DUELO POR COVID 19. RETOS TERAPÉUTICOS EN SU ABORDAJE. Institut IPIR, Barcelona, Video recuperado de:
<https://www.youtube.com/watch?v=pVEiTBRBSOo&t=2225s>

Romero Teruel, F. (2017) INVESTIGACIÓN Y ESTUDIO PILOTO SOBRE EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UN INVENTARIO QUE PERMITA EVALUAR Y PREDECIR EL RIESGO DE PADECER DUELO COMPLICADO ANTICIPADO EN FAMILIARES/CUIDADOS DE ENFERMOS PALIATIVOS. Tesis doctoral, Universidad Católica de Murcia.
<http://www.cuidarypaliar.es/wp-content/uploads/2018/01/Tesis-de-Francisco-Romero-Teruel-Investigaci%C3%B3n-y-estudio-piloto-sobre-el-dise%C3%B1o-y-desarrollo-de.pdf>

Worden, J. W. (1998). EL TRATAMIENTO DEL DUELO. ASESORAMIENTO PSICOLÓGICO Y TERAPIA. Barcelona. Paidós.

Estado del arte de las superaleaciones a base de níquel, ¿un indicador de oportunidad de negocio para México?

Oscar Hernández Castellanos^a, Ibet Navarro Reyes^a,
Ignacio Alejandro Figueroa Vargas^{b*}

^aFacultad de Química, ^bInstituto de Investigaciones en
Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México,
Ciudad Universitaria, Coyoacán, CDMX

*iafigueroa@unam.mx

Resumen

Una aleación es una mezcla sólida y homogénea, con propiedades metálicas, que está compuesta por dos o más sustancias (de las cuales, al menos una de ellas es un metal). Las superaleaciones son aleaciones que se caracterizan por sus excelentes propiedades mecánicas y, entre ellas, las **superaleaciones a base níquel** cuentan con gran resistencia a altas temperaturas. Lo anterior hace que sean materiales ideales para aplicaciones industriales, principalmente en la industria aeroespacial.

El presente trabajo sustenta la importancia de incrementar la investigación a nivel nacional de las superaleaciones a base de níquel. Se recalca su potencial para la innovación en aplicaciones aeroespaciales y se elabora un estado del arte y recuento de la investigación realizada junto con el sector empresarial involucrado. También se mencionan los *racimos tecnológicos* o *clusters* como estrategia de fortalecimiento que pueden alcanzar la capacidad de creación de patentes, y con ello, impulsar una economía basada en el conocimiento.

Con base en el impacto económico y la situación de la industria aeroespacial en México, así como la tendencia mundial en investigación y publicación de patentes respecto a las superaleaciones base níquel, se hace la recomendación de impulsar la investigación y la innovación, a nivel nacional, mediante el desarrollo de productos propios y diferenciados con alto valor agregado.

Palabras clave: Superaleaciones (SA) base níquel, industria aeroespacial.

The state of the art of nickel-based superalloys. A business opportunity indicator for Mexico?

ABSTRACT: An alloy is a solid and homogeneous mixture with metallic properties, composed of two or more substances from which, at least, one of them is a metal. The superalloys (SA) are a kind of alloy characterized by its excellent mechanical properties, while the nickel-based SA particularly has a great strength at high temperatures, which makes them ideal materials for aerospace industry applications. This paper reports the importance of increasing research at national level about the nickel-based SA, because of its potential for innovation in applications for the aerospace sector, through the development of the state of the art and research of the business sector involved. Additionally, its consolidation is recommended through technological clusters, which may have the capacity to promote the creation of patents, and with this, the knowledge-based economy. Based on the economic impact and the situation of the aerospace industry in Mexico, as well as the worldwide trend in research and patents publication regarding nickel-based SA, the recommendation is made to boost research and innovation at national level through the development of own and differentiated high added-value products.

Key words: Nickel-based superalloys, aerospace industry.

Introducción

El término "superaleación" se utilizó, por primera vez, un poco después de la Segunda Guerra Mundial y describe a un grupo de aleaciones desarrolladas para su uso en los turbocompresores y las turbinas de motor de los aviones que requerían un alto rendimiento a temperaturas muy elevadas. Este tipo de aleaciones son especialmente adecuadas para las exigentes aplicaciones dentro de la industria aeroespacial, gracias a su capacidad para retener la mayor parte de su resistencia, incluso después de largos tiempos de exposición por encima de 650 °C [1].

Las superaleaciones base níquel son relativamente fáciles de deformar, por su red cristalina cúbica centrada en las caras (fcc, por sus siglas en inglés). Poseen una excelente resistencia a la corrosión y a la oxidación a altas temperaturas, buena resistencia mecánica a elevadas temperaturas, además de alta conductividad eléctrica y propiedades magnéticas. Estas tienen como objetivo mejorar las características de tracción, fluencia, fatiga y estabilidad superficial de piezas metálicas [1].

En México, la contribución económica del sector turístico aportó el 8.7 % del PIB total en el 2018, según INEGI [2] y en buena medida esto involucra a la industria aeroespacial, mantenimiento y creación de partes de aeronaves; pero, mientras la actividad manufacturera es muy grande, lo que se ha hecho en la parte de investigación y desarrollo nacional (que culminen con la creación de patentes que aporten valor) es poco. Esto repercute en que las aeronaves privadas y comerciales (ya terminadas) se importen de países que sí han completado esta tarea.

Podemos enfatizar la contribución económica que tiene la industria aeroespacial mencionando que, en 2017, significó una ganancia de 21 900 millones de pesos (es decir, 0.76 % del PIB manufacturero nacional).

***En México contamos con la presencia de
35 de las 100 mejores empresas
aeroespaciales [3]***

La industria aeroespacial es, por lo tanto, un área de oportunidad que tiene el potencial de beneficiarse mutuamente del sector turismo. La fabricación de mejores aeronaves (especialmente la producción de aviones más eficientes hechos con tecnología mexicana) se traducirá en mayores ingresos a través de la demanda que estos mismos significan -como productos y servicios- al ser medios de transporte muy rápidos.

Es aquí donde el estado del arte cobra importancia, pues es mediante este trabajo de investigación que se pudo determinar el desarrollo en Ciencia y Tecnología que tiene México respecto a las superaleaciones base níquel. Para ello se realizó la búsqueda de publicaciones de investigación, así como de patentes existentes a nivel mundial, que nos permitieran conocer la tendencia actual y compararla con la situación nacional. Adicionalmente, se determinó la red empresarial de consumo y suministro de superaleaciones base níquel, a fin de tener un panorama completo para elaborar las conclusiones.

El contenido del trabajo original abarcó la información existente hasta el año 2017 [4], por lo que, con motivo del presente trabajo, se realizó una actualización que abarca nuevos datos hasta el año 2019.

Metodología

Estado del arte

El estado del arte de las superaleaciones base níquel se determinó por la cantidad y relevancia de artículos y patentes publicadas, los cuales se obtuvieron a través de bases de datos especializadas [www.scopus.com, scifinder.cas.org y patents.google.com]. Mediante el manejo y análisis de esta información es que se estableció la posición de México frente al desarrollo tecnológico mundial, en lo que a superaleaciones base níquel se refiere, además de revelar el potencial asociado a la industria aeroespacial nacional ya existente y que se encuentra actualmente en crecimiento.

Resultados y análisis de resultados

Panorama Mundial

Para desarrollar por completo el estado del arte es importante abarcar la búsqueda de patentes, las cuales son el producto del conocimiento aplicado para desarrollar una invención (mediante la previa investigación y experimentación) que puede derivar en la innovación. Éstas son protegidas con recursos legales para evitar su uso sin el permiso del propietario (usualmente una empresa) y, debido a esto, son generadoras de valor.

Red empresarial

Las redes empresariales se conforman por medio de relaciones en las que cada parte obtiene algún beneficio, debido a que toda empresa tiene ciertas necesidades que pueden incluir materia prima, equipo especializado, información importante, etc. Las superaleaciones (SA) base níquel, como cualquier material de uso industrial, también ocupan un lugar dentro de una red empresarial.

Con motivo de complementar el estado del arte de las SA base níquel, se realizó la investigación de la red empresarial alrededor de estas, tomando en cuenta a diez de las mayores empresas proveedoras, así como a diez de las mayores empleadoras a nivel mundial, lo que aporta valiosa información adicional relacionada con el impacto económico.

Al comparar la cantidad de resultados obtenidos para la búsqueda de SA base níquel en la industria aeroespacial a nivel global, se encontró que los países contundentemente posicionados a la cabeza de la investigación sobre estos materiales son Estados Unidos de América (EUA), China, Reino Unido e India, a los cuales, en conjunto, les pertenece cerca del 50 % del total de las publicaciones encontradas en una búsqueda que arrojó 292 resultados (al mes de diciembre de 2019). Esto indica también un gran aumento, proporcionalmente comparado a los 170 resultados de la misma búsqueda realizada en el año 2017 (**figuras 1 y 2**).

A su vez, EUA es la nación con mayor cantidad de publicaciones, siendo 44 artículos de su autoría. En el segundo lugar se encuentra China con 40 artículos, mientras que el Reino Unido ocupa el tercer lugar con 30 artículos, seguido, muy de cerca, por India con 29 artículos. Por otra parte, México registra solo una publicación en el año 2015, con lo cual se tiene un gran contraste e idea de la poca investigación que se realiza, comparada con la gran actividad manufacturera que es ya bastante importante dentro de la economía nacional.

De acuerdo con la información obtenida de la base de datos bibliográficos de Scopus [5], cuyos registros de patentes para SA base níquel se remontan a 1971, las publicaciones muestran una tendencia en aumento desde el año 2001, misma que se mantiene constante hasta el 2017. Recientemente, en el año 2018, las publicaciones disminuyeron ligeramente.



Figura 1. Comparativa de la generación mundial de investigación para SA base Ni en 2017 [4]



Figura 2. Comparativa de la generación mundial de investigación para SA base Ni en 2019 [4]

Por otra parte, en 2019 hay una aparente caída en las publicaciones; sin embargo, es importante mencionar que los datos del año 2019 aún pueden variar considerablemente debido a que, a la fecha de actualización aún no concluye el año en cuestión (figura 3).



Figura 3. Tendencia mundial de publicación de patentes [4]

En la recopilación realizada de 25 patentes [4] se marcó una clara ventaja de Estados Unidos de América, superando ampliamente la cantidad de patentes que tienen otras naciones destacables en el rubro como lo son Japón, China,

Reino Unido y Canadá. Esto no resulta extraño, tomando en cuenta que EUA destina una gran cantidad de recursos a su fuerza militar y de defensa, ambas, áreas que se ven beneficiadas por el uso de este tipo de materiales para el desarrollo de aeronaves y otras tecnologías.

Otro aspecto importante, en cuanto a estas patentes se refiere, es que prácticamente todas ellas se encuentran registradas a nombre empresas de gran renombre como lo son General Electric, Honeywell International, United Technologies Corp y Velo3D, entre otras. Solo se encontró una patente a nombre de una institución educativa, la de la Universidad China Dalian University of Technology.

Es muy necesario mencionar, como último punto sobre las patentes de SA base níquel, que hasta el momento no se ha podido encontrar ninguna de autoría mexicana. De ahí que uno de los objetivos más importantes que se pueden plantear anticipadamente es la creación de productos de patente mexicana.

Panorama Nacional

Para poder estudiar la situación de México en la investigación de SA base níquel se realizó una búsqueda menos restringida que la presentada anteriormente, debido a que solo se había encontrado un artículo nacional.

Los resultados obtenidos en el 2017 fueron 35 artículos encontrados. De ellos se determinó que la entidad federativa donde se concentra la mayor cantidad de investigaciones nacionales es en Nuevo León, coincidiendo con la gran actividad de la industria aeroespacial al norte de la república. Algo no hallado en ningún otro estado. Le sigue, en segundo lugar, la Ciudad de México y en el tercer lugar Morelos. Ya muy alejados se suman Michoacán, San Luis Potosí y Veracruz, debido a las universidades locales e institutos metalúrgicos donde se realizan importantes investigaciones.

Al actualizar la información obtenida para el año 2019 encontramos algunos cambios que es importante mencionar. Nuevo León sigue siendo el estado que desarrolla más investigación de SA base níquel en México, con un incremento de participación de 22 a 27 artículos. La Ciudad de México también continúa en la misma posición, pero con un incremento de participación proporcionalmente grande,

pasando de 9 a 21 artículos. En el tercer lugar surge Querétaro, del cual no se había encontrado ningún resultado previamente y que tiene una significativa contribución de doce artículos publicados (figura 4).

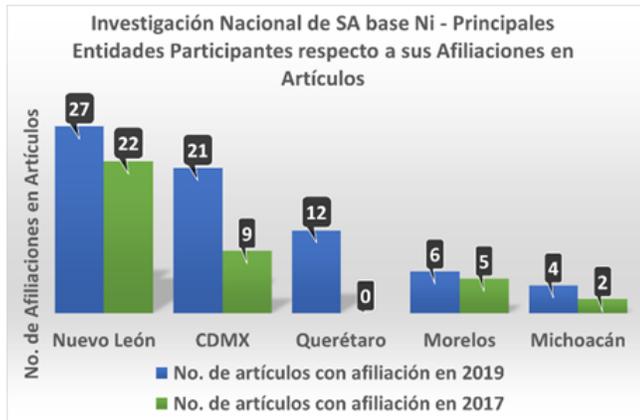


Figura 4. Participación de las principales entidades que desarrollan investigación en México [4]

A continuación, se presenta en la tabla 1 la información completa de la participación en la investigación nacional de las SA base níquel por entidad federativa, tanto al año 2017 como de la actualización al 2019.

Tabla 1. Participación de todas las entidades que desarrollan investigación en México [4]

Estado	Artículos con afiliación en 2017	Artículos con afiliación en 2019
Nuevo León	22	27
CDMX	9	21
Querétaro	0	12
Morelos	5	6
Michoacán	2	4
S. L. Potosí	2	3
Edo. Méx.	0	2
Hidalgo	0	2
Zacatecas	0	2
Chihuahua	0	1
Veracruz	1	1

A pesar de que existe un incremento en la investigación que se realiza a nivel nacional respecto al 2017 (en donde el caso de Querétaro es destacable), aún no ha sido suficiente para mejorar la posición mundial de México de manera significativa. Se requiere de un mayor impulso por parte de las instituciones de investigación, industria y gobierno para aprovechar al máximo el potencial de los racimos tecnológicos o clusters y así poder desarrollar innovación nacional que genere valor económico. Esto no quiere decir que la industria manufacturera sea algo dañino para México, lo que sí puede perjudicar al país a largo plazo es ignorar aquellas oportunidades de fortalecimiento al sector industrial mediante el conocimiento y la propiedad intelectual.

Dos aspectos que se repiten, tanto a nivel internacional como nacional, y que no han cambiado en la investigación de SA base níquel son, en primer lugar, la importancia de un subgrupo de estas mismas que reciben el nombre de Inconel y que son la materia de estudio de la mayoría de los artículos. En segundo lugar, el hecho de que las investigaciones se enfocan, mayormente, hacia los procesos de manufactura, tratamientos térmicos y el consecuente desempeño del material en ambientes extremos, especialmente a altas temperaturas [4].

Red empresarial: Principales empresas proveedoras y empleadoras de superaleaciones base níquel

Como es de esperar, la mayoría de las empresas involucradas con SA base níquel se ubican en los países a la vanguardia de la investigación y la tecnología, los cuales ya se han mencionado en el estado del arte (EUA, Reino Unido y China, principalmente). También se investigaron algunas empresas de otros países como India, Canadá, Francia, Brasil y México, donde existen los racimos tecnológicos.

La observación general para las empresas proveedoras es que, en su mayoría, estas no se especializan en un solo tipo de aleación, sino que abarcan una amplia gama de ellas (por lo que su mercado también suele ser amplio). Por el contrario, prácticamente todas las compañías empleadoras cuentan con una alta especialización en la fabricación de aeronaves, partes de estas mismas o ambas, que suelen ser los productos principales que fabrican.

Las compañías Doncasters Group Ltd y Special Metals son las proveedoras británicas de aleaciones. Mientras que la primera maneja mayor variedad de aleaciones y posee sucursales en varios países, la segunda se especializa en superaleaciones base níquel y fuera de su país de origen solo tiene sucursales en EUA. Otra de las principales proveedoras europeas es VDM Metals, de Alemania, la cual parece tener el mayor mercado a nivel internacional con dependencias en, al menos, 14 países.

En Asia, dos de las mayores proveedoras de superaleaciones base níquel son chinas. Una de ellas es Shanghai Phoenix, que abarca un catálogo de aleaciones para alta temperatura y soldadura. La otra es Shanghai Kangsheng Aerospace Technology Co., la cual trabaja las aleaciones de níquel y cobalto. En Mumbai, India se encontró una compañía llamada V.H. Metal & Engineering Co., que cuenta con un amplio catálogo de materiales metálicos para la industria química y de construcción.

La única empresa proveedora de Latinoamérica encontrada fue Codam S.A. de Argentina, con dependencias en otros países de Sudamérica.

Se investigaron tres compañías de EUA: ATI, Mega Mex y Metals Unlimited Aerospace. Mega Mex se dedica especialmente al acero y aleaciones de níquel, siendo posiblemente proveedora, a la vez que empleadora. Metals Unlimited Aerospace de Florida es, como su nombre lo indica, proveedora de aleaciones para aplicación aeroespacial, incluyendo aleaciones de níquel, titanio, aluminio, cobre y acero inoxidable.

La compañía proveedora ATI fue la más interesante de las investigadas, pues tiene relaciones importantes con distintas empresas empleadoras como GE Aviation, Rolls-Royce y Boeing, entre otras. Su principal mercado es el sector aeroespacial, aunque también abarca la industria petrolera, la del ramo biomédico y de energía eléctrica. Tiene sucursales en Reino Unido, China y Polonia, estando así presente en los lugares donde hay más investigación. Otro dato destacable es que existen aleaciones registradas a nombre de la compañía, por ejemplo, la ATI 718Plus.

La antes mencionada Boeing, originaria de EUA, es probablemente la empresa empleadora de SA base níquel más conocida a nivel mundial por sus aviones comerciales, aunque también produce aeronaves militares y su alcance en el

mercado llega hasta 65 países. Otra empleadora estadounidense muy importante es GE Aviation, la cual es líder en el ramo de las turbinas para aeronaves. Recientemente, ésta ha introducido al mercado modelos de turbinas con compuestos de matriz cerámica (CMC) sustituyendo partes metálicas como una alternativa de innovación, las cuales han probado tener muy buenas propiedades mecánicas a alta temperatura además de ser muy ligeras. Sin embargo, el procesamiento necesario para obtener el producto final, con las propiedades mecánicas adecuadas, hacen que su precio se eleve mucho.

La compañía británica Rolls-Royce es reconocida por la alta calidad en sus productos, principalmente automóviles lujosos. Ellos también tienen una gran participación en el desarrollo de turbinas y aeropartes. Su participación en investigaciones en el proceso de impresión 3D de aeropartes es un ejemplo de reciente innovación de esta empresa.

Las compañías empleadoras GE Aviation, Rolls-Royce y Boeing han tenido asociaciones con la proveedora ATI, lo cual es un ejemplo de las redes empresariales. Además, en el caso de Rolls-Royce y GE Aviation, existe una rivalidad competitiva debido a que estas abastecen a las empresas encargadas del ensamblaje final de las aeronaves, por ejemplo, Boeing, Airbus, Bombardier y Embraer.

La empresa europea Airbus de Francia es la principal competidora de Boeing, con un mercado enfocado en aviones comerciales y con sucursales en países donde hay un alto nivel de investigación. La compañía brasileña Embraer es la única competidora latinoamericana del ramo que ya cuenta con dependientes en tres continentes y además está asociada con 15 universidades, con el objetivo de desarrollar innovación para la industria. Bombardier es una empleadora canadiense que produce aeronaves y trenes, con presencia en cuatro continentes.

Entre otras empresas de la industria aeroespacial (pero manufactureras de partes y no de aeronaves terminadas) está Tolerance Masters de EUA, que hace maquinados de precisión. Yili casting de China, por ejemplo, se dedica al desarrollo de turbinas en variados modelos. Altaser Aerospace en México, hace manufactura de componentes de metales especiales, entre otros partes de aeronaves, siendo además proveedora certificada de GE Aviation y Honeywell.

Conclusiones

Durante los últimos 20 años la industria aeroespacial mexicana se ha consolidado en regiones clave como lo son Chihuahua, Querétaro, Jalisco, Nuevo León, Baja California y Sonora. Actualmente existen más de 300 compañías empleadoras en México, con fabricantes de equipo original clave, entre las que podemos mencionar a: Honeywell, Cessna, Beechcraft, Textron International, Bombardier y Eurocopter [6]. En la **Tabla 2** se observa la aportación de esta industria al PIB manufacturero de años recientes debido a que, por ahora, la manufactura de partes de patente extranjera es la principal actividad en el ramo.

Según los datos más recientes dados por la Secretaría de Economía, las exportaciones de esta industria ascendieron a los 8.6 mil millones de dólares en 2018, de los cuales, el 76 % se destinó a EUA, seguido de Canadá con 6.1 % y Alemania con el 5.9 %. Además indicó que, de las 100 mejores empresas aeroespaciales en el mundo, 35 de ellas tienen presencia en nuestro país [7].

Tabla 2. Producto Interno Bruto, México
(Industria Aeroespacial 2013 – 2017) [3, 8]

Año	Millones de pesos	% del PIB Manufacturero
2013	15,786	0.59
2014	18,634	0.63
2015	20,457	0.72
2016	21,700	0.78
2017	21,900	0.76

Como se ha visto, existe una gran red empresarial alrededor de la industria aeroespacial que, actualmente, ha cobrado gran importancia a nivel mundial. A su vez, las superaleaciones a base de níquel resultan ser materiales indispensables para la construcción de turbinas o motores más eficientes en las aeronaves, es por esto que son de gran importancia para la red empresarial de la industria aeroespacial.

Las superaleaciones a base de níquel son materiales clave en la industria aeroespacial debido a sus propiedades mecánicas, es por ello han sido motivo de un gran número de investigaciones, destacando, sin ser la única, la gama de aleaciones denominadas Inconel (níquel-cromo-hierro).

Existe un número muy reducido de países que se encuentran a la vanguardia en investigación respecto al resto. Ello está indudablemente relacionado a que, en estos mismos, yacen las industrias más competitivas en este ramo y que han logrado generar cierta cantidad de patentes. Dichos países son: Estados Unidos de América, China y Reino Unido.

La tendencia en la publicación de patentes respecto a superaleaciones base níquel en la industria aeroespacial aumentó del 2001 al 2017, mientras que en los dos últimos años (aparentemente) retrocedió. La temática de dichas patentes se inclina hacia los métodos de fabricación y tratamientos térmicos que buscan mejorar ciertas propiedades, disminuir los costos o ambas.

Los *racimos tecnológicos* son fundamentales para la fabricación de aeronaves, es por ello que las empresas líderes en el ramo lo han aprovechado para asociarse y crecer. Lo anterior ha llevado, en varias ocasiones, a que éstas se extiendan en el extranjero (facilitando exportar sus propios productos) y es lo que ha estado ocurriendo en México, entre otros países en desarrollo.

La contribución que se hace en el presente trabajo es enfatizar esta área de oportunidad en México para que profesionales con una formación sólida en Ingeniería de materiales (con las capacidades y aptitudes para desarrollar productos y procesos innovadores) presten atención y se promueva el desarrollo sustentable del país.

Agradecimientos

IAF agradece al proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT no. IN102319.

Referencias

- [1] Cárdenas J. & Díaz F. (2015). Nitinol, UBBBC, & de forma, MDFM Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.
- [2] Producto interno bruto turístico (2019). INEGI. Recuperado el 18 de diciembre del 2019, desde <https://www.inegi.org.mx/temas/turismosat/>.
- [3] Colección de estudios sectoriales y regionales (2018). Conociendo la Industria aeroespacial. Recuperado el 26 de septiembre de 2018, desde https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/315125/conociendo_la_industria_aeroespacial_23mar2018.pdf.
- [4] Hernández O. (2018). El estado del arte de las superaleaciones base níquel, ¿un indicador de oportunidad de negocio para México? (trabajo monográfico de actualización de licenciatura). UNAM, CDMX, México.
- [5] Scopus, Elsevier B.V. Recuperado el 2019, desde <https://www.scopus.com/>.
- [6] Aerospace industries. Aerospace industry in Mexico. Recuperado el 5 de octubre de 2017, desde <http://www.americanindustriesgroup.com/aerospace>.
- [7] Industria aeroespacial (2015). Secretaría de Economía, Comercio Exterior. Recuperado el 17 de octubre de 2017, desde https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/116686/Sector_Industria_Aeroespacial.pdf.
- [8] El sector aeroespacial, prioritario para la estrategia sectorial: Dra. Graciela Márquez (2019). Secretaría de Economía. Recuperado el 16 de diciembre de 2019, desde <https://www.gob.mx/se/prensa/el-sector-aeroespacial-prioritario-para-la-estrategia-sectorial-dra-graciela-marquez-197809>.

Celdas de combustible a hidrógeno

Karina Suárez Alcántara

Instituto de Investigaciones en Materiales,
Universidad Nacional Autónoma de México,
Unidad Morelia, Michoacán, MX

karina_suarez@iim.unam.mx

Hoy en día enfrentamos varios retos como humanidad. Uno de ellos es el cambio climático asociado al consumo de combustibles fósiles. Para solucionar este problema es apremiante masificar el uso de las energías renovables ya existentes y, al mismo tiempo, mejorar algunos sistemas por medio de la investigación básica y aplicada. Un sistema que hoy en día funciona, pero que es proclive a mejorarse, es el de las celdas de combustible a hidrógeno.

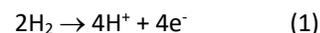
Celdas de combustible

Las pilas o celdas de combustible son dispositivos electroquímicos que transforman la energía química almacenada de algún combustible en energía eléctrica. Existe una gran variedad de combustibles que pueden usarse, por ejemplo: hidrógeno, etanol, metanol, CO₂, NaBH₄, gas de síntesis, etc. El combustible usado depende del tipo de celda de combustible y de las condiciones de operación de la celda, en particular de la temperatura.

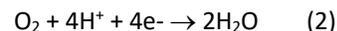
La Figura 1 condensa algunas propiedades de las celdas de combustible más importantes, mientras que la Tabla presenta con mayor detalle las características de las diversas celdas de combustible.

Por su alta eficiencia y el gran desarrollo de algunos de sus componentes, las celdas de combustible con membrana de intercambio protónico (PEMFC, por sus siglas en inglés) resultan muy atractivas para algunas aplicaciones clave tales como lo son automóviles y los sistemas estacionarios como casas, hospitales, escuelas, que no están conectadas a la red de suministro eléctrico.

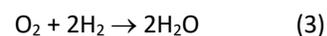
Las celdas de combustible con membrana de intercambio protónico, PEMFC, utilizan como combustible al hidrógeno y su único producto es agua. La reacción anódica (ROH, reacción de oxidación de hidrógeno) es:



Mientras que la reacción catódica (RRO, reacción de reducción de oxígeno) es:



La reacción global es:



La Figura 2 es una representación esquemática del funcionamiento y componentes básicos de una monocelda de combustible a hidrógeno. La operación de la celda de combustible inicia en el ánodo con la oxidación electroquímica de la molécula de H₂ para generar H⁺ y electrones (ec. 1). Esto ocurre en el electrocatalizador anódico. Los iones H⁺ (solvatados con agua) viajan a través de la membrana de intercambio protónico (la membrana Nafion de Dupont uno de los materiales más usados). Mientras tanto, los electrones viajan por un circuito externo y así la corriente generada puede ser aprovechada. Ya en el electrocatalizador catódico, los electrones, protones y oxígeno molecular se combinan para generar agua (ec. 2).

Para que las reacciones electroquímicas sucedan de forma adecuada, además de excelentes electrocatalizadores, se requiere que los reactantes lleguen a los sitios activos de los electrocatalizadores. También se requiere que el agua generada no se acumule en el interior de la celda de combustible y que los electrones encuentren poca resistencia a su movimiento. Para cumplir con estos objetivos se debe dotar a la celda de combustible de los siguientes componentes: **platos polares**, que sirven de contacto eléctrico y permiten la distribución de los flujos de H₂, O₂ y H₂O por medio de canales maquinados en ellos,

generalmente los platos polares están contruidos de grafito de alta densidad (no poroso), compositos de grafito con polímeros o de metales como el Ti; **difusores de gases**, que son capas de materiales porosos (eléctricamente conductores) que se ubican entre el plato polar y el electrocatalizador, su función es ayudar a difundir los gases reactantes así como ayudar a colectar el agua generada, este componente debe asegurar el contacto eléctrico entre el electrocatalizador y el plato bipolar, los materiales preferidos son telas tejidas o no tejidas de diferentes polímeros que fueron sujetos de un proceso de carbonización.

Tipo de celda	Electrolito	Combustible	Electrodos	Condiciones de operación detalladas	Ventajas	Desventajas
PEMFC (Celda de combustible con membrana de intercambio protónico)	Nafion (ácido) Conducción de H ⁺	Hidrógeno	Pt Pt-M, (M=metales nobles, metales de transición, etc.)	60-80 °C 3-5 H ₂ Bar	Eficiente	Catalizadores caros
PAFC (Celdas de combustible de ácido fosfórico)	H ₃ PO ₄ concentrado Conducción de H ⁺	Hidrógeno	Pt, aleaciones de Pt	180-200°C	Tecnología madura, comicialmente disponible	Manejo de ácido concentrado.
AFC (Celda de combustible alcalina)	KOH, NaOH Conducción de OH ⁻	Hidrógeno Alcoholes ligeros H ₂ reformado	Aleaciones o similares con pequeñas cantidades de metales nobles	50-250°C (depende de la presión)	La electroquímica es más sencilla y eficiente. Es posible oxidar eficientemente moléculas más grandes que el H ₂ .	Formación de carbonatos por contaminación por CO ₂ . Manejo del electrolito.
AAMFC (Celda de combustible alcalina con membrana de intercambio aniónico)	Membranas de intercambio aniónico Conducción de OH ⁻	Hidrógeno Alcoholes ligeros borohidruros	Aleaciones o similares con pequeñas cantidades de metales nobles	60°C	La electroquímica es más sencilla y eficiente. Es posible oxidar eficientemente moléculas más grandes que el H ₂ .	Las membranas de intercambio aniónico aún no han mostrado la durabilidad deseada.
DMFC (Celda de combustible de metanol directo (en medio ácido)) AMDMFC (Celda de combustible de metanol directo (en medio básico))	Nafion (ácido) Alcalina	Metanol, etanol (alcoholes ligeros)	Pt, Pt-Ru	80-90°C	Fácil producción y alimentación del combustible	Entrecruzamiento (crossover) de metanol. Baja eficiencia. Producción de CO ₂ . Envenenamiento del Pt por CO
SOFC (Celda de combustible de oxido sólido)	Perovskitas Cerámicos Yttria stabilized zirconia Movilidad del ion O ²⁻	Hidrógeno Monóxido de carbono Gases de reformado Metano	Ni/YSZ Óxidos de La, Sr, Mn	800-1000°C	No necesidad de metales nobles en los electrodos Comercialmente disponibles	Envenenamiento por S. Dificultad en el manejo de materiales a alta temperatura (thermal stress, fisuras).
MCFC (Celdas de combustible de carbonato fundido)	Mezclas de Li ₂ CO ₃ , Na ₂ CO ₃ y K ₂ CO ₃ en LiAlO ₂ Movilidad de CO ₃ ²⁻	Hidrógeno CO, CO ₂ Gas natural Carbon	Ni poroso (con Cr) NiO Litiado	600-700°C	Variedad de combustibles Disponible comercialmente	Manejo de altas temperaturas
MFC (Celdas de combustible microbianas)	Nafion	Azucares, biomasa, etc. Hidrógeno	Pt, aleaciones de Pt Ru, aleaciones de Ru Escherichia coli, Enterobacter aerogenes, clostridium butyricum	30°C	Disminución de contaminación en aguas residuales	Alta acida óhmica por unión bacteria-electrodo

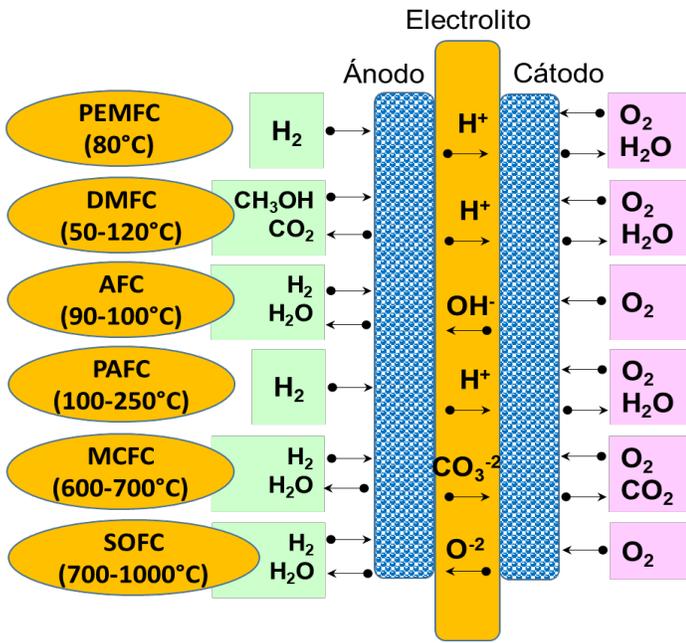


Figura 1. Ideograma de celdas de combustible

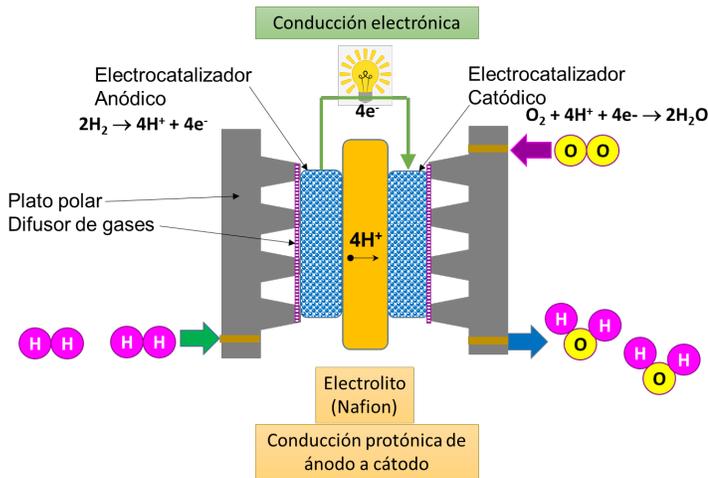


Figura 2. Funcionamiento básico de una celda de combustible

El núcleo de la pila de combustible es el llamado ensamble membrana-electro catalizador (EME). Los componentes del EME son la membrana de intercambio protónico recubierta con electrocatalizadores y cubierta con difusores de gases. El EME normalmente es construido, en primer lugar, por la aplicación (aspersión, pintado o impresión) de una tinta electrocatalítica sobre ambos lados de la membrana de intercambio protónico.

En un segundo paso, la membrana con electrocatalizadores es prensada en caliente en medio de dos difusores de gases (Figura 3 a y b). Al ser el EME muy delgado (100-200 μm, Figura 3b); se requieren diversas capas que brinden protección mecánica, difusión de reactivantes, manejo de calor, conectividad eléctrica, evitar fugas, etc. Estas funciones las cubren los componentes presentados en la Figura 3 c.

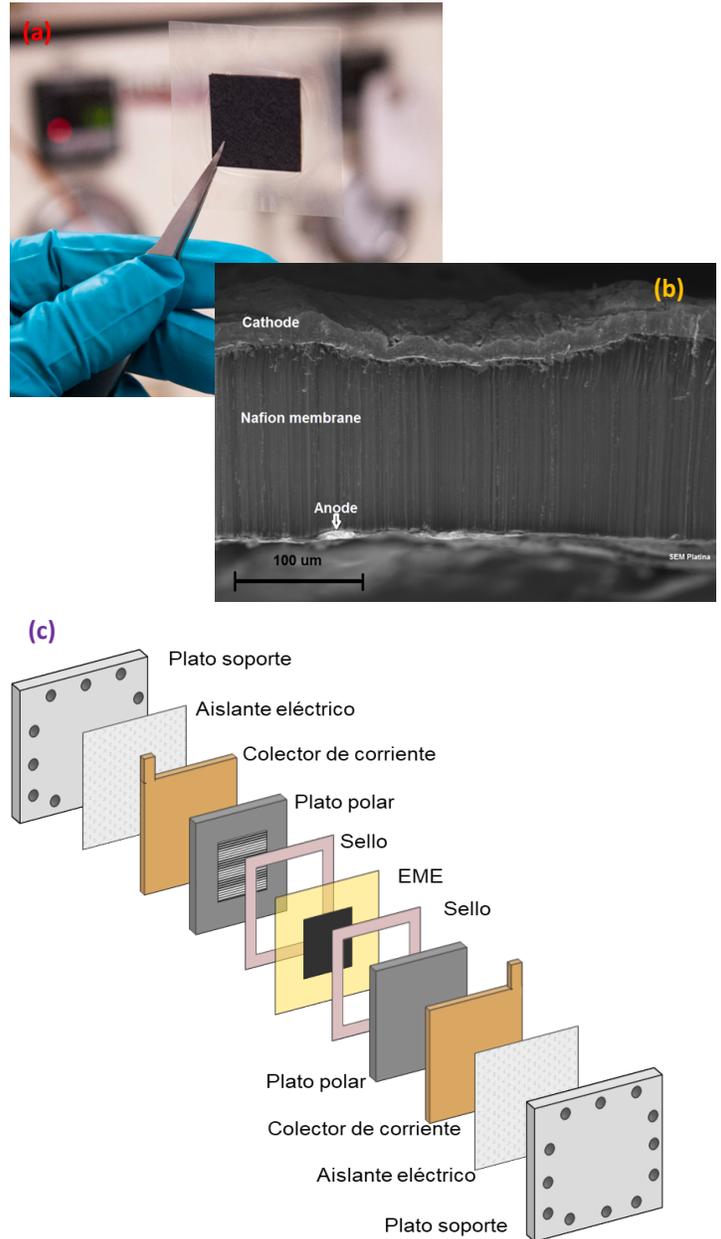


Figura 3. (a) Ensamble membrana-electrocatalizador (b) Corte transversal de un EME (c) componentes básicos de una (mono) celda de combustible

Como toda reacción química, la reacción (3) tiene una entalpía, entropía y energía libre. Este último parámetro ($\Delta G_r^\circ = -237.14 \text{ kJ mol}^{-1}$) (el cual nos indica la energía disponible para realizar un trabajo, W) está relacionado con el potencial de celda (E):

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ \quad (4)$$

$$W_{elec} = -nFE \quad (5)$$

A partir de la ecuación (4) es posible conocer el voltaje máximo; con $n=4$ electrones y F la constante de Faraday. Así pues, el voltaje máximo de una celda de combustible a hidrógeno es de 1.23 Volts. Sin embargo, este valor corresponde al voltaje de celda en equilibrio, en el cual la corriente eléctrica generada es esencialmente cero. Un aumento en la electricidad generada implica un decremento en el voltaje de celda. Recordando que la potencia eléctrica (P) es el producto de la corriente (I) por el voltaje (V):

$$P = V \cdot I \quad (6)$$

El valor máximo de la potencia eléctrica ocurre aproximadamente en 0.6-0.5 Volts. Por tal motivo, las celdas de combustible en realidad son un arreglo en serie de varias monoceldas de combustible. En estos arreglos (llamados *stacks*, Figura 4), el voltaje total corresponde a la suma del número de monoceldas; mientras que la corriente eléctrica generada está en estrecha relación con el área activa de los electrodos (predominantemente del cátodo).

La Figura 4 representa un stack de tres monoceldas y es útil para explicar el funcionamiento de un stack. El funcionamiento de un stack comienza en el primer ánodo (de izquierda a derecha en la Figura 4) donde ocurre la reacción (1). Los electrones generados van hacia el último cátodo por un circuito externo donde la corriente puede ser aprovechada. Mientras tanto, los protones (solvatados) van hacia el primer cátodo donde se combinan con oxígeno y con los electrones generados en el segundo ánodo. Este proceso se repite hasta que los protones del último ánodo llegan al último cátodo para formar agua.

Para que los *stacks* de pilas de combustible funcionen de manera correcta (es decir, que todas las monoceldas reciban la cantidad adecuada de reactantes y que, por tanto, produzcan un máximo de corriente), es necesario conjuntar varias ramas de la Ciencia y Tecnología: Electroquímica,

Balance y flujo de masas, Flujo de calor, Diseño mecánico, Ciencia e Ingeniería de Materiales, entre otras.

Los componentes de los stacks son muy parecidos a los de la Figura 3c. La principal diferencia es que, ahora, los platos polares se convierten en platos bipolares y sirven de contacto eléctrico entre los ánodos y cátodos vecinos.

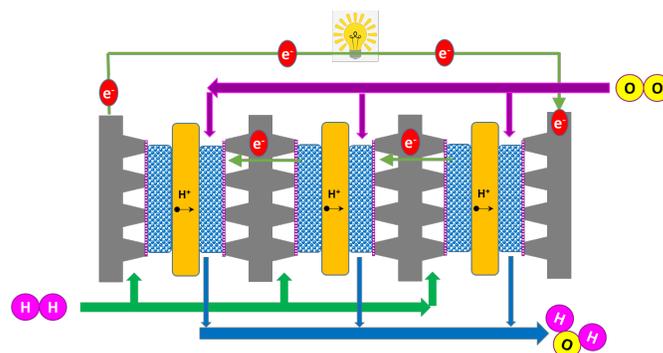


Figura 4. Stack de 3 monoceldas

Avances y problemáticas por los cuales las celdas de combustible no han alcanzado un uso masivo

Como menciona la Tabla, las pilas de combustible a hidrógeno utilizan como electrocatalizadores al platino metálico (Pt), aleaciones de Pt o ambos. Desde los proyectos iniciales de pilas de combustible de la NASA en los años de 1960 hasta la fecha se ha disminuido en, por lo menos, tres órdenes de magnitud la cantidad de platino utilizado (de gramos a miligramos por centímetro cuadrado) a la vez que se ha aumentado la potencia de las pilas de combustible. Numerosas investigaciones en la actualidad están desarrollando nuevos materiales electrocatalizadores en los cuales se mejore el desempeño de estos, o bien, se elimine totalmente el uso de platino como electrocatalizador. Por otro lado, también se han realizado avances significativos en la durabilidad de todos los materiales involucrados en la construcción de las pilas de combustible, así como el diseño mecánico-estructural que ha mejorado las eficiencias de las pilas de combustible.

Todos estos avances hacen altamente viable el uso masivo de las celdas de combustible. Sin embargo, los factores principales que han retrasado el uso masivo de las pilas de combustible tienen que ver con el propio combustible.

En primer lugar, el hidrógeno debe de producirse de forma sustentable con energías renovables para que realmente se logre una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero. Hoy en día, el método más común de producción de hidrógeno es por medio de la reformación catalítica de hidrocarburos ligeros como el metano. Este método de producción involucra la liberación de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) o ambos. Cabe mencionarse que hoy en día es tecnológicamente viable la producción sustentable de hidrógeno, aunque las tecnologías sean todavía costosas en comparación con las del reformado catalítico.

En segundo lugar, el hidrógeno producido debe ser transportado, desde el lugar de producción hasta el lugar donde se sitúa el usuario final. Hoy en día los sistemas de distribución de combustibles son mayoritariamente diseñados para líquidos (gasolina o diésel). Por lo que sería necesario la construcción de toda una nueva infraestructura de distribución del hidrógeno como combustible. Esto implicaría un alto costo y, por ende, enfrenta también diversas oposiciones al cambio.

En tercer lugar, el hidrógeno debe ser almacenado de forma barata, eficiente y segura; sobre todo para usuarios finales a baja escala. Hoy en día, grandes industrias químicas y petroquímicas usan hidrógeno en diversos procesos, por lo que cuentan con sistemas de almacenamiento. Pero, aunque estos sistemas constituyen una tecnología madura, no necesariamente serían adecuados para otro tipo de usuarios.

De estos tres problemas el más difícil de resolver es el del almacenamiento de hidrógeno, particularmente para su uso en automóviles.

El combustible hidrógeno

Para entender las complicaciones del almacenamiento de hidrógeno debemos conocer y entender las principales características de este.

El hidrógeno es el elemento químico más abundante del universo, sin embargo, no se encuentra libre en la naturaleza. El agua es el principal reservorio de hidrógeno en nuestro planeta, a partir de este recurso se deberá producir hidrógeno de forma sustentable. 9 Kg de agua contienen aproximadamente 1 Kg de H₂, y esta masa de hidrógeno tiene

una energía equivalente a 2.75 Kg de gasolina. Esto se debe a que el hidrógeno tiene un poder calorífico, por unidad de masa, más alto en comparación con otros combustibles. Sin embargo, el hidrógeno es un gas poco denso a presión y temperatura ambiente, por lo que es necesario comprimirlo de forma importante para alcanzar una densidad energética (capacidad calorífica por unidad de volumen) adecuada. Esto impone requisitos de seguridad y eficiencia para los materiales destinados a contener hidrógeno gaseoso comprimido. Los proyectos de desarrollo actuales de las grandes armadoras de autos, e incluso algunos autos a hidrógeno comercialmente disponibles, implican el uso de tanques con hidrógeno gaseoso que está presurizado entre 350 y 700 atmósferas. A largo plazo este método de almacenamiento de hidrógeno podría ser peligroso. Por tanto, se buscan alternativas al almacenamiento gaseoso del mismo.

El almacenamiento de hidrógeno

Además del almacenamiento gaseoso, el hidrógeno se puede almacenar como líquido (super) enfriado o formando parte de sólidos. El almacenamiento de hidrógeno líquido implica enfriar y mantener frío al hidrógeno a ~ 20 K. Aunque esto es tecnológicamente posible, económicamente este tipo de almacenamiento es costoso y solo accesible para grandes industrias o centros altamente especializados (p. e. la NASA).

El almacenamiento en sistemas sólidos implica que el hidrógeno interactúe con materiales sólidos por medio de adsorción superficial o por medio de la formación de enlaces químicos (hidruros simples o complejos). En la adsorción superficial destacan varias nanoestructuras de carbono y los andamios moleculares que combinan la presencia de estructuras de carbono y centros metálicos (MOF, por sus siglas en inglés). Entre los hidruros simples y complejos destaca el MgH₂, NaAlH₄ y LiBH₄.

El almacenamiento de hidrógeno es considerado el problema fundamental a resolver para que las celdas de combustible a hidrógeno se usen de forma masiva. Sin embargo, a la fecha ningún sistema o material almacenador de hidrógeno cumple al 100 % los requisitos impuestos por el Departamento de Energía (DOE) de los Estados Unidos de Norteamérica.

Entre los requisitos más destacados se pueden enumerar:

i) Que el sistema de almacenamiento de hidrógeno contenga, al menos, 6 % en peso de hidrógeno.

ii) Debe de operar de forma reversible para lograr, al menos, 10 000 ciclos de carga y descarga de hidrógeno.

iii) Las temperaturas y presiones de operación para la descarga de hidrógeno deben ser compatibles con la operación de las celdas de combustible; esto es, de 1 a 5 atmósferas de presión y una temperatura que puede estar entre la temperatura ambiente y hasta ~80 °C.

iv) Las temperaturas y presiones para la carga de hidrógeno en los sistemas de almacenamiento no deben ser excesivas, de modo que sean tecnológicamente viables (particularmente para sistemas de almacenamiento a bordo).

v) Los ciclos de carga y descarga de hidrógeno deben ser equivalentes con los tiempos y rendimiento de los automóviles actuales de gasolina. Es decir, la carga debe realizarse en aproximadamente 5 minutos, mientras que el hidrógeno almacenado (entre 4 y 5 Kg) debe de rendir unos 400 Km, yendo a una velocidad crucero.

Todas estas características implican altas exigencias a los materiales de almacenamiento de hidrógeno. Actualmente se llevan a cabo importantes investigaciones en Ciencia e Ingeniería de Materiales en todo el mundo con el fin de encontrar el material de almacenamiento de hidrógeno adecuado. Esperamos que pronto las celdas de combustible a hidrógeno sean una realidad.

Karina Suarez realizó estudios doctorales en el CINVESTAV, siendo su línea de investigación los electrocatalizadores para pilas de combustible. Realizó una estancia postdoctoral en el HZG, en Alemania, desarrollando materiales de almacenamiento de hidrógeno. Actualmente dirige un grupo de investigación sobre sistemas y materiales de almacenamiento de hidrógeno en la Unidad Morelia del Instituto de Investigaciones de Materiales-UNAM.

Contacto: karina_suarez@iim.unam.mx

Sor Juana Inés de la Cruz: de la grandeza al confinamiento

Lourdes Aguilar Salas

Colegio de Filosofía y Letras
Universidad del Claustro de Sor Juana

m.aguilars@universidaddelclaustro.edu.mx

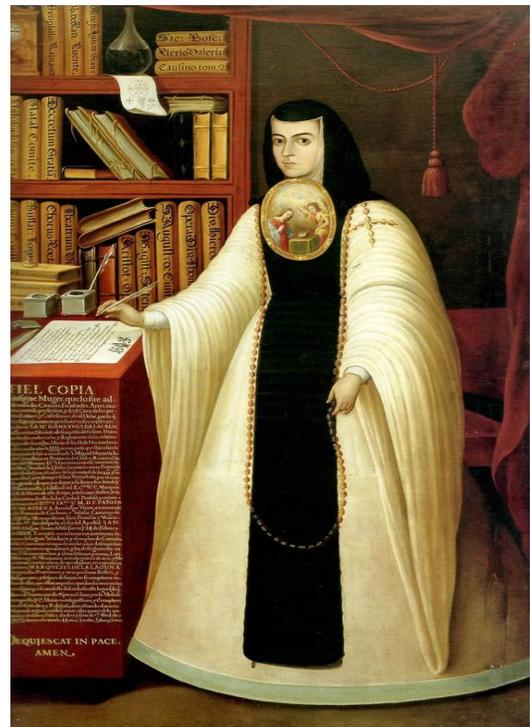
*Pues todos estos **males**
tienen **consuelo** o tienen esperanza...
(Lira 213, Sor Juana Inés de la Cruz).*

Juana Inés de Asvaje y Ramírez: grandeza novohispana

Desde la llegada del conquistador Hernán Cortés en el siglo XVI durante la toma de Tenochtitlán (13 de agosto de 1521) y desde el nacimiento y muerte de Juana Inés de Asvaje en Nepantla en pleno siglo XVII (12 de noviembre de 1648 a 17 de abril de 1695), había pasado más de siglo y medio. Pero ambos, el viejo conquistador y la recién nacida, compartieron paisajes y condiciones naturales de los territorios novohispanos. Vieron, cada uno en su siglo, los dos magníficos volcanes que abarcaban la vista frente a las poblaciones de Chalco, el Popocatepetl y el Iztaccíhuatl. No en balde la toponimia de

la cuna de Juana Inés, “Nepantla”, significa en náhuatl “entre dos volcanes”. Tal parece que no sólo se moverá la vida de esta niña criolla entre dos tierras, España (con toda la herencia cultural) y la Nueva España (con la cultura del mestizaje), de la misma manera estará inmersa en un bilingüismo desde su niñez (el castellano y el náhuatl), tendrá que alternar y elegir entre dos formas de vida (la secular y la religiosa), estará con la presencia y ausencia paterna, el verdadero padre, al que por cierto no conoció, y el patriarca al que dedicó sus estudios por entero, San Jerónimo. Y por si esto fuera poco, desbordará en su figura dos mentalidades, la mujer que buscó la pasión del conocimiento y el libre albedrío del ser humano y la monja que aceptó su condición por más de 25 años en el Convento de San Jerónimo de la muy noble Ciudad de México. Lugar en el que se convirtió en la Décima musa y el Fénix de América. Sitio de gran relevancia para el Imperio Español, por sus grandezas y territorios.

*Sor Juana, fiel a su persona
estuvo **entre el deseo, la pasión y
la obsesión del conocimiento.***



*Sor Juana Inés de la Cruz
Juan de Miranda
Rectoría de la UNAM. Siglo XVIII*

Nota bene.- Con el Conquistador y sus soldados llegaron también las enfermedades que se sumaron a las que ya existían entre los pobladores originarios de territorios mexicanos. La población de blancos y criollos vivían en las ciudades, afuera de las urbes estaban los indios, negros y mestizos. Los más afectados por epidemias, hambre y crisis, por supuesto fueron los indígenas. Entre las enfermedades más fuertes incurables del siglo XVI estuvieron la viruela y la sífilis, pero también azotó la epidemia llamada por los indígenas el “matlazahuatl”, una especie de tifus exantemático (con pústulas en la piel), al que dio por llamarse “tabardillo” por la analogía de las manchas de una plaga que cubría a las plantas y cultivos. Lo cierto es que el término tabardillo procedía desde época medieval pues su etimología remonta al latín medieval: “tabardum” o “tabardus” (especie de capa o túnica para cubrir algo por completo), en este caso la enfermedad se entendía como un mal ulceroso que cubría a las personas como un manto. La misma Sor Juana en sus primeros años en la Nueva España recuerda a los 16 años cuando agradece a la Marquesa de Mancera en un soneto, haberla cuidado en la convalecencia de un tabardillo que amenazó su salud: “la Parca fiera que en seguirme da, quiso asentar por triunfo el mortal pie” (Lírica Personal).

**La mejor forma de honrarla
a 325 años de su muerte
“es leerla y recuperar su obra”.**

Experiencia: de la tierra de los volcanes a la ciudad de los palacios

La pequeña Juana Inés, hija del capitán Pedro Manuel de Asvaje e Isabel Ramírez vivió su primera década entre las poblaciones de Nepantla y Amecameca; lugar que tenía a un lado la hacienda de Panoayan, donde crecerá la niña a la luz, amparo y herencia cultural de su abuelo Pedro Ramírez de Santillana (andaluz de San Lúcar de Barrameda).

A temprana edad concursa en la iglesia del pueblo con una Loa al Santísimo Sacramento (hacia 1656). Pero muy pronto será trasladada a casa de sus tíos de apellido Mata. Para el año 1659 la niña, más bien ya adolescente (de unos 11 años), se encontraba entre los grandes canales y palacios de la urbe.

Pronto también conocerá la vida de la Corte, pues encantan las virtudes de esta jovencita a los Marqueses de Mancera. Sin embargo, la vida no resultó fácil para ella pues se movía entre la orfandad y los inmensos deseos de conocer el mundo cultural de su época.



*Sor Juana en Nepantla.
Recreación, Jorge Sánchez Fernández. S. XX.*

A mayores deseos de libertad, mayores dificultades encontraba Juana Inés. Pasó unos tres meses en la Orden de las Carmelitas descalzas, en el Convento de San José (ingresó un 14 de agosto de 1667) pero salió enseguida por no aguantar los votos y no encontrar lo que ella buscaba, saciar su apetito de conocimiento; además, es aquí donde enfermará por primera vez de tifus. Ella regresa a Palacio, a la Corte, para recibir cuidados del marquesado, sin embargo, se le aconseja entrar a la Orden de las Jerónimas, monjas que seguían la Regla de Santa Paula. De una u otra manera el destino de Sor Juana era el de ser monja y ella misma lo dice en su Respuesta a Sor Filotea, cuando declara al Obispo de Puebla que entró de religiosa a pesar de serle repugnantes muchas cosas,

“mi genio” y una “total negación que tenía al matrimonio”; como deseaba “mi salvación” que eran “de querer vivir sola, de no querer tener ocupación obligatoria que embarazase la libertad de mi estudio, ni rumor de comunidad que impidiese el sosegado silencio de mis libros”. Al respecto, Octavio Paz añade que “el convento no era escala hacia Dios sino refugio de una mujer que estaba sola en el mundo”. ¿Qué quedaba en la vida de esta mujer tan inteligente, culta y con tendencias de artista y sabia?

Sor Juana empieza la vida religiosa en un lugar que favoreció su espíritu literario y su libertad. El convento de San Jerónimo llegó a tener cerca de 80 monjas, en este sitio no faltaba el agua como en otros, tenía todo tipo de celdas, desde las más sencillas a verdaderos estudios, todo esto según la dote y bienes con las que ingresaban las monjas. Se sabe que la celda de Sor Juana tenía dos plantas, una cocina, una biblioteca e incluso un gran espacio para sus colecciones de instrumentos tanto musicales como de medición y de óptica. El convento, además del templo contaba con distintos espacios amplios; solarios, jardines, huertos, patios internos, lavaderos, corrales de aves, etc.



Epidemia “Matlazahuatl”. Advocación a la virgen de Guadalupe. Grabado. José de Ibarra. Siglo XVII.

Hay que recordar que ella ingresa con una sobrina que le sirve de dama de compañía (algunos la han querido ver como sirvienta o esclava) hasta el final de sus días. Pero lo cierto es que vivió en un buen lugar para crecer con todo el saber de su época; espiritual, artístico, científico y humanístico.

Nota bene.- Junto a la grandeza mexicana también se vinieron los males en el siglo XVII. Época de hambrunas, sequías, falta de alimentos, incendios, inundaciones e incluso los primeros amotinamientos de la Nueva España. Las enfermedades compartían las grandezas de la urbe. Se habían construido hospitales. En la ciudad imperial, en México, se erigió el Hospital de San José (primero en su género en América) y se empezaron a hacer otros fuera de la concentración urbana para evitar las propagaciones de epidemias.

Se procuraban los aislamientos, pero no favorecía la poca sanidad debido muchas veces a la falta de agua y baños en las viviendas, así como a los precarios sistemas en el drenaje de la ciudad colonial. En el siglo XVII aún no se tenían vacunas ni antibióticos, eso será producto de la Ilustración en el siguiente siglo que ya no vio Sor Juana. Es una época de pestes y tifus que invadían a la ciudad americana. Los “tifus” de la época deben entenderse con su origen etimológico griego del “tiphos”: “vapores, calores y estupores”. La población empezaba con grandes sopores y calenturas hasta que su cuerpo no aguantaba causando la muerte a las personas o dejando secuelas significativas en el organismo. Además, los tifus de origen casi siempre exantemático, se podían contraer por la falta de higiene y por la convivencia de piojos y pulgas en la vida cotidiana. La ciudad novohispana también se vio infestada de ratas por la cantidad de basura que se generaba en calles y canales.

**Sor Juana, mujer
de su época
y de la nuestra
por su pensamiento
humanístico.**

Experiencia de vida en el Claustro: espíritu y crecimiento de Sor Juana

Después de la experiencia con las carmelitas y de sufrir algunos padecimientos, ya recuperada, bajo la protección de los marqueses de Mancera entra al convento de San Jerónimo (fundado desde 1585); actual Universidad del Claustro de Sor Juana. Entre su ingreso al templo y sus encuentros con la Corte tuvo lugar aquel acontecimiento en el que se dice que ella demostró sus conocimientos y artes ante 40 sabios de la época. Según su biógrafo el Padre Diego Calleja, el virrey contaba que ella se defendió “a la manera que un galeón real se defendería de pocas chalupas, que le embistieran, así se desembarazaba Juana Inés de las preguntas, argumentos y réplicas que tantos, cada uno en su clase, la propusieron...”. La propia Sor Juana recrea el asombro que causaba su personalidad precoz desde la infancia, en renglones de la Respuesta a Sor Filotea de la Cruz: “de manera que cuando vine a México, se admiraban, no tanto del ingenio, cuanto de la memoria y noticias que tenía en edad que parecía que apenas había tenido tiempo para aprender a hablar”.

Era el año 1669 y un 24 de febrero Juana Inés hace la Profesión de fe y clausura en San Jerónimo. Jura los votos de pobreza, castidad, obediencia y clausura. El enclaustramiento, lejos de lo que se piense, favoreció la vida de quien llevara, a partir de ese momento, el nombre célebre de Sor Juana Inés de la Cruz. En el convento Sor Juana encontró lo que buscaba. Su época era de mucha vigilancia para las mujeres, quienes no podían decidir su futuro. Ellas, en la sociedad española y novohispana, dependían de la protección de un varón, ya fuera el padre de familia, el hermano, el marido, incluso el hijo. Faltando alguna de estas figuras masculinas siempre estaba la posibilidad de un Padre confesor. Este no fue el caso de Sor Juana, pese a lo que se piense. Ella tuvo el ejemplo de su madre, quien tomó las riendas de la hacienda cuando su padre las abandonó. Ella se movió en un ambiente con *don de mando* por parte de las mujeres que había visto en su natal hacienda y, al parecer, en su vida no recurrió a hombre alguno para tomar decisiones. Se sabe, no obstante, que un capitán pagó su dote de ingreso al convento. Los hombres con quienes batalló Sor Juana y con quienes, de alguna manera, se doblegó al final de sus días, fueron sus confesores, hombres que mantenían altos cargos eclesiásticos. Su forma de pensar, actuar y escribir le trajeron graves consecuencias al final de su vida.



*Sor Juana en la cocina. Detalle.
Jorge Sánchez Hernández. Siglo XX.*

El confinamiento de Sor Juana como mujer, monja y persona sucederá en el propio convento en el que había crecido y madurado.

Sin embargo, Sor Juana sí encontró mucho de lo que deseaba aquí en el templo, desde niña, actividades como leer ciencias y artes, escribir poesía, hacer cuentas y cálculos numéricos y sobre todo experimentar con el conocimiento de los números, la observación de los astros en el cielo, la música y sus armonías e incluso descubrir las filosofías de cocina tal y como lo relata en la Respuesta a *Sor Filotea de la Cruz*: “¿Pues qué os pudiera contar, Señora, de los secretos naturales que he descubierto estando guisando?.. Si Aristóteles hubiera guisado, mucho más hubiera escrito”.

***Defensora de las
mujeres en una época
de tendencias
opresoras masculinas.***



DECIMAS DIA M. SOR JANA INES DIA CRTI QVE DEMVSTRAN EL DECOROSO ESPEVZIO D LA RAZON CONTRA LA VII TIRANIA D VN AMOR VIOLENTO Y MANIFESTAN LA LUCHA QVE CONTRA LAS PASIONES LIBRA EL ESPIRITU CONTINENTE.

En dos partes dividida
Luce el Alma en dos mundos
una que vive a lo físico
y otra a lo espiritual
Quiera ser contemplativa
o que se quiera ocupada
en el mundo cada una
tiene su fin y su vida
y cada una tiene su
bien y su mal y su vida
y su fin y su vida
y su fin y su vida

La monja
Jorge Sánchez
Siglo XX. México.

De esta manera Sor Juana tuvo al menos unos 20 años de vida en progreso constante, dentro del convento, antes del declive y el silencio final que luego le llegará. Sor Juana vivió en San Jerónimo de 1669 a 1695. Un cuarto de siglo que le permitió crecer entre los muros del convento, pero trascender los “muros de la Patria mía”, como bien señalara el poeta Quevedo del mismo siglo barroco de la musa mexicana.

Pero, ¿qué es lo que cambia el destino de Sor Juana?, ¿qué sucedió en ese Claustro que le permitió escribir sus grandes comedias de teatro, autos sacramentales y gloriosos sonetos? ¿Cuáles son las circunstancias que llevaron a la monja a vivir sus últimos años en el confinamiento y la soledad?

Debe decirse, antes de entrar en sus últimos años de vida, que los logros se sucedían unos a otros ya que Sor Juana no era una simple monja, era una mujer que había ejercido la vida de escritora en ese grandioso siglo del barroco español junto con nombres extraordinarios de la época como fueron Félix Lope de Vega, Pedro Calderón de la Barca y Don Luis de Góngora. Recordemos un poco de su trayectoria para entender la curva del éxito y el descenso.

Sor Juana, después de varios sonetos, romances, lirás y décimas, empieza a perfilarse como la gran escritora que ya era. Escribe y prepara el famoso Arco Triunfal para la llegada de los nuevos virreyes: *Neptuno Alegórico* (1680), la monja tenía alrededor de 30 años y se encontraba en la cumbre de la escritura femenina. Posteriormente estrena la comedia de *Los empeños de una casa* (1682), siete años después llega la otra gran comedia, *Amor es más laberinto* (1689) y sale en Madrid su obra magnánima bajo el nombre de *Inundación Castálida*. Casi de inmediato, su gran auto sacramental *Divino Narciso* (1690). Este año empieza a detenerse el reloj de Sor Juana, pues después de varias disertaciones orales entre Sor Juana y el Clero masculino, obviamente, decide poner en claro varios de sus cuestionamientos al mandato que había escrito el jesuita y Padre, Antonio de Vieira en Portugal. A esta carta ensayística se le conoce como la *Carta Atenagórica* (puesto este sobrenombre sin consentimiento de la escritora). Este fue el punto máximo, no de su escritura (porque continuó al menos dos años más), sino de sus logros y triunfos.

**Buscadora siempre
de la verdad,
el conocimiento
y la grandeza de la escritura.**



Historia
Cuarto grado



**Atlas de Geografía
del Mundo**
Quinto grado

*Libros de Texto Gratuitos de Primaria (curso 2019-2020).
Muralismo mexicano. Secretaría de Educación Pública.*

A partir de la *Carta Atenagórica* (la gota que derramó el vaso) se dejaron venir todas las críticas fuertes y misóginas contra la monja. Se le acusaba de dedicarse a escrituras teológicas no apropiadas para una mujer, que debería estar entregada a lo meramente religioso sin descuidar las labores de las mujeres. Se le criticó terriblemente el hecho de dedicarse a la literatura y a la escritura. De esta manera, en el año 1691 fue criticada y presionada por el obispo de Puebla, Manuel Fernández de Santa Cruz, quien le escribió una carta amonestándola. Es por lo que ella se da a la tarea de escribir una respuesta al obispo (quien había firmado con nombre de Sor Filotea).

La *Respuesta a Sor Filotea de la Cruz* (1691) hoy representa el camino idóneo para ilustrar cada periodo de la vida de Juana Inés, narrada por ella misma con la esencia de toda una vida. Desde la niña nacida frente a los volcanes hasta las experiencias de la joven que se convirtió en gran mujer en San Jerónimo.



*El examen, Jorge Hernández Sánchez.
Siglo XX. México (1926-2016).*

Experiencia de muerte en el Claustro: confinamiento, silencios obligados y renuncia

¿Qué ocurre los últimos años en la vida de Sor Juana?

La presión que siente Sor Juana es tremenda por parte de sus confesores, quienes se convirtieron realmente en sus detractores; pero ella trata de continuar su vida literaria, todavía para el año siguiente de la *Respuesta a Sor Filotea*, está estrenando los famosos *Villancicos a Santa Catarina* (1692), mismo año en que se publica también en Sevilla el *Segundo Volumen de Sor Juana Inés de la Cruz*, obra que incluye el gran poema filosófico y literario *Primero Sueño*. Del que la propia Sor Juana anunció en la *Respuesta* que lo único que había escrito por propio gusto era “*un papelillo que llaman El Sueño*”.



UNIVERSIDAD DEL
CLAUSTRO DE SOR JUANA

En fin, que el *segundero* se detiene en el año de 1692 con todas las publicaciones que dieron a la monja su gran lugar en las Letras, en el orbe hispánico y hasta la fecha. Pero viene el periodo más negro y oscuro en la vida de la monja. Para el año de 1693 piden, exigen, mandan a Sor Juana que venda sus objetos personales de toda índole, joyas, obsequios, instrumentos de Óptica y Física y, lo peor, que se deshaga de sus libros, ya que tendrá que firmar la renuncia a todo bien mundano para dedicarse plenamente a la condición religiosa. Como si no bastaran todos los años y experiencias de vida que Sor Juana había dejado en San Jerónimo.

Un año antes de su muerte, en 1694 Sor Juana había vendido y renunciado a todo lo material y firma con su propia sangre la Confesión y renuncia. Por eso se habla de los silencios de Sor Juana, la jerónima desde 1691 había confesado en la *Respuesta a Sor Filotea* su amor, inclinación y dedicación a las letras. Ella no tuvo descanso alguno debido a la persecución dentro del convento que hicieron los hombres prelados que la interpelaban día y noche.



*Monja coronada al morir. Quizá de la orden Carmelitana por su postura de humildad. (s/autor ni Fuente de origen).
Cfr. Museo del Virreinato en México.*

Probablemente el año más largo en la vida de Sor Juana, mujer que había gozado del confort de su celda, sus raros objetos y colecciones y de sus cuatro mil amigos (sus libros), ahora se ve tristemente en la depresión de no tener ni en donde escribir ni el para qué. Hay posturas encontradas al respecto, se dice que Sor Juana escribió hasta el último de sus días y hay quien dice que ya no fue capaz de dejar más líneas y versos. Situación difícil de discutir en estos momentos.

**Ella sufrió su
epidemia y sus
propios
confinamientos
por expresar su
libre espíritu.**

Ya en años anteriores habían llegado a San Jerónimo tifus y otras epidemias. Sin embargo, la peste que pondrá fin a la vida de la monja y a algunas de sus hermanas fue la de la primavera de 1695, que al parecer ocurrió dentro del convento. Sor Juana misma, desde que inició el año de 1695, había anotado en el *Libro de Profesiones de San Jerónimo* el nombre de cinco monjas que perdieron la vida antes que ella, entre los meses de enero a abril del mismo año; después de ella mueren otras cuatro más. De esta manera se puede pensar que ella sí sabía del deterioro de la salud de sus hermanas jerónimas. ¿Podía haber abandonado el convento? Pregunta difícil, también, de contestar. Será en el *Libro de Profesiones* y en los *Diarios* de la época (Guijo) donde tendrá que indagarse mucho más para así no hacer elucubraciones, tal y como demuestra Guillermo Schmidhuber de la Mora en su *Crónica verdadera de la muerte de Sor Juana Inés de la Cruz* (abril 2020). Queda pendiente la tarea de conocer más del desarrollo de epidemias en la ciudad colonial, la situación especial de renuncia a los bienes que se había quedado la iglesia y el renombre y lugar que ella siempre ocupó, a pesar de los castigos que recibiera un año atrás.



Sor Juana. Litografía S.XX. Recreación de Nogueira.

Así se encuentra Sor Juana en el año de 1695, en medio de la soledad, el silencio, la falta de sus libros y sus pertenencias, castigada y tachada por el Clero cuando llega la peste al convento de San Jerónimo, epidemia que sería mortal. Hay quien piensa que la peste sí estaba fuera de la ciudad colonial; otros han dicho que fue propia del convento. Más allá de estas disertaciones, lo que sí se sabe es que Sor Juana cae pronto presa de los males de la epidemia durante al menos tres días. Pudo haber experimentado, entre otros males, fuertes dolores musculares, fiebres altas, dolores de pecho y de cabeza, y en su caso, si se trató de tífus exantemático, tuvo también que padecer erupciones de piel intensas. Todas estas suposiciones frecuentes en los padecimientos de tífus también tendrían que aclararse. Lo que sí es conocimiento general es que después de tres días muy graves, Sor Juana se debilitó por completo y el domingo 17 de abril de 1695 murió a los 47 años. Dejó la vida para quedar en el recuerdo inmortal de un convento, una ciudad colonial, una nación mexicana naciente y sobre todo en el orbe de las musas literarias. De sus bienes y pertenencias del testamento se ha dicho que se pudo aprovechar el Arzobispo Aguiar e Seijas.

Sor Juana, mujer, monja y escritora, se confinó en el convento —la confinaron—, sus cuarentenas fueron largas y quizá solo faltaba el punto de la epidemia para pasar al pico de su propia existencia. Lo que sí se puede pensar, con el espíritu de Sor Juana, es en aquella frase que escribe en su carta al padre Antonio Nuñez de Miranda: “¿Solo a mí me estorban los libros para salvarme?”.

No deja de ser curioso cómo en esta primavera de 2020 nos acercamos y nos acordamos más de la *Décima musa* por cierta empatía en nuestra situación actual de estar dando el frente a las nuevas epidemias o pandemias, los virus que vienen a recordarnos que en cualquier momento nos puede llegar el término de lo preciso. Sirvan estas reflexiones para acercarnos al mundo de Sor Juana, leyendo y tratando de entender cada uno de sus versos:



Retrato de Sor Juana Inés de la Cruz
Miguel Cabrera. 1750. Oleo sobre lienzo (207 x 150 cm)
Museo Nacional de Historia. Castillo de Chapultepec.

**En perseguirme, Mundo
¿qué interesas?
¿En qué te ofendo,
cuando sólo intento
poner bellezas
en mi entendimiento
y no mi entendimiento
en las bellezas?**

Nota bene.- Pestes y tifus, enfermedades todas infecto-contagiosas en los conventos de la Nueva España. Las epidemias que llegaban a los conventos eran las mismas que estaban tras los muros del convento. A pesar de ser lugares de aislamiento y recogimiento, bastaba con cualquier contacto o intromisión para que los brotes se expandieran relativamente fácil en las comunidades enclaustradas. Podría compararse con los actuales albergues y sitios para la ancianidad.

De la misma manera no ayudaba la condición y edad de las monjas, algunas tenían enfermedades crónicas por los años vividos en el encierro, tales como: infecciones gastrointestinales y de garganta, sarampión, infecciones en la piel (erisipelas), parálisis musculares (apoplejías), cegueras, epilepsias (crisis convulsivas) y palpitaciones por desnutrición o exceso en los ayunos. Se suma la situación de la mujer enclaustrada que no puede ser visitada por hombres. Se necesitaba que en verdad enfermaran gravemente para tener la visita del barbero (el que hacía sangrías) o cirujano (el médico). Cuando una monja recibía la visita de un médico tenían una serie de precauciones, se tocaba la campana con un plañido largo de manera especial para que todas se guardaran en sus celdas, sólo podían acompañar a la enferma durante la consulta al menos dos hermanas del convento. Si la situación ponía en riesgo la vida de la monja, las hermanas rezaban en el templo oraciones y saluciones para la mejoría de la enferma o bien para el eterno descanso de la hermana quien tendría que recibir del sacerdote los santos óleos. Además de los remedios médicos se seguían otros de tradición conventual, tales como los preparados en el convento de Regina Coelli y de otros de la época: agua de rosas, aguas de hierbas expectorantes (orozuz), hierbas para sudar (borrajas), trociscos de alcaparra, ungüento de manzana, cilantrillo, jarabes e infusiones. Si todo esto no funcionaba también tenían velas especiales “para el bien morir”.

San Jerónimo, primavera 2020



Epidemias en la Nueva España Cocolixtli (especie de fiebre Hemorrágica). Códice Florentino

Referencias

Sor Juana Inés de la Cruz. Obras completas I. Lírica personal, edición, prólogo y notas de Alfonso Méndez Plancarte, México, FCE, 1995 [1951].

Sor Juana Inés de la Cruz o las trampas de la fe. Obras completas. T 5. Edición del autor. Octavio Paz. México. FCE. 1993.

Historia de la vida cotidiana en México, II La ciudad barroca. Dirigida por Pilar Gonzalbo Aizpuru, coordinación por Antonio Rubial, México, El Colegio de México-FCE, 2005.

Sor Juana Inés de la Cruz. Ecos de mi pluma. Antología en prosa y verso, edición de Martha Lilia Tenorio, México, Penguin Random House, 2018.

“Crónica verdadera de la muerte de Sor Juana Inés de la Cruz”. Por Guillermo Schmidhuber de la Mora, en *Inundación Castálida*, Revista de la Universidad del Claustro de Sor Juana, Núm. 14. Pp. 92-103. Abril 2020.

“Sor Juana en el Claustro: a 40 años. Confieso que hemos vivido” por Lourdes Aguilar Salas, en *Inundación Castálida*, Revista de la Universidad del Claustro de Sor Juana, Núm. 14. Pp. 26-31. Abril 2020.

SARS-CoV-2, un desafío global en Salud

Eduardo López Ortiz y Geovani López Ortiz

Subdivisión de Medicina Familiar, Facultad de Medicina
Universidad Nacional Autónoma de México,
Ciudad Universitaria, Coyoacán, CDMX

geovani.lorz@fmposgrado.unam.mx

Antecedentes

Los registros arqueológicos de los primeros *Homo sapiens* datan de hace 315 000 años [1]. Desde ese entonces y hasta mediados del siglo XIX, la esperanza de vida de la humanidad no era mayor a 29 años; actualmente, cerca de 30 países tienen una esperanza de vida de más de 80 años [2]. Uno de los factores que influyó para este importante cambio fue la concepción de que el surgimiento y desarrollo de las enfermedades no era resultado de generación espontánea o aspectos cosmogónicos, sino que existían agentes causales responsables de transmitir diversas enfermedades, a esta propuesta se le conoce como “teoría del germen” y fue formulada por Louis Pasteur en 1876 [3]. Posterior a ello, los postulados de Robert Koch establecieron una relación etiológica entre los microorganismos y las enfermedades infecciosas [4], estas observaciones abrieron una ventana de estudio a los agentes etiológicos más letales que se conocen en la naturaleza y que en más de una ocasión han puesto en serio peligro a la humanidad: **los virus**.

Los virus son parásitos intracelulares obligados, de tal manera que fuera de las células son inertes y requieren de la maquinaria de transcripción de las células hospederas para poder reproducirse. Desde hace décadas se propuso que el origen de los virus era más antiguo que el de los primeros seres vivos que habitaron nuestro planeta. Se había establecido que, debido a su capacidad de infectar células de los tres dominios de la vida (Archaea, Bacteria y Eukarya) y a la existencia homóloga de virus de ARN en Eukarya y Bacteria, estos microorganismos pudieron haber existido antes del último antepasado en común, o LUCA (Last Universal Common Ancestor), en un mundo previo a los albores de la vida conocido como mundo de ARN-Proteína el cual, de acuerdo a diversos especialistas, se remonta a 4 200 millones de años atrás [5][6]. Sin embargo, y a la luz de nuevas investigaciones, estas propuestas han perdido poco a poco vigencia. A la fecha se sabe que muchos virus pudieron tener un origen en las etapas tempranas de la vida celular [7], pero debido a su dinamismo molecular estos han surgido incontables veces a través de múltiples eras geológicas.

Las diversas clasificaciones para los virus tienen que ver con su morfología, método de replicación y composición química (Figura 1). Se ha señalado que debido a la gran diferencia que existe entre ellos, muy probablemente tengan un origen polifilético (esto es, que provienen de diversas líneas virales originadas de manera independiente). Es muy probable que los virus de ARN y ADN (dos de los principales grupos virales que existen) hayan tenido orígenes distintos [5].

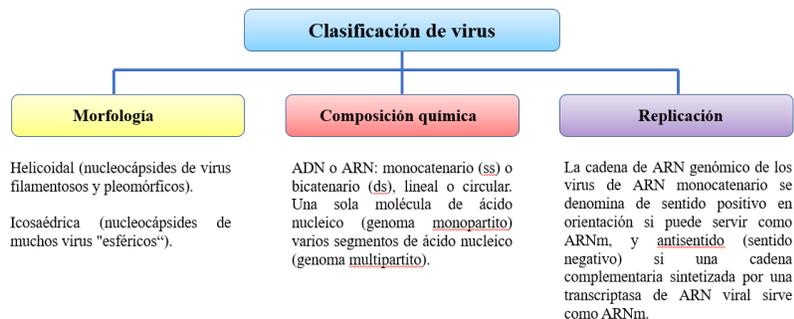


Figura 1. Clasificación de los virus de acuerdo a su morfología, composición química y replicación [8]

Existe toda una taxonomía para clasificar a los virus. Estos se pueden agrupar en diferentes niveles jerárquicos de orden, familia, subfamilia, género y especie [9]. La diversidad de los diferentes tipos de virus es tan grande que es mucho mayor a la de muchos otros organismos; muestra de ello es la existencia de virus con genomas que pueden ir desde los 2 hasta los 25 000 genes [10] [8].

SARS-CoV-2 como agente etiológico

Actualmente se conocen más de 130 tipos de virus diferentes capaces de provocar enfermedades en seres humanos, muchos de ellos son virus zoonóticos (caracterizados por poder transmitirse entre animales y seres humanos). Entre los más conocidos se encuentran el virus del ébola, VIH, rabia, zika, entre otros (Tabla 1). En diciembre del año 2019, China reportó al mundo el surgimiento de un patógeno desconocido causante de neumonías atípicas en Wuhan, provincia de Hubei. En enero de 2020 se logró identificar y secuenciar una nueva cepa de virus de la familia Coronaviridae, el nombre actual de este coronavirus es SARS-CoV-2, debido a la similitud que tiene con el coronavirus del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV) y con el cual comparte el 82 % de identidad en su secuencia genómica.

El nombre de la enfermedad que produce el SARS-CoV-2 se conoce como COVID-19 [11][12][13].

Hasta la fecha se han reportado cuatro tipos de coronavirus, mismos que se han agrupado de acuerdo con las letras griegas α , β , γ y δ . Los dos primeros comparten la capacidad de infectar, principalmente, órganos blanco de vías respiratorias en humanos, por lo que pueden producir resfriados y síndromes respiratorios como el de Oriente Medio (MERS-CoV) y el SARS-CoV [11]. Se ha señalado que existe una fuerte evidencia para considerar que todos los coronavirus que afectan a los seres humanos provienen de los murciélagos. Las partículas de los coronavirus miden entre 80 y 160 nm y su material genético está contenido en una hebra de ácido ribonucleico de 27 a 32 kb [15].

El inicio de la pandemia

El 14 de enero de 2020, quince días después de que China notificara a la OMS la existencia de un agente etiológico causante de neumonías atípicas, se confirmó oficialmente el primer caso de SARS-CoV-2 fuera de China (en Tailandia). El 22 de enero de este mismo año se confirmó la transmisión de este patógeno entre personas, incrementando el grado de preocupación por parte de la OMS. Hacia el 30 de enero se contabilizan 7 818 casos confirmados en todo el mundo; 82 de ellos en 18 países distintos a China. Ese día se emitió la declaratoria de riesgo mundial alto. El 11 de marzo (debido a la inacción de ciertos gobiernos alrededor del mundo y al avance tan grande que ha tenido el número de casos a escala global) la OMS determinó que esta nueva enfermedad constituía una pandemia [15]. A la fecha en que se concluyó este escrito (5 de mayo del año 2020) han sido reportados casos en todo el mundo, con millones de personas infectadas y decenas de miles de muertos a causa de COVID-19 [16] (véase la Tabla 2).

Sus síntomas pueden incluir la manifestación de los siguientes cuadros, juntos o independientes: fiebre, tos, dolor de cabeza, dificultad para respirar y dolor muscular; en algunos casos se puede presentar dolor de garganta, rinorrea, cefalea y confusión durante unos días antes de que inicie la fiebre. Esto hace suponer que la fiebre es un factor importante en la manifestación de la enfermedad pero que no es determinante en su surgimiento ni progresión. Los cuadros de neumonía son variables en su manifestación, progresión y severidad.

Virus	Género Familia	Hospedero	Transmisión	Enfermedades
Chikungunya	Alphavirus, Togaviridae	Humano, monos, mosquitos	Zoonosis, mordida de artrópodo	Fiebre, artralgias
Dengue	Flavivirus, Flaviviridae	Humano, mosquitos	Zoonosis, mordida de artrópodo	Fiebre hemorrágica
Ébola	Ebolavirus, Filoviridae	Humano, monos, murciélagos	Zoonosis, contacto	Fiebre hemorrágica
Epstein-Barr	Lymphocryptovirus, Herpesviridae	Humano	contacto, saliva	Mononucleosis
Hantavirus	Hantavirus, Bunyaviridae	Humano, roedores	Zoonosis, orina, saliva	Síndrome renal o respiratorio
Hepatitis B	Orthohepadnavirus, Hepadnaviridae	Humano, Chimpancés	Contacto sexual, sangre	Hepatitis
Herpesvirus Humano 7	Roseolovirus, Herpesviridae	Humano	respiratorio, contacto	Lesiones en la piel
Virus de Inmunodeficiencia Humana	Lentivirus, Retroviridae	Humano	Contacto sexual, sangre	SIDA
Rabia	Lyssavirus, Rhabdoviridae	Humano, mamíferos	Zoonosis, mordida de animal	Encefalitis fatal
Viruela	Morbilivirus, Paramyxoviridae	Humano	respiratorio	Fiebre, erupciones cutáneas
Zika	Flavivirus, Flaviviridae	Humano, monos, mosquitos	Zoonosis, mordida de artrópodo	Fiebre, artralgia, erupciones cutáneas

Tabla 1. Virus humanos y patologías asociadas.

Tomado de *Viral Zone Expaty* [14]

La presencia de disnea surge alrededor de ocho días después del inicio de la enfermedad [17].

Posición global	País	Total de casos	Total de muertes	Total de recuperados
1	Estados Unidos	1,257,420	72,271	200,628
2	España	250,561	25,613	154,718
3	Italia	213,013	29,315	85,231
4	Reino Unido	194,990	29,427	No determinado
5	Francia	170,551	25,531	52,736
6	Alemania	167,018	7,143	135,100
7	Rusia	155,370	1,415	19,865
8	Turquía	129,491	3,250	73,285
9	Brasil	115,455	7,938	48,221
10	Irán	99,970	6,340	80,475
11	China	82,883	4,633	77,911
22	México	26,025	2,507	16,810
Casos totales a escala global: 3,726,076				
Muertes totales a escala global: 258,370				
Recuperados totales a escala global: 1,244,811				

Tabla 2. Numeralia de la pandemia ocasionada por SARS-CoV-2 (05/mayo/2020, 21:00 horas tiempo de México)[16]

Transmisión

Se ha determinado que la principal forma de transmisión y propagación del virus es de persona a persona, a través de gotas pequeñas que son expulsadas cuando personas infectadas hablan, tosen o estornudan. Un factor importante en su transmisión es la cercanía que pueden tener dos personas. Se ha estimado que a una distancia menor o igual a 1.8 metros existen posibilidades reales de contagiarse, si se está cerca de una persona infectada sin la protección adecuada. Las gotas pequeñas que son expulsadas (y que llevan una carga viral) pueden entrar en contacto con la boca, nariz y ojos de personas sanas e iniciar una cadena de transmisión. El tiempo que transcurre entre la infección y la manifestación de los primeros síntomas ocasionados por el SARS-CoV-2 oscila entre los 2 y los 14 días, con un promedio de 5 días [17][18]. Un importante factor para tomar en cuenta es la propagación del virus a través de personas que, a pesar de estar infectadas, no presentan síntomas; en este sentido se ha establecido que hasta un 80 % de personas que han sido infectadas por este virus pueden ser asintomáticas. De ahí la necesidad urgente de diversos países para realizar la mayor cantidad de pruebas posibles en la población y así determinar el índice de personas infectadas, que no presentan síntomas pero que son potenciales focos de infección. El número promedio de casos nuevos que genera un caso de coronavirus

a lo largo de su período infeccioso (R_0) oscila entre 2.24 y 3.58. Esto indica que un paciente que tiene SARS-CoV-2 (y dependiendo de diversos factores) puede potencialmente infectar, en promedio, de 2 a 4 personas [19].

Otro mecanismo de transmisión que es muy importante contemplar es la propagación del virus a través del contacto con superficies u objetos contaminados. De acuerdo con los Centros de Control de Enfermedades y Prevención (CDC por sus siglas en inglés) es posible que una persona pueda llegar a infectarse al momento de tocar superficies que tengan virus y luego se toque la boca, nariz u ojos [18]. Se ha reportado que, en determinadas superficies y condiciones, el SARS-CoV-2 puede llegar a mantenerse activo hasta por 14 días [20].

Prevención y tratamiento

Debido a que hasta la fecha no hay un tratamiento efectivo contra el SARS-CoV-2, la estrategia más útil para limitar su propagación radica en prevenir *redes de contagio* y esto será viable solo si dimensionamos el valor del conocimiento científico en su manejo, así como en la capacidad de colaboración que tengamos como especie.

Dentro de las recomendaciones que existen para evitar su propagación destacan [21][22]:

- ✓ Es necesario el uso de cubrebocas al salir de casa, independientemente del lugar donde uno transite. No usarlo en posibles lugares de contagio (como transporte público, sitios de trabajo, tiendas o supermercados) aumenta de manera importante el riesgo de contraer COVID-19.
- ✓ Evitar el contacto cercano con sujetos que padecen infecciones respiratorias agudas.
- ✓ Lavarse las manos con frecuencia, especialmente después del contacto con personas infectadas y con su entorno.
- ✓ Evitar el contacto sin protección con animales de granja o animales salvajes. Asimismo, se recomienda lavado de después de estornudar, al preparar e ingerir alimentos y después de usar el baño.

- ✓ Evitar saludar de mano, abrazo o beso a las personas. Es preferible un saludo a distancia o el saludo de *codo contra codo*.
- ✓ Las personas con síntomas de infección aguda de vías respiratorias deben mantenerse a distancia, cubrirse la boca al toser o estornudar con pañuelos desechables (asegurarse de tirarlos a la basura en un bote que tenga tapa) y lavarse las manos.
- ✓ No se aconseja el uso de guantes de látex para las tareas comunes.
- ✓ Cuando se realicen compras, limpiar la canastilla o el carro del supermercado con solución a base de alcohol al 70 % o cloro al 1 % antes de utilizarlo. Inmediatamente después de llegar a casa, realizar un lavado de manos, así como de todos los objetos que se hayan adquirido en tiendas, tianguis, mercados o supermercados con las soluciones descritas.
- ✓ En sitios sin mucha ventilación y que existan conglomerados de gente constante (por ejemplo, los supermercados o el transporte público) utilice, además de cubrebocas, careta de plástico o gafas.
- ✓ Las personas inmunocomprometidas deben evitar las reuniones públicas.
- ✓ La estrategia más importante consiste en lavarse las manos con frecuencia y usar desinfectante de manos portátil. Evitar el contacto con la cara y la boca después de interactuar con un entorno que esté posiblemente contaminado.
- ✓ Evitar tocarse la cara, especialmente nariz, boca y ojos, particularmente después de tocar superficies de contacto frecuente como dinero, perillas, apagadores, barandales y materiales de sujeción del transporte público.
- ✓ Cuidar su salud mental. Si existe la oportunidad de estar confinado en casa, hacer llamadas a la gente que es importante del entorno familiar o social, leer, escuchar música, realizar alguna actividad física y comer sanamente.

Debido al impacto que ha tenido el COVID-19 en la actualidad, se han realizado intentos para tratar esta enfermedad utilizando medicamentos que originalmente fueron desarrollados para otros fines, entre los que destacan: antimaláricos, antibióticos usados para el tratamiento de infecciones de transmisión sexual, antivirales contra el ébola,

influenza y hepatitis C, así como transfusiones de plasma de pacientes recuperados de la enfermedad [23][24][25][26][27]. Desafortunadamente, no existe a la fecha un candidato que haya demostrado ser eficaz ante la complejidad de esta enfermedad y la crisis de salud por la que atraviesa la humanidad.

Si bien existe una gama de posibles blancos y tratamientos para ser desarrollados contra COVID-19, como son los anticuerpos monoclonales (diseñados especialmente para actuar en blancos celulares o moleculares específicos), vacunas usando vectores virales, así como la modificación genética para tratar enfermedades incurables [28][29][30], el éxito para su contención, hasta este momento de la historia, depende de las mismas estrategias diseñadas hace un siglo para contener el brote de influenza de 1919: distanciamiento físico e higiene continua [31].

Los proyectos de investigación para el desarrollo de vacunas van a marchas forzadas, con la esperanza de lograr (en meses) lo que regularmente se ha realizado en años. Distintos grupos de trabajo están invirtiendo cantidades importantes de recursos humanos y dinero en el desarrollo de diversas vacunas con el propósito de cambiar este escenario pandémico a mediano plazo [32][33].

Consideraciones generales

COVID-19 es una enfermedad nueva con una repercusión sin precedente en la época actual. Existen múltiples aspectos que se desconocen respecto a su propagación, efectos, impacto en diversos órganos y sistemas, así como el impacto real en los sistemas de salud de países menos avanzados económicamente. Nuestra capacidad de colaboración es la herramienta más importante con la que contamos frente a esta pandemia.

Mientras científicos de todo el mundo están trabajando para encontrar una cura o vacuna, los gobiernos e industrias deben establecer condiciones que permitan la reducción de los riesgos biológicos, económicos y sociales para la población; esta última debe trabajar de forma activa para romper las cadenas de transmisión del virus, reduciendo la sobrecarga de los sistemas de salud a través del distanciamiento físico (no distanciamiento social), con el propósito de que estas medidas tengan un impacto importante en la prevención y en el manejo de esta enfermedad [22].

Sitios de interés

- ✓ <https://coronavirus.gob.mx/>
- ✓ <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/index.html>
- ✓ <https://www.insp.mx/nuevo-coronavirus-2019/mitos-realidades-covid-19.html>
- ✓ <https://www.paho.org/es/tag/enfermedad-por-coronavirus-covid-19>

Referencias

1. Callaway E. Oldest Homo sapiens fossil claim rewrites our species' history. *Nature*. 2017.22114.
2. WHO | World Health Organization [Internet]. [citado el 2 de mayo de 2020]. Disponible en: http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/mbd/life_expectancy/atlas.html
3. Carter KC. THE DEVELOPMENT OF PASTEUR'S CONCEPT OF DISEASE CAUSATION AND THE EMERGENCE OF SPECIFIC CAUSES IN NINETEENTH-CENTURY MEDICINE. *Bulletin of the History of Medicine*. 1991;65(4):528–48.
4. Van Helvoort T. History of Virus Research in the Twentieth Century: The Problem of Conceptual Continuity. *Hist Sci*. 1994;32(2):185–235.
5. Forterre P. The origin of viruses and their possible roles in major evolutionary transitions. *Virus Research*. 2006;117(1):5–16.
6. Joyce GF. The rise and fall of the RNA world. *New Biol*. 1991;3(4):399–407.
7. Araujo AL. Origen y evolución de los virus: ¿genes errantes o parásitos primitivos? 2010;13. *Mensaje Bioquímico*. UNAM.
8. Simmonds P, Aiewsakun P. Virus classification – where do you draw the line? *Arch Virol*. 2018;163(8):2037–46.
9. Gelderblom HR. Structure and Classification of Viruses. En: Baron S, editor. *Medical Microbiology* [Internet]. 4th ed. Galveston (TX): University of Texas Medical Branch at Galveston; 1996 [citado el 2 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8174/>
10. Abergel C, Legendre M, Claverie J-M. The rapidly expanding universe of giant viruses: Mimivirus, Pandoravirus, Pithovirus and Mollivirus. Filloux A, editor. *FEMS Microbiology Reviews*. 2015;39(6):779–96.
11. Palacios Cruz M, Santos E, Velázquez Cervantes MA, León Juárez M. COVID-19, una emergencia de salud pública mundial. *Revista Clínica Española*. 2020;S0014256520300928.
12. Díaz-Quiñonez JA. et al., Emergence of novel coronavirus SARS-CoV2 in China and the response in Mexico. *Gac Med Méx*. 2020;156(2):3826.
13. Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19) [Internet]. [citado el 3 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>
14. Human viruses table ~ ViralZone page [Internet]. [citado el 2 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://viralzone.expasy.org/678>
15. COVID-19: cronología de la actuación de la OMS [Internet]. [citado el 3 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/detail/27-04-2020-who-timeline--covid-19>
16. [LIVE] Coronavirus Pandemic: Real Time Counter, World Map, News [Internet]. [citado el 3 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=NMre6IAAAIU>
17. Tu Y-F, Chien C-S, Yarmishyn AA, Lin Y-Y, Luo Y-H, Lin Y-T, et al. A Review of SARS-CoV-2 and the Ongoing Clinical Trials. *IJMS*. 2020;21(7):2657.
18. CDC. Enfermedad del coronavirus 2019 (COVID-19) - Contagio [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention. 2020 [citado el 3 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/how-covid-spreads.html>
19. Zhao S, Lin Q, Ran J, Musa SS, Yang G, Wang W, et al. Preliminary estimation of the basic reproduction number of novel coronavirus (2019-nCoV) in China, from 2019 to 2020: A data-driven analysis in the early phase of the outbreak. *International Journal of Infectious Diseases*. 2020;92:214–7.
20. Chin AWH, Chu JTS, Perera MRA, Hui KPY, Yen H-L, Chan MCW, et al. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *The Lancet Microbe*. 2020;S2666524720300033.
21. Cascella M, Rajnik M, Cuomo A, Dulebohn SC, Di Napoli R. Features, Evaluation and Treatment Coronavirus (COVID-19). En: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 [citado el 5 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554776/>
22. Advice for public [Internet]. [citado el 5 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>
23. Shen C, Wang Z, Zhao F, Yang Y, Li J, Yuan J, et al. Treatment of 5 Critically Ill Patients With COVID-19 With Convalescent Plasma. *JAMA*. 2020;323(16):1582.
24. Gao J, Tian Z, Yang X. Breakthrough: Chloroquine phosphate has shown apparent efficacy in treatment of COVID-19 associated pneumonia in clinical studies. *BioScience Trends*. :2.
25. Cao Y, Deng Q, Dai S. Remdesivir for severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 causing COVID-19: An evaluation of the evidence. *Travel Medicine and Infectious Disease*. 2020;101647.
26. Gautret P, Lagier J-C, Parola P, Hoang VT, Meddeb L, Mailhe M, et al. Hydroxychloroquine and azithromycin as a treatment of COVID-19: results of an open-label non-randomized clinical trial. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 2020;105949.
27. Wang Z, Yang B, Li Q, Wen L, Zhang R. Clinical Features of 69 Cases With Coronavirus Disease 2019 in Wuhan, China. *Clinical Infectious Diseases*. 2020;ciaa272.
28. Lu R-M, Hwang Y-C, Liu I-J, Lee C-C, Tsai H-Z, Li H-J, et al. Development of therapeutic antibodies for the treatment of diseases. *J Biomed Sci*. 2020;27(1):1.
29. Ura T, Okuda K, Shimada M. Developments in Viral Vector-Based Vaccines. *Vaccines*. 2014;2(3):624–41.
30. Wirth T, Parker N, Ylä-Herttua S. History of gene therapy. *Gene*. 2013;525(2):162–9.
31. Soper GA. THE LESSONS OF THE PANDEMIC. *Science*. 1919;49(1274):501–6.
32. Tse LV, Meganck RM, Graham RL, Baric RS. The Current and Future State of Vaccines, Antivirals and Gene Therapies Against Emerging Coronaviruses. *Front Microbiol*. 2020;11:658.
33. novel-coronavirus-landscape-ncov.pdf [Internet]. [citado el 5 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/blueprint/priority-diseases/key-action/novel-coronavirus-landscape-ncov.pdf>



Estella
Lora 2012

Arte y plástica de este número

Estrella Peña

(Ciudad de México 1947)

Griselda Armendáriz

Estrella Peña inició su carrera artística de forma autodidacta a partir del contacto con diversos materiales especializados para artistas, mismos que expedía en un negocio particular en el Centro Histórico. Comenzó a experimentar con ellos, no sólo técnicamente, sino emocionalmente, alternando así el trabajo creativo con la responsabilidad de la crianza y sustento económico de tres hijos.

Ingresó en 1985 a la Escuela Nacional de Artes Plásticas, ENAP, de la UNAM. Sus diversas exigencias familiares le impidieron concluir ahí su formación, no así, la necesidad de expresarse a través del lenguaje visual. Durante cuatro décadas, esta prolífica artista ha producido más de 300 obras, principalmente con grafito, pero también pintado con óleo, al temple, con tinta y lápices de colores en lienzos; utilizando diferentes tipos de papel, cerámica, muebles de madera, cuerpos humanos y diversas superficies. Su obra es íntima y autobiográfica; también aborda temas relacionados con la discriminación racial y la vejez. Actualmente, y ya en un respiro de vida, se ha avocado a resignificar parte de la iconografía artesanal tradicional hidalguense.

Su trabajo ha sido expuesto en recintos universitarios, culturales, espacios independientes y en galerías como la José María Velasco de la UNAM, la estación Centro Médico del Sistema de Transporte Colectivo Metro y en el Centro Histórico de San Juan del Río.

Peña ha incursionado en el retrato. En algunos toca el *dolor* en un grito, en otros abraza la *dulzura* de la infancia. Un grupo más toca la representación del cuerpo femenino, transformado y sobredimensionado al grado de la desesperación última. Estrella Peña es una artista controvertida y transgresora de los cánones culturales. La creadora pone énfasis en el dolor más profundo hasta lacerar los sentimientos humanos.

Quien mira su trabajo no puede permanecer inalterado por la crudeza con la que Estrella muestra la problemática femenina y la condición humana en general.

La artista ha caminado varios años buscando la identidad de género. Su trabajo no evoca ni sugiere, sino que es directo y profundo. Toma, por ejemplo, íconos totalmente reconocibles, como aquellos del sufrimiento de Jesucristo crucificado, y con ellos nombra visualmente el dolor femenino: coronas de espinas, grilletes, cruces, cuerpos sin rostro (o bien, rostros con máscara), serpientes en lugar de pelo. Seres fantasmales que rondan un cuerpo despojado del todo. En la historia de la pintura es recurrente la figura de *la musa* o la del modelo inspirador por su belleza; aquí, la pintora es su propio modelo. Un cuerpo con memoria, pliegues, lágrimas, siempre repletos de vida; así son los desnudos de Peña: sujetos de su propia historia. Los habitantes del mundo imaginario que esta artista propone parecen sobreponerse a sí mismos y nos revelan las múltiples personalidades contenidas dentro de nuestra propia humanidad: no sabemos si la obscuridad de sus ojos pertenece al individuo o a su máscara. En otros momentos, el cuerpo se transforma al grado de convertirse en esculturas antiguas. Los simbólicos arlequines y payasos acompañan la dualidad de las historias.

Ella reconoce la calidad del papel a tuestas, usa yemas de huevo para sintetizar sus pigmentos y pintar al temple, prepara sus propios bastidores, aplica la laca de sus marcos. Entre olores de solventes, químicos varios y polvo de grafito pasa días enteros dibujando, lentamente y al ritmo que sus ojos lo permitan. Con la paciencia de los alquimistas y la escrupulosidad de las brujas medievales, Estrella, en su casa-taller, se sienta frente una gran lupa, extensión de sus ojos y con la cual se permitirá violentar la textura del papel. Deslizándolo el carboncillo encuentra aquellas pequeñas luces que darán forma a esa introspección de lo que significa ser humano y de lo que significa ser mujer. La dualidad que lleva consigo el negro carbón y el blanco papel sobre el que dibuja Estrella, es parte de su naturaleza misma: sus ojos, después de muchas operaciones, apenas alcanzan a ver lo necesario para crear. Su casa es luminosa e irradia belleza, las paredes están llenas de soles, lunas, botellas transparentes, objetos curiosos, artesanía, libros de arte, buena música, flores, colores. Existe un continuo movimiento dentro de su vida cotidiana; siempre renovando las atmósferas que le rodean. Su carácter es todofestivo, más no exento lágrimas.

En plena era digital, Estrella sigue creando como parte de un acto liberador y transformador de todos aquellos materiales que toca con una intensa luz propia.

Vea su trabajo en las páginas: 1, 2, 7, 10, 15, 23, 29, 33, 41, 77, 79, 80, 81 y 90.





Sabella
Bona 2009



Materiales de apoyo a la docencia

Física y radio-actividad

Karen Rubí Gutiérrez Romero
y Marco Antonio Méndez Moreno

Radio-Nuclear Team México

radio.nuclearteam@gmail.com

A principios de este año nace el equipo de divulgación científica estudiantil Radio-Nuclear, en nuestra vecina Facultad de Ciencias de la UNAM.

Sus jóvenes integrantes cursan, ambos, la licenciatura en Física. Marco está convencido de que las aplicaciones de la Física Nuclear y la Física de Radiaciones son lo suyo, su sueño es poder trabajar en un hospital, aportando su conocimiento en Radioterapia y Seguridad Radiológica.



Karen –Rubik, para sus amigos– es una apasionada de la física nuclear; su sueño es dedicarse a la Seguridad Radiológica o a la Industria de Reactores Nucleares. Desde la secundaria le llama la atención la astrofísica y las ciencias en general, ha sido facilitadora en el Universum, igual que Marco, y pertenece al equipo multidisciplinario de divulgadores, grupos y asociaciones que organizan la Feria de la Cosmonáutica.

Ellos comparten con nosotros los siguientes *retos* que pueden utilizarse como material de apoyo a la docencia y como material de difusión científica.

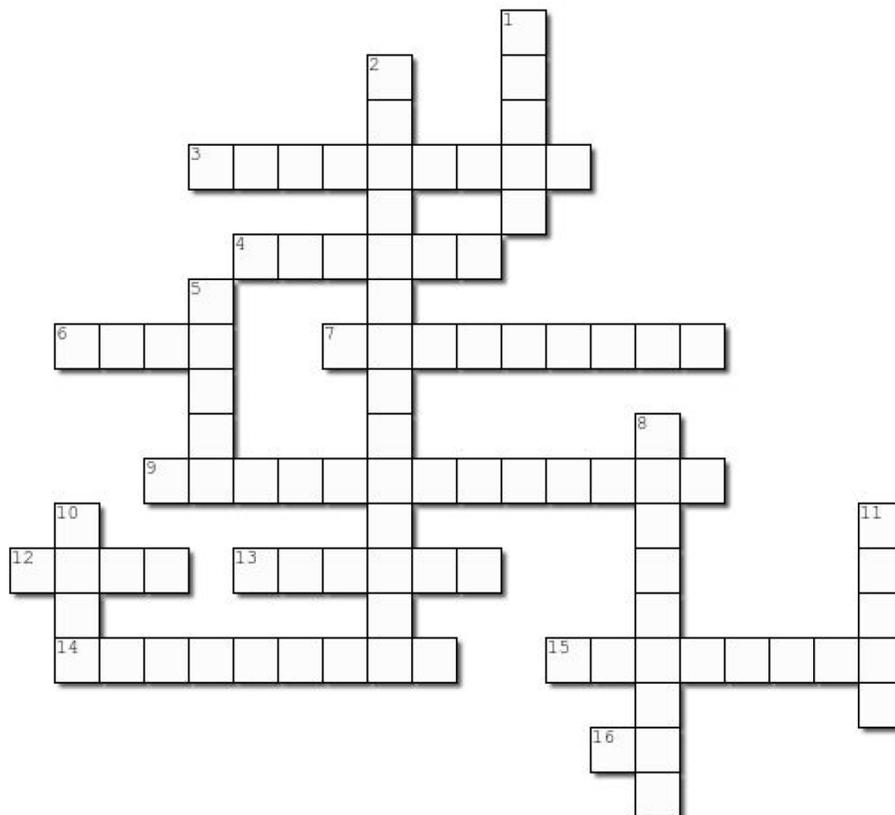
Radio -Nuclear Team



- | | |
|---------------|-------------|
| Actividad | Alfa |
| Becquerel | Beta |
| Curie | Electrones |
| Fotones | Ionizante |
| Neutrones | Radiación |
| Radiactividad | RadioNúcleo |
| Radón | RayosGamma |
| RayosX | VidaMedia |



Núcleo-Reto



Horizontal

Vertical

<p>3.- Tiempo en que la actividad radiactiva de un núcleo se reduce a la mitad. (Son dos palabras juntas).</p> <p>4.- Es la fuerza nuclear responsable de que los neutrones y protones puedan estar unidos en el núcleo.</p> <p>6.- Estas partículas son núcleos de átomos de Helio.</p> <p>7.- Es una unidad con la que se puede medir la radiación.</p> <p>9.- Es una transformación nuclear espontánea.</p> <p>12.- Dentro de este laboratorio mexicano se usan elementos radiactivos para datar objetos.</p> <p>13.- Son fotones que provienen de las capas electrónicas de los átomos.</p> <p>14.- Es el número de transformaciones nucleares que ocurren en un segundo.</p> <p>15.- En estos cinturones se concentran partículas cargadas eléctricamente.</p> <p>16.- Número de normas oficiales mexicanas en materia nuclear.</p>	<p>1.- Es la fuerza nuclear responsable de la transformación de un protón en un neutrón y viceversa.</p> <p>2.- Es la capa referida al espesor de blindaje necesario para reducir la intensidad de radiación a la mitad.</p> <p>5.- Son fotones muy energéticos que provienen del núcleo atómico.</p> <p>8.- Este elemento radiactivo se utiliza para datar objetos orgánicos.</p> <p>10.- Estas partículas son electrones aunque también pueden ser electrones con carga positiva (positrones).</p> <p>11.- Es el órgano regulador en materia legal respecto a todo lo involucrado con radiación ionizante en México</p>
--	---

¡Salva a Marie Curie del Radio-Laberinto!

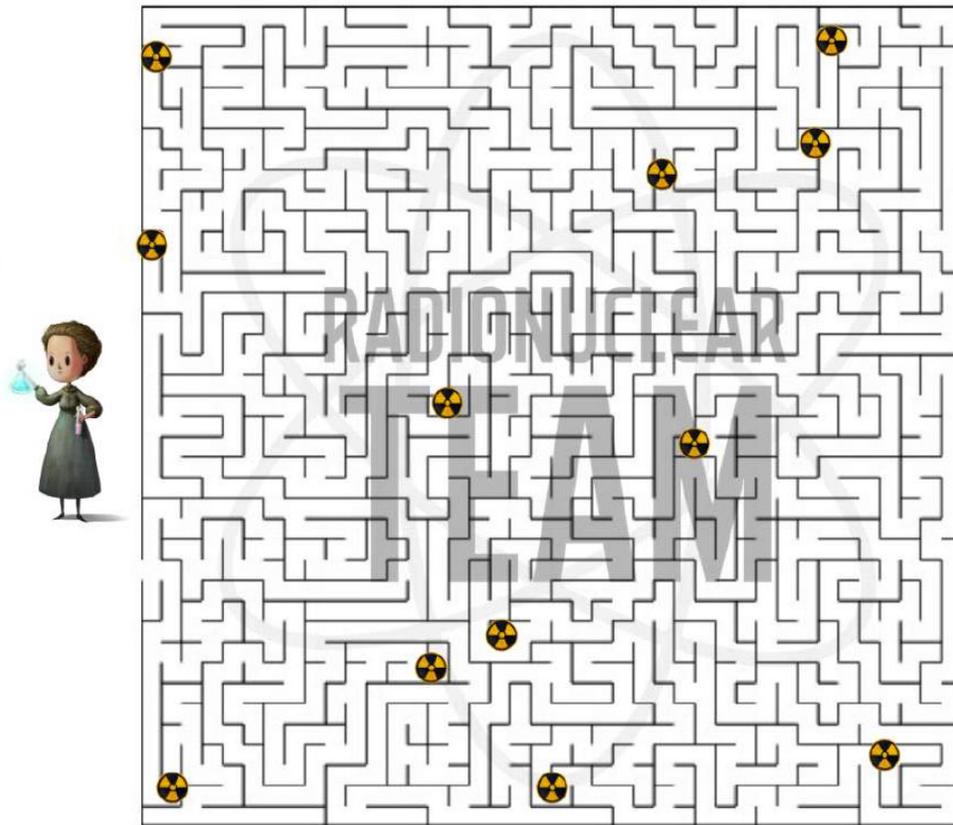
Evita las **fuentes radiactivas** y llega al final del laberinto, para que Marie y Pierre estén juntos de nuevo.

Recuerda seguirnos en todas nuestras redes sociales para convertirte en un **Radio-Núcleo**.

 @radionuclearteam

 radio.nuclearteam

 Radio-Nuclear Team



Materiales de apoyo a la docencia

Métricas para la incidencia social

Astron Martínez

Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM
colectivodivu@gmail.com



Recibimos el año con pésimas noticias en materia de Género, equidad, justicia social y Derechos Humanos. Me ahorraré ser específico en cuanto a lo sucedido en violencia de género y abuso sexual universitario por el que atravesamos. No es la primera vez que esto sucede, ni en nuestro país ni en nuestra casa de estudios, pero sí fue la primera vez que la indignación resultante culminó en paros y manifestaciones (que tuvieron cobertura mediática a nivel nacional).

También hay buenas noticias. Este fue el año de las movilizaciones sociales por los derechos de las personas afrodescendientes (y el primer año que se pregunta al respecto en el censo poblacional del Instituto Nacional de Estadística y Geografía). El paro del 9 de marzo *Un día sin mujeres* fue más visible que nunca. Existió visibilización (¡institucional!) de la diversidad sexual durante el mes del orgullo LGBTI+ y es la primera vez que la Facultad de Química incluye Estudios de Género entre sus materias optativas.

Tenemos, pues, esfuerzos y buenas intenciones. No todo está ganado, pero se está empezando a ganar. Este es el momento justo para reflexionar sobre cómo podemos incidir desde nuestras trincheras. Como personas de ciencia, debería saltar a nuestra vista que hace falta algo básico y que nos compete a quienes nos dedicamos a las Ciencias Naturales y Exactas (y que pasa muchas veces desapercibido para quienes también hacemos activismo); esto es, **medir**. Particularmente, medir cuantitativamente: ¿cuántos?, ¿cuántas?, ¿cuáles?, ¿dónde?, ¿qué tanto? Todo esto en materia de Género, inequidad, nivel socioeconómico, diversidad sexual, drogas, derechos de las mujeres, Derechos Humanos, estigmas, discriminación, cultura científica, pseudociencias...

¿Cómo se relaciona la Ciencia y qué puede hacer la divulgación científica con los temas sociales actuales? La incidencia social será científica o no será. Los problemas complejos requieren soluciones transdisciplinarias.

Pongo a su disposición la última versión del instrumento que he trabajado y perfeccionado durante los últimos cuatro años. En 2019, la asociación civil que presido realizó un levantamiento de encuestas masivo (N=1643) en eventos de divulgación científica, grupos escolares y con población vulnerada y grupos focales diversos. Se realizó en ambientes urbanos, en estados de la república como Morelos, Hidalgo y Michoacán y con poblaciones indígenas, como en el caso de Chiapas. Cuenta con preguntas originales –que se preguntan por primera vez en un estudio de esta magnitud–, así como con preguntas y reactivos validados que pueden servir para comparar resultados y que fueron tomados de la Encuesta Nacional sobre Discriminación 2010; Encuesta Nacional de Consumo de Drogas, Alcohol y Tabaco 2016-2017, y la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México 2017.

Haga un ejercicio personal de reflexión y autocrítica mientras lee los sensibles indicadores que elegí para este instrumento. Utilice las preguntas, juntas o separadas, para medir percepción o para cuantificar con la Escala de Conocimientos Fácticos (al principio del cuestionario) dentro de los cursos universitarios que usted imparta; pregúntele directamente a sus colegas y equipo de trabajo y pregúntese a usted mismo. Llegue a sus propias conclusiones. Compare sus resultados con los nuestros y con aquellos obtenidos a nivel nacional. Los nunca inocentes números desvelan las percepciones sociales subyacentes en nuestra realidad cotidiana.

¡Gracias por tomarte el tiempo de responder! (tiempo aprox. 15 min)

Encuesta confidencial realizada por la Asociación Civil DiVU para fines científicos, mayor información en www.divu.mx

Edad: _____ años

Sexo: _____

Lugar en donde vives (municipio o alcaldía, Estado): _____

	Cierto	Falso	No sé
La Tierra da la vuelta al Sol en un mes.			
Es lo mismo comer pan que tortilla, en términos nutrimentales.			
El rayo láser trabaja por el enfoque de ondas sonoras.			
Algunos números son de la suerte.			
Durante el último año he leído mi horóscopo o consultado mi carta astral.			
La heterosexualidad es parte de la diversidad sexual.			
Los primeros humanos vivieron en la misma época que los dinosaurios.			
Al menos cinco mexicanos han ganado el premio Nobel.			
Los antibióticos sirven para tratar enfermedades causadas tanto por virus como por bacterias.			
Los hombres homosexuales tienen menos testosterona que los heterosexuales.			
Toda la radioactividad está hecha por el ser humano.			
El gen del padre es el que decide si el bebé es niño o niña.			
El centro de la Tierra es muy caliente.			
He convivido con personas que usan drogas.			

	Cierto	Falso	No sé
Los electrones son más pequeños que los átomos.			
Todo el oxígeno que respiramos proviene de las plantas.			
Existe el premio Nobel de matemáticas.			
Durante el último año he utilizado drogas.			
He convivido con personas con discapacidad.			
He convivido con gays, lesbianas, bi o transexuales.			
Es peligroso convivir con personas que tienen VIH.			
Los refrescos de dieta (light) son malos para la salud.			
Es mejor calentar la comida en la estufa que en el microondas.			
Tengo internet en mi hogar (diferente a la conexión móvil del celular).			

¿Cuántos cuartos se usan para dormir en tu hogar? _____ ¿Cuántos baños completos (regadera y excusado) hay en tu hogar? _____



¿Cuántos autos tienen en tu hogar? _____ ¿Cuántas personas mayores de 14 años (que viven en tu hogar) trabajaron en el último mes? _____



Actualmente tú: Trabajas. Estudias. Ninguna de las dos.

IMPORTANTE: 1) ¿Cuál fue el último año de estudios que aprobó en la escuela el jefe o jefa de tu hogar?:

- Sin instrucción o preescolar. Primaria incompleta. Primaria completa. Secundaria incompleta. Secundaria completa.
 Bachillerato incompleto. Bachillerato completo. Licenciatura incompleta. Licenciatura completa. Posgrado.

2) Te sientes atraído erótico, sexual y afectivamente: Solo hacia hombres. Solo hacia mujeres. Hombres y mujeres. Hacia nadie.

3) Correo electrónico o teléfono (opcional): _____

Continúa atrás.





<i>En esta sección te pedimos que nos indiques qué tan de acuerdo, o en desacuerdo, estás con las siguientes afirmaciones:</i>	 Muy de acuerdo	 De acuerdo	 En desacuerdo	 Muy en desacuerdo	No sé
La ciencia tiene una imagen muy negativa para la sociedad.					
La población lésbico, gay, bisexual, trans e intersexual (LGBTI) tiene una imagen muy negativa para la sociedad.					
La población de personas con capacidades diferentes (discapacidad) tiene una imagen muy negativa para la sociedad.					
Las personas que utilizan drogas tienen una imagen muy negativa para la sociedad.					
Las personas con tatuajes o perforaciones tienen una imagen muy negativa para la sociedad.					
Estaría dispuesto a permitir que en mi casa vivieran personas con alguna discapacidad.					
En una pareja en la que la mujer gana más dinero que el hombre, ella le pierde el respeto al hombre.					
Es positivo para la sociedad que esté compuesta por personas con diferentes orientaciones o preferencias sexuales.					
La gente de ciencia es responsable de los malos usos que otras personas hagan de sus descubrimientos.					
Estaría dispuesto a permitir que en mi casa vivieran personas que utilizan drogas.					
El arte es útil.					
Estaría dispuesto a permitir que en mi casa vivieran personas homosexuales.					
Las personas que utilizan drogas tienen una imagen muy negativa para la sociedad.					
Permitiría que mi pareja tuviera relaciones sexuales con otras personas.					
¿Qué tan de acuerdo o en desacuerdo estás con que una mujer pueda abortar si lo desea?					
Debe ser permitido a los científicos la investigación que causa daño y dolor a los animales, como perros y chimpancés, siempre que produzca beneficios a la salud de los seres humanos.					
Existen medios adecuados para el tratamiento de enfermedades que la ciencia no reconoce (acupuntura, quiropráctica, homeopatía, limpias).					
Muchas mujeres son violadas porque provocan a los hombres.					
A las parejas de mujeres lesbianas se les debería permitir adoptar niños.					
En algunas ocasiones se justifica pegarle a una mujer.					
El gobierno no debería intervenir cuando un marido maltrata a su mujer, pues ese es un asunto privado de familia.					
Debido a sus conocimientos, los investigadores científicos tienen un poder que los hacen peligrosos.					
La interrupción voluntaria del embarazo (aborto) debería ser legal en todo el país.					

Marca el número de la siguiente **escala de bisexualidad** que describa mejor tus prácticas sexuales:

0 Sólo tengo prácticas heterosexuales	1	2	3 Tengo prácticas homo y heterosexuales por igual	4	5	6 Sólo tengo prácticas homosexuales
--	---	---	--	---	---	--

No he tenido prácticas sexuales.



¿Cuántas veces tienes sexo, en promedio, en dos meses? _____ ¿Te encuentras saliendo con alguien? _____

¿Con cuántas personas diferentes tienes sexo en dos meses? _____

Elige una:

- La orientación sexual viene determinada desde el nacimiento o antes.
- La orientación sexual se desarrolla gracias a las experiencias de vida o el entorno.

IMPORTANTE Me identifico como: Gay Lesbiana Bisexual Persona Trans
 Heterosexual Otro: _____

¿Cuáles de las siguientes drogas has utilizado y con qué frecuencia? ¿En tu opinión, qué tan peligrosas son?

Sustancias	Uso personal					Peligrosidad				
	Nunca la he probado	La he probado alguna vez en la vida	Una vez al año	Una vez al mes	Una vez a la semana o más	No es dañina	Es algo dañina	Es muy dañina	Es mortal	No la conozco
Chocolate										
Café										
Alcohol										
Azúcar										
Solventes o inhalables (monas)										
Tachas (éxtasis, MDMA)										
Anfetaminas (Cristal)										
Marihuana										
Cocaína y/o Crack										
Tranquilizantes (como pastillas para dormir)										
Tabaco										
Alucinógenos (LSD, hongos...)										
Poppers										
Pastillas para bajar de peso ¿Cuáles?										
Antidepresivos ¿Cuáles?										
Otra: ¿Cuál? _____										



Estelito
Pena 2008