



# CIENCIA UANL

Revista de divulgación científica y tecnológica  
de la Universidad Autónoma de Nuevo León

marzo-abril 2023



Año 26,  
Número 118  
marzo - abril 2023

ISSN: 2007-1175



Año 26, número 118

Una publicación bimestral de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Dr. Santos Guzmán López  
Rector

Dr. Juan Paura García  
Secretario general

Dr. Juan Manuel Alcocer González  
Secretario de investigación científica y desarrollo tecnológico

Dr. Guillermo Elizondo Riojas  
Director Ciencia UANL

Melissa Martínez Torres  
Editora

Consejo Editorial

Dr. Sergio Estrada Parra (Instituto Politécnico Nacional, México) /  
Dr. Miguel José Yacamán (Universidad de Texas, EUA) / Dr. Juan Manuel Alcocer González (Universidad  
Autónoma de Nuevo León, México)/  
Dr. Bruno A. Escalante Acosta (Instituto Politécnico Nacional, México)

Redes y publicidad: Jessica Martínez Flores  
Diseño: Monserrat Montes Canul

Correctora de inglés: Georgina Cerdá Salvarrey  
Corrección: Luis Enrique Gómez Vanegas

Asistente administrativo: Claudia Moreno Alcocer  
Portada: Francisco Barragán Codina  
Webmaster: Mayra Silva Almanza

Ciencia UANL Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Año 26, N° 118, marzo-abril de 2023. Es una publicación bimestral, editada y distribuida por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación. Domicilio de la publicación: Av. Manuel L. Barragán 4904, Campus Ciudad Universitaria, Monterrey, N.L., México, C.P. 64290. Teléfono: + 52 81 83294236. Editora responsable: Melissa Martínez Torres. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2021-060322550000-102. ISSN: 2007-1175 ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Licitud de Título y Contenido en trámite. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: 1437043.

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Prohibida su reproducción total o parcial, en cualquier forma o medio, del contenido editorial de este número.

Publicación indexada al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, LATINDEX, CUIDEN, PERIÓDICA, Actualidad Iberoamericana, Biblat.

### COMITÉ ACADÉMICO

#### CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. Lourdes Garza Ocañas  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS EXACTAS

Dra. Ma. Aracelia Alcorta García  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dra. María Julia Verde Star  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS NATURALES

Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS SOCIALES

Dra. Veronika Sieglin Suetterlin  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dra. María Idalia del Consuelo Gómez de la Fuente  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Carlos Gilberto Aguilar Madera  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

### COMITÉ DE DIVULGACIÓN

#### CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. Gloria María González González  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS EXACTAS

Dra. Nora Elizondo Villarreal  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dr. Hugo Bernal Barragán  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS NATURALES

Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS SOCIALES

Dra. Blanca Mirthala Taméz Valdés  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dra. Yolanda Peña Méndez  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Héctor de León Gómez  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

# ÍNDICE

## 6 EDITORIAL



8

### CIENCIA Y SOCIEDAD

¿Utopía o distopía? Una lectura de las sociedades en la cuarta revolución industrial a través del proyecto japonés Sociedad 5.0 y la serie *Teen Regime*

Yunuen Ysela Mandujano-Salazar



16

### OPINIÓN

Las pseudociencias y la COVID-19

Diana Caballero-Hernández, Alejandra Arreola-Triana, Cristina Rodríguez-Padilla



24

### EJES

Estudiando la ionósfera terrestre mediante el Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

Esmeralda Romero Hernández, Amanda Salas Navarro

30

### SECCIÓN ACADÉMICA

Acciones para el ahorro de energía eléctrica en la pequeña y mediana industria: una retrospectiva

Azucena Escobedo I, Claudia Correa S, Francisco Godínez

Mentorías entre mujeres investigadoras para prevalecer en la ciencia

Herlinda Fabiola Venegas García, Hortensia Brito Vega

31

36

40

### CURIOSIDAD

Las plantas: una estrategia para prevenir la erosión del suelo

Thais Correa de Assis, Laura Sánchez-Castillo

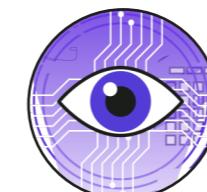


46

### CIENCIA DE FRONTERA

Construir trabajo interdisciplinario desde la inteligencia artificial. Entrevista a la doctora Dora-Luz Flores

María Josefa Santos Corral



56

### SUSTENTABILIDAD ECOLÓGICA

Mujeres en el impulso y sostenibilidad de la ciencia

Pedro César Cantú-Martínez



64

### CIENCIA EN BREVE

De contaminación y tesoros galácticos

Luis Enrique Gómez Vanegas



72

### COLABORADORES

# 118

## EDITORIAL

### 8M TRASCENDENCIA DE LA MEMORIA

DOI: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl26.118-1>



**LUZ VERÓNICA GALLEGOS CANTÚ\***

**E**l Día Internacional de la Mujer fue proclamado por primera vez en 1975 por las Naciones Unidas, y coincidió con el que fuera anunciado como el Año Internacional de la Mujer. Dos años después, la Asamblea de esa organización declaró el 8 de marzo como fecha conmemorativa de la lucha de las mujeres para vivir en condiciones de igualdad, ejerciendo libremente sus derechos. La oficialización del 8M se vincula con la evocación de múltiples hechos históricos que tuvieron lugar en diversos puntos del planeta, y que convergen en la búsqueda del reconocimiento de los derechos políticos, económicos y sociales de las mujeres.

La relevancia de que fechas como ésta sean marcadas en el calendario radica en la necesidad de hacer visibles las condiciones de vida de las mujeres, tomando en cuenta su diversidad y la heterogeneidad de los entornos en los que se desenvuelven. Poner el foco en las formas como se manifiestan las desigualdades ha sido fundamental para la generación de proyectos transformativos. Así pues, la exposición de las problemáticas es nuclear, pero su posterior análisis en vías de resolución es el motivo de dicho planteamiento. Puesto que se trata de un tema social y cultural, es investigado desde las ciencias humanas y sociales que se sostienen en un compromiso ético-político por parte de quienes los llevan a cabo.



Año tras año son actualizados los datos que revelan avances en términos de ocupación de espacios por parte de las mujeres: escolarización, cargos políticos, reformas en materia legislativa, protocolos para denunciar violencias de género. Cuarenta y ocho años de políticas y acciones afirmativas suscitan cambios observables y es importante inscribirlos en una línea del tiempo visible para todas las personas. Pero también es primordial agudizar la mirada, puesto que la gestación de un mundo pacífico y sostenible requiere del trabajo cotidiano. En esto, las universidades públicas desempeñan un rol esencial debido a su responsabilidad para con la sociedad en la que se encuentran: el registro de

cada huella marcada a partir de un movimiento que se renueva constantemente es tarea ineludible.

Es conveniente pactar acciones colaborativas en el presente, para que las próximas generaciones sean capaces de reconocer lo que tantas mujeres han logrado a partir de prácticas conscientes y trayectorias constantes en pos de una vida digna. La memoria es un rasgo de fortaleza, misma que se requiere para continuar andando senderos en una ciencia en defensa de la libertad, la igualdad y la vida. El contenido de este número de *Ciencia UANL*, dedicado a las Mujeres en la Ciencia, es un paso más del camino que se sigue recorriendo.

\* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.  
Contacto: [luz.gallegoscnt@uanl.edu.mx](mailto:luz.gallegoscnt@uanl.edu.mx)

# ¿Utopía o distopía?

Una lectura de las sociedades en la cuarta revolución industrial a través del proyecto japonés Sociedad 5.0 y la serie *Teen Regime*

DOI: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl26.118-2>

Yunuen Ysela Mandujano-Salazar\*

<https://orcid.org/0000-0003-4794-6584>

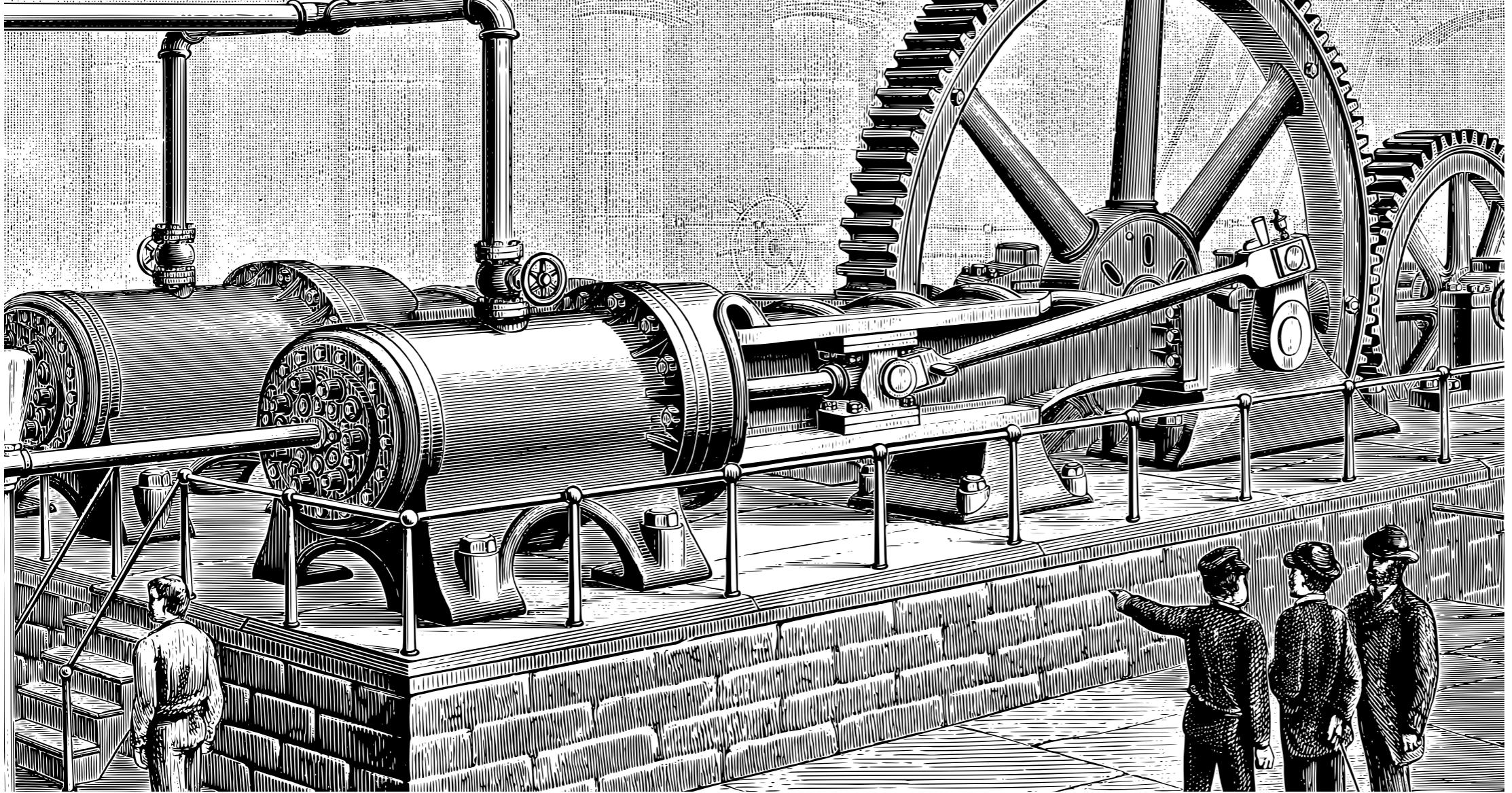
\* Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, México.

Contacto: [yunuen.mandujano@uacj.mx](mailto:yunuen.mandujano@uacj.mx)



Una sociedad en la que el primer ministro es elegido por inteligencia artificial (AI, por sus siglas en inglés), donde la ciudadanía tiene voz y voto sobre las distintas decisiones y proyectos que les atañen en tiempo real, permitiéndoles eliminar rígidas estructuras de poder y tomar decisiones democráticamente para el bien común, esto es Utopi-AI en el año 202X, la ciudad japonesa representada en la serie de ficción *Teen Regime* (Kurube, 2022), producida y distribuida global y gratuitamente por la televisora japonesa NHK.

Este escenario no parece tan alejado de la realidad y no es raro que sean los medios japoneses los que presentan dicha historia. En la segunda década del siglo XXI, las tendencias económicas e industriales a nivel mundial están siendo determinadas por la cuarta revolución industrial. El objetivo de este artículo es presentar las principales características del proyecto japonés *Sociedad 5.0* propuesto en este contexto y, a partir de la revisión de los principales elementos narrativos de *Teen Regime*, destacar las potenciales dificultades y temores sociales que involucra transitar a una sociedad regida por la AI.



## LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES

Se ha llamado revolución industrial a aquellos procesos en los cuales convergen innovaciones en tecnología y fuentes de energía que impactan las comunicaciones, la logística de producción y la movilidad. Éstas generan variaciones sistemáticas aceleradas no sólo en la producción y formas de trabajo, también en la cotidianidad de las personas, en lo que se espera de ellas en el desarrollo económico social.

La Revolución Industrial, la primera de este tipo, inició en Europa en el siglo XVIII, propagándose por el mundo hasta el siglo XIX. Se caracterizó por la aplicación de la energía del vapor a motores y maquinaria, lo que permitió la mecanización de procesos en las industrias clave de la época, así como a medios de transporte –como trenes y barcos–, y facilitó la movilidad de personas, materiales y mercancías entre países y

continentes (Xu *et al.*, 2018). Estos cambios provocaron que las principales formas de empleo estuvieran ligadas a la explotación de minas y al manejo de máquinas tejedoras, por lo que la capacitación formal previa requerida de los trabajadores era prácticamente nula, aunque éstos tenían que trabajar largas jornadas en condiciones precarias.

La segunda revolución se dio en la primera mitad del siglo XX con la transición a la energía surgida del petróleo y la electricidad. Esto dio pie a los motores de combustión interna que impulsaron innovaciones en los medios de transporte y las formas de producción dirigidas hacia la estandarización; también hubo importantes innovaciones en los sistemas de telecomunicaciones con la televisión, el cine, la radio y la telefonía (Rifkin, 2011). En esta etapa, fábricas y comercios requerían empleados con una capacitación técnica básica, para que trabajaran en conjunto

con las máquinas. La alfabetización y el manejo de las Matemáticas básicas se convirtieron en requerimiento para la mayoría de las personas, aumentando la productividad y reduciendo relativamente las jornadas laborales. Tales transformaciones significaron el surgimiento de una sociedad de consumo que tenía acceso al ocio.

Al final de la década de 1960 se detecta una tercera revolución. Aunque seguían como base los combustibles fósiles y la electricidad, se añadió la energía nuclear y se comenzó a priorizar la búsqueda de energías renovables. Pero fue el desarrollo de las computadoras y el Internet lo que significó el inicio de una etapa de cambios acelerados en las tecnologías de la información, la automatización de procesos y la robótica, impulsando la deslocalización de la producción, la globalización y el mayor poder de corporaciones y capitales multinacionales (Morrar *et al.*, 2017; Rifkin, 2011; Schwab, 2015). Esto llevó a una

nueva forma dominante de producción en la que se requerían empleados con conocimientos especializados en distintas áreas, por lo que la educación superior se presentó como clave en la formación de las nuevas generaciones que buscaban mejorar en la escala socioeconómica. Las innovaciones también se democratizaron –por ejemplo, el acceso y velocidad de Internet y los teléfonos inteligentes–, llegaron a los consumidores comunes y cambiaron nuevamente las dinámicas sociales.

Algunos analistas consideran que seguimos en esta etapa (Rifkin, 2011) o que estamos en una segunda revolución tecnológico-informática (Lee *et al.*, 2018). Sin embargo, la tendencia en los discursos académicos y políticos ha sido identificar las aceleradas variaciones surgidas con los desarrollos de la inteligencia artificial, el *big data*, los sistemas ciberfísicos y el internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) como una cuarta revolución también llamada Industria 4.0 (Bongomin *et al.*, 2020; Morrar *et al.*, 2017; Schwab, 2015), hay quienes, incluso, proponen que, desde 2020, estamos en una quinta revolución cuya característica es la personalización masiva de la producción gracias al análisis de datos y conectividad de la etapa anterior (Matheson, 2020).

Es muy posible que, debido a que gran parte de los analistas económicos ha vivido desde lo que se ha llamado tercera revolución, su debate gira en torno a las alteraciones desde la perspectiva de la producción y su relación con las innovaciones tecnológicas, no tanto en los giros socioculturales que éstas están desatando. Sin duda, lo que se ha presenciado desde inicios del siglo XXI es una novedad en el paradigma en el que se está transitando a sociedades en las que la información es un recurso económico, ciudadano e industrial, al tiempo que la comunicación socializada está permitiendo la reconstrucción del poder y un cambio cultural profundo (Castells, 2006). Organismos internacionales hablan de una incipiente sociedad del conocimiento en donde éste se presenta como el centro del proceso de innovación y como clave en las relaciones humanas para propiciar un desarrollo sustentable (OEA, 2009; UNESCO, 2012). Pero, como dice Castelfranchi (2007), ese discurso sólo involucra el conocimiento como el nuevo capital principal, no una democratización del mismo.

Lo que es indudable, como lo menciona Carvajal (2017), es que este nuevo paradigma eco-



Toyota Woven City, Bjarke Ingels.

nómico-industrial va de la mano con el desarrollo de un nuevo modelo educativo –Educación 4.0– en el que se debe priorizar la capacitación de profesionales con conocimientos interdisciplinarios para el manejo de las tecnologías y con capacidad de cooperación constante con otros agentes como las empresas, las instituciones gubernamentales, educativas y de la sociedad civil. En el caso de América Latina, se tiene un fuerte rezago educativo que, aunado a las nuevas tendencias y necesidades de la industria, puede llegar a incrementar la exclusión social como resultado de la analfabetización tecnológica (Lafont Mendoza *et al.*, 2021; Ulloa-Duque *et al.*, 2020). En este sentido, países como Japón, que han estado impulsando estas transformaciones en la educación superior para aprovechar y estar a la vanguardia de las necesidades de la Industria 4.0 (Deguchi, Akashi, *et al.*, 2020), pueden servir de modelos de estudio.

#### SOCIEDAD 5.0 Y SU REPRESENTACIÓN

Japón es un país cuya población se ha envejecido debido a una tasa de natalidad por debajo del nivel de reemplazo; tiene más de tres décadas sin

alcanzar un crecimiento económico relevante y enfrenta constantes desastres naturales. En estas condiciones, el gobierno ha buscado estrategias para dar respuesta a los retos sociales que enfrenta y optimizar sus recursos humanos que, por otro lado, tienen elevado nivel educativo y capacidad de adaptación a la tecnología.

En 2016, el gobierno japonés convocó a actores clave de la academia y la industria para trabajar en un plan cuya meta es construir una sociedad *superinteligente* guiada por la innovación científica, tecnológica y el uso del *big data* y la AI que tuviera como objetivo no sólo mejorar la productividad –meta de la Industria 4.0–, sino asegurar la prosperidad y el bienestar de los ciudadanos (Deguchi, Hirai, *et al.*, 2020). Es decir, en principio, enfocar los esfuerzos en la innovación de aplicaciones diseñadas específicamente para dar solución a las problemáticas japonesas: la escasez de personal médico y de cuidado; la necesidad de asegurar mayor independencia y movilidad de la población enferma o envejecida; la necesidad de sustituir mano de obra calificada dedicada al mantenimiento de infraestructura o

servicios básicos al cliente por robots, sensores y AI para desplazar a las personas a actividades menos peligrosas o más productivas, y el compromiso con minimizar el impacto ambiental (Matsuoka e Hirai, 2020).

En este sentido, el proyecto implica construir ciudades *superinteligentes* cuyo centro sean los ciudadanos. La tecnología debe ser pensada para cubrir las necesidades o beneficiarles directamente –en lugar de que les llegue residualmente años después de la innovación para la producción-. Además, las personas deben tener un papel activo en las mejoras, aportando retroalimentación en tiempo real a los productores y gestores administrativos y gubernamentales (Deguchi, 2020).

Este tipo de ciudad se está construyendo en proyectos como Woven City, liderado por Toyota (Woven City Holdings, 2021). Susono, una comunidad asentada cerca del Monte Fuji, con la que Toyota ha tenido relaciones desde la década de 1960, cuando erigió un centro de investigación y una planta de ensamblaje, es donde se está construyendo el proyecto. De acuerdo con las plata-

formas oficiales, se trata de una ciudad de prueba y laboratorio vivo en constante evolución, centrado en la humanidad y la comunidad, que servirá para la innovación en servicios y tecnologías que permitan la movilidad, comunicación y desenvolvimiento de todas las personas. Woven City comenzó su construcción en 2021, en una primera etapa que se proyecta concluir en 2025, recibirá a sus primeros 360 residentes.

*Teen Regime*, en cinco episodios, presenta la historia de una ciudad de este tipo, pero pensada desde el gobierno central japonés: Utopi-AI o UAI, la cual tiene como base a Solon, la unidad administrativa de AI compuesta por tres supercomputadoras que procesan los datos generados por los habitantes para sugerir políticas específicas, en tiempo real, al cuerpo gobernante: Tri, programada para buscar el crecimiento económico; Hexa, para asegurar el bienestar y la cultura, y Nona, enfocada en la sustentabilidad.

De acuerdo con las palabras del ficticio primer ministro japonés, el objetivo manifiesto del experimento es probar si este tipo de ciudades y tecnología, junto con el liderazgo de los jóvenes, pueden ser la respuesta para el decadente Japón que –en la historia– ha sido excluido del G7, tiene 40% de su población mayor de 65 años y una tasa de desempleo de más de 10%. UAI es gobernada por Maki Aran, de 17 años, y otros tres jóvenes, todos elegidos por Solon a partir del análisis hecho sobre la sinceridad de sus intenciones con respecto a crear un Japón más justo y democrático.

UAI se dispuso en una ciudad envejecida con un gobierno local en manos de políticos de edad avanzada y una población acostumbrada a un estilo de vida centrado en la pesca y el comercio. A todos los habitantes se les proporcionaron lentes y anillos inteligentes para participar en el metaverso. Solon recaba todo tipo de información y la transmite en tiempo real a los jóvenes para la toma de decisiones tan radicales como la eliminación de la mitad de la burocracia y la desaparición de la junta de consejeros locales. Asimismo, Solon va monitoreando el nivel de aprobación de Maki, quien, si llega a obtener menos de 30%, debe renunciar inmediatamente. También se implementa un sistema de bonos por ser buenos ciudadanos –algo que, en la vida real, está siendo aplicado en China– en el que, por cada acción que tenga impacto positivo en la colectividad, se

reciben puntos que después pueden ser canjeados. Todo esto sucede mientras el resto de Japón sigue el experimento a través de los medios de comunicación.

La llegada de la AI y los jóvenes se topa con el recelo y la resistencia, principalmente de la población adulta y de la tercera edad. Después, mientras la población va percibiendo los beneficios de que su voz y voto sean tomados en cuenta para decisiones inmediatas, se van presentando las tensiones con los grupos de poder que están siendo desplazados en favor de las mayorías. Por otro lado, se observa que, mientras Maki, al interactuar con gente con distintas perspectivas, comienza a revalorizar las tradiciones y la importancia de proteger la identidad comunitaria entre todos los cambios, una entidad de AI que él había creado se radicaliza en pos de construir un mundo ideal y trata de infiltrar a Solon para excluir a todos los adultos, achacándoles la corrupción e injusticia. Cuando se descubre que esta entidad fue diseñada por Maki, previo al experimento, su aprobación cae y debe renunciar.

No obstante, el experimento continúa con otro joven a la cabeza –también elegido por Solon– y, tres años después, UAI se ha estabilizado, incluyendo observadores ciudadanos de los distintos grupos etarios como apoyo al cuerpo de jóvenes gobernantes. Los ciudadanos se han acostumbrado a interactuar con Solon y en el metaverso, disfrutan de los beneficios de una mayor inclusión a través de la tecnología, mientras preservan tradiciones para dar sustento a su comunidad.

## CONCLUSIÓN

Las utopías son construcciones idealizadas de una sociedad; las distopías representan fines apocalípticos que buscan advertir a dónde pueden llegar los rasgos negativos: sociedades en las que todos viven plenamente frente a otras en las que son alienados y controlados por algún ente o grupo.

*Teen Regime* presenta un proyecto utópico que se ve amenazado por las ambiciones personales

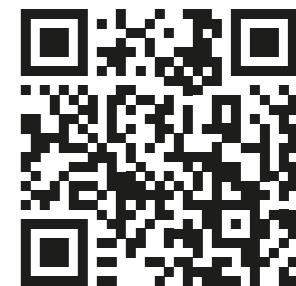
y las posturas dicotómicas entre las generaciones mayores y las jóvenes, los cuerpos dirigentes tradicionales y la AI, y la pureza o flexibilidad en conceptos como justicia y democracia. La AI, la juventud y una reforma radical se presentan, en un principio, como los medios para alcanzar una sociedad *ideal*. El desarrollo de la historia muestra una distopía en la que domina la ansiedad social causada por la visión radical de los jóvenes y el peligro de que la AI llegue a evolucionar de forma que ponga en peligro a algunos sectores sociales. El desenlace invita a pensar las sociedades superinteligentes como proyectos humanísticos cuyos diferentes grupos sociales y de poder deben ceder algo de sus privilegios y costumbres para una mejora general en la que la tecnología no toma el lugar del ser humano, sino facilita sus funciones y optimiza sus acciones.

Por lo anterior, cabe preguntarse, si la AI se proyecta desde los grupos de poder, ¿sería programada, en efecto, para erradicar la corrupción, la desigualdad y la explotación excesiva del medio ambiente, en búsqueda de una sociedad más equitativa? En definitiva, esta historia se alinea con la ideología detrás del proyecto *Sociedad 5.0* y no sorprende que su producción se haya dado desde la NHK en su papel de televisora pública, en un intento por ir normalizando esta idea. Por otro lado, analizándolo desde América Latina, este proyecto japonés y su difusión en medios puede servir como caso de análisis para evaluar los elementos positivos, así como aquellos problemáticos de un modelo a la vanguardia en el nuevo paradigma económico-industrial.

## REFERENCIAS

- Bongomin, O., Yemane, A., Kembabazi, B., et al. (2020). Industry 4.0 Disruption and Its Neologisms in Major Industrial Sectors: A State of the Art. *Journal of Engineering*. 2020:1-45. Doi: 10.1155/2020/8090521
- Carvajal-Rojas, J.H. (2017). *La cuarta revolución industrial o industria 4.0 y su impacto en la educación superior en ingeniería en Latinoamérica y el Caribe*. 15 Th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Global Partnerships for Development and Engineering Education". Boca Raton. Pp. 1-5.
- Castelfranchi, C. (2007). Six critical remarks on science and the construction of the knowledge society. *Journal of Science Communication*. 6(4):C03. Doi: 10.22323/2.06040303
- Castells, M. (2006). Informacionalismo, redes y sociedad red. Una propuesta teórica. En Castells, M. (ed.) *La sociedad red: una visión global*. Alianza: México.
- Deguchi, A. (2020). From Smart City to Society 5.0. *Society 5.0*, Springer Singapore, Singapore. Pp. 43-65. Doi: 10.1007/978-981-15-2989-4\_3
- Deguchi, A., Akashi, Y., Hato, E., et al. (2020). Solving Social Issues Through Industry-Academia Collaboration. *Society 5.0*, Springer Singapore, Singapore. Pp. 85-115. Doi: 10.1007/978-981-15-2989-4\_5
- Deguchi, A., Hirai, C., Matsuoka, H., et al. (2020). "What Is Society 5.0? *Society 5.0*", Springer Singapore, Singapore. Pp. 1-23. Doi: 10.1007/978-981-15-2989-4\_1
- Kurube, K. (2022). *Teen Regime*. NHK: Japan.
- Lafont-Mendoza, J., Torres-Hoyos, F., y Ensuncio-Muñoz, A. (2021). Desafíos de las universidades ante la tendencia mundial de la Industria 4.0. *Revista de Ciencias Sociales*. 27: 306-318. Doi: 10.31876/RCS.V27I.37009
- Lee, M., Yun, J., Pyka, A., et al. (2018). How to Respond to the Fourth Industrial Revolution, or the Second Information Technology Revolution? Dynamic New Combinations between Technology, Market, and Society through Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 4(3):21. Doi: 10.3390/joitmc4030021
- Matheson, R. (2020). Customising the future – The next industrial revolution. *Nickel Institute*, 24 November. Disponible en: <https://nickelinstitute.org/blog/2020/november/customising-the-future-the-next-industrial-revolution/>
- Matsuoka, H., e Hirai, C. (2020). Habitat Innovation. *Society 5.0*, Springer Singapore, Singapore. Pp. 25-42. Doi: 10.1007/978-981-15-2989-4\_2
- Morrar, R., Arman, H., y Mousa, S. (2017). The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective. *Technology Innovation Management Review*. 7(11):12-20. Doi: 10.22215/timreview/1117
- Organización de los Estados Americanos. (2009). Sociedad del conocimiento. *Organización de los Estados Americanos*. 1 August. Disponible en: [https://www.oas.org/es/temas/sociedad\\_conocimiento.asp](https://www.oas.org/es/temas/sociedad_conocimiento.asp) (revisado el 30 de septiembre 2022).
- Rifkin, J. (2011). *The Third Industrial Revolution. How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*. Palgrave Macmillan: New York.
- Schwab, K. (2015). The Fourth Industrial Revolution. *Foreign Affairs*. Disponible en: <https://www.foreignaffairs.com/world/fourth-industrial-revolution>
- Ulloa-Duque, G.S., Torres-Mansur, S.M., y López-Piñón, D.C. (2020). Industria 4.0 en la educación superior. *VinculaTécnica*. 6(2):1328-1358.
- UNESCO. (2012). Inclusive Knowledge Societies for Sustainable Development. *United Nations*. March. Disponible en: [https://www.un.org/en/development/desa/policy/untaskteam\\_undf/groupb\\_unesco\\_knowledge\\_societies.pdf](https://www.un.org/en/development/desa/policy/untaskteam_undf/groupb_unesco_knowledge_societies.pdf)
- Woven City Holdings. (2021). Toyota Woven City. *Toyota Woven City*. Disponible en: <https://www.woven-city.global/>
- Xu, M., David, J.M., y Kim, S.H. (2018). The Forth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges. *International Journal of Financial Research*. 9(2):90-96. Doi: 10.5430/ijfr.v9n2p9900

Descarga aquí nuestra versión digital



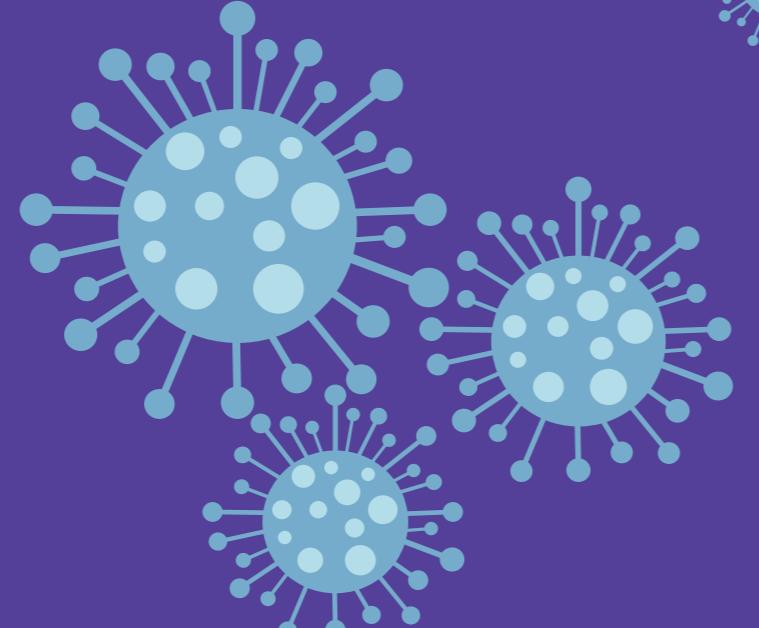
# Las pseudociencias y la COVID-19

DOI: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl26.118-3>

Diana Caballero-Hernández\*, Alejandra Arreola-Triana\*, Cristina Rodríguez-Padilla\*



\* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.  
Contacto: diana.caballero@uanl.edu.mx



Las pseudociencias comprenden un conjunto de creencias que se presentan como científicas, pero que no cumplen los requerimientos esenciales del conocimiento científico, por lo que representan una amenaza para el funcionamiento social, especialmente durante crisis globales como la pandemia de COVID-19. Aunque carecen de utilidad para explicar nuestra realidad y resolver los problemas que nos aquejan, estas presunciones son muy populares; cuando se presentan en la forma de pseudoteorías, ofrecen explicaciones simples a problemas complejos y con ello la ilusión de comprender un mundo confuso y en constante cambio.

Por su parte, el negacionismo científico es una postura de rechazo que refleja la inconformidad y desconfianza del ciudadano en el gobierno y el conocimiento de los expertos. En esta época en la que confluyen una sociedad altamente tecnificada y las redes sociales que permiten la rápida difusión de desinformación y de movimientos anticiencia, las pseudociencias encuentran condiciones ideales para su propagación. En el caso de la COVID-19, las posturas pseudocientíficas han afectado las medidas de contención del virus entre la población, sembrando dudas respecto a la eficacia del aislamiento social, el uso de cubrebocas y la vacunación.

## LAS PSEUDOCIENCIAS DURANTE LA COVID-19

Uno de los grandes retos de la pandemia COVID-19, decretada por la Organización Mundial de Salud en marzo del 2020, ha sido comunicar la información científica disponible sobre las características y origen del virus SARS-CoV-2, el riesgo de infección y las medidas preventivas para evitar el contagio entre la población. Esta labor se ha visto afectada por la desinformación y las pseudociencias. El espectro de manifestaciones pseudocientíficas alrededor de la pandemia COVID-19 es amplio. En un extremo se niega la existencia misma del virus, o su origen natural, y se atribuye la pandemia a una gran conspiración global orquestada por gobiernos y élites financieras con el fin de controlar a la población. En el otro extremo se cuestiona la efectividad de las medidas de prevención y profilaxis como el uso de cubrebocas y la vacunación; ideas que son fuertemente difundidas en redes sociales. En medio, nos encontramos dudas sobre la efectividad de los métodos de diagnóstico y el uso de fármacos no avalados por la evidencia científica.

Estas dudas surgen por el temor y la incertidumbre que provoca una enfermedad novedosa y desconocida como el virus COVID-19, así como

la inconformidad ante las restricciones que se imponen a la vida normal como parte de las medidas para contener el contagio entre la población, a esto se suma un sentimiento de desconfianza hacia las autoridades, incluyendo a la comunidad científica. Estas actitudes –temor a lo desconocido, desconfianza e inconformidad– hacen que la gente recurra a alternativas que ofrezcan soluciones rápidas y les den una sensación de control: las pseudociencias.

## ¿QUÉ SON LAS PSEUDOCIENCIAS?

La forma más simple de definirlas es que se trata de actividades que pretenden ser ciencia, pero no lo son. Mientras que ésta última busca comprender, explicar y describir el mundo en que vivimos mediante el uso del método científico, de forma objetiva, racional y sistemática, las primeras sólo simulan hacerlo. En otras palabras, son sistemas de creencias y prácticas que han convencido a muchas personas de su valor como conocimiento para entender el mundo (Hines, 2003). Algunas de éstas son muy antiguas, como la alquimia y la astrología, pero mientras que la alquimia fue desmentida por los avances de la Química del siglo XVIII y sustituida por ésta como método para estudiar la materia, la astrología sigue teniendo millones de adeptos, a pesar de que sus ideas han sido refutadas en incontables ocasiones. Otras han surgido recientemente bajo el rubro de medicina alternativa, como la homeopatía, la iridología y la hipnosis, que algunas personas utilizan a pesar de carecer de evidencia científica que respalde su uso.

Una creencia o práctica es pseudocientífica cuando trata sobre temas que pertenecen a disciplinas científicas reconocidas, pero sus métodos

de estudio son inadecuados o deficientes, por lo que sus hallazgos no son confiables y pueden ser fácilmente desacreditados mediante el método científico (Hansson, 2013). Sin embargo, estas afirmaciones se continúan promoviendo como conocimiento legítimo.

Las pseudociencias, por supuesto, han estado presentes durante la COVID-19, por ejemplo, en el uso de ivermectina como tratamiento paliativo. Este es un fármaco que se usa para tratar infecciones parasitarias en humanos y animales; la administración de medicamentos para el tratamiento de enfermedades es un tema que pertenece a una disciplina científica, la Farmacología, y a una práctica basada en la evidencia, la Medicina. Sin embargo, la afirmación de que la ivermectina sirve para contrarrestar al virus SARS-CoV-2 no es confiable, puesto que los pocos estudios que se han realizado no han sido concluyentes, o bien tenían problemas de diseño experimental que los hacen inválidos (Álvarez-Moreno, 2021; Zimmer, 2022).

Éste no es meramente un caso de mala ciencia o fraude científico, ya que muchas personas decidieron ignorar la evidencia científica y continuaron investigando, o peor aún, administrándolo a pacientes con COVID-19, lo que ha resultado en un aumento de intoxicaciones. Tal insistencia en afirmar que la ivermectina es un tratamiento efectivo contra COVID a pesar de la evidencia científica en contra es característico de una pseudociencia.

El fenómeno es complejo; de acuerdo a algunos filósofos de la ciencia, las pseudociencias pueden dividirse en dos tipos, pseudoteorías y negacionismo científico, los cuales se describen a continuación (Hansson, 2008, 2017).



## PSEUDOTEORÍAS

Éstas tienen como objetivo principal promover una creencia o idea que se desvía de la ciencia aceptada. Quienes promueven dichas ideas suelen estar convencidos de su validez, aunque con frecuencia esto implique rechazar o negar conocimiento científico que contradice sus declaraciones. Pero rechazar el conocimiento científico no es el objetivo principal de su movimiento, sólo es una táctica necesaria para defender la legitimidad de su pseudoteoría. Para los proponentes de este pensamiento, el reconocimiento de sus prácticas y creencias por la comunidad científica es importante, pero no indispensable; su objetivo primario es la aceptación entre la población general. Sus

proponentes suelen justificar el rechazo de la comunidad científica adjudicando falta de visión, o un afán de ocultar la verdad; en lugar de proporcionar evidencia de su fiabilidad, frecuentemente recurren al testimonio personal y a las anécdotas.

Durante la COVID-19 no han faltado los ejemplos del uso de pseudoteorías para el tratamiento de la enfermedad ocasionada por el SARS-CoV-2. Además de la ivermectina, podemos mencionar el dióxido de cloro y sus derivados, compuestos utilizados en desinfección y que desde hace años se promueven como curas para todo tipo de dolencias, bajo el nombre de “solución mineral milagrosa” (MMS) (Mostajo-Radji, 2021). Durante el primer año de COVID-19, numerosos promotores de terapias alternativas propusieron su uso para prevenir y tratar la infección por SARS-CoV-2, a pesar de que la evidencia disponible no respaldaba, ni respalda al día de hoy, su uso.

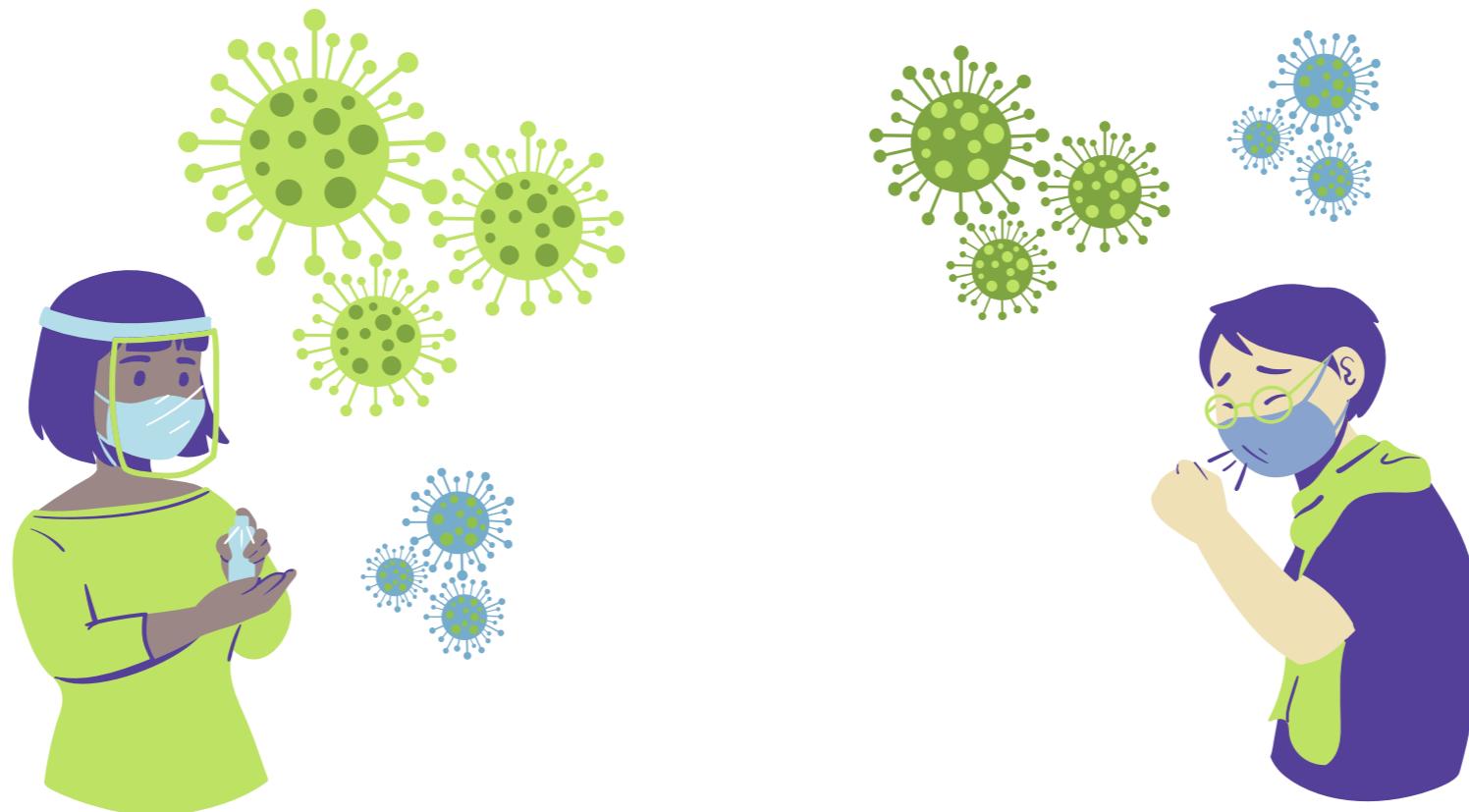
Un ejemplo más es la cloroquina y su derivado hidroxicloroquina como remedio contra COVID-19. Éste suele utilizarse en el tratamiento de la malaria y algunas enfermedades autoinmunes, pero fue promovido como remedio contra el COVID-19 por importantes figuras de la política y el gobierno, como Donald Trump, en los Estados Unidos, y Jair Bolsonaro, en Brasil, a pesar de carecer de evidencia sobre su efectividad (Lasco, 2020). Quienes optaron por su uso, no sólo no se beneficiaron del tratamiento, sino que sufrieron efectos secundarios indeseables. Además, la repentina demanda por estos fármacos también ocasionó escasez, lo que afectó el tratamiento de personas con enfermedades autoinmunes como la artritis reumatoide.

Otra pseudoteoría que comenzó a circular desde los primeros meses de la pandemia tiene que

ver con el supuesto origen artificial del SARS-CoV-2, el virus causante de la COVID-19. De acuerdo a esta pseudoteoría, el virus fue creado en un laboratorio de Wuhan, China, y fue liberado accidentalmente en 2019. Esta idea es contraria a la evidencia disponible, la cual indica un caso de zoonosis emergente, es decir, la aparición de nuevas enfermedades infecciosas debido al aumento de contacto entre el ser humano y animales silvestres (Holmes *et al.*, 2021). Durante la última década se había advertido la posibilidad del surgimiento de virus con potencial pandémico debido, entre otras cosas, a la reducción del hábitat de las especies silvestres para hacer lugar a asentamientos humanos (Morse *et al.*, 2012; Yong, 2018).

También han circulado rumores de que las manifestaciones clínicas que conocemos como COVID-19 son en realidad el resultado del debilitamiento del sistema inmune debido a la exposición a la radiación producida por la red inalámbrica 5G. Esta pseudoteoría se basó en un análisis que correlacionaba la instalación de antenas 5G y la aparición de casos de COVID-19, sin embargo, además de que dicha correlación no se sostiene si consideramos la alta incidencia de casos en países en los cuales esta tecnología no existe, la premisa carece de verosimilitud científica. La radiación electromagnética 5G no tiene la potencia necesaria para dañar células o alterar un virus, por no hablar de la improbabilidad de transmitir un virus por ondas electromagnéticas, como pretenden otras pseudoteorías que han circulado durante la pandemia (Flaherty, Sturm y Farries, 2021).

Aunque las pseudoteorías y sus adherentes no representan necesariamente un peligro para



la estabilidad social, sí entrañan riesgos para las personas que las han adoptado, desde pérdidas económicas hasta daño a la salud y la muerte. Tan sólo el mercado de la medicina alternativa tuvo ganancias de alrededor de 30 mil millones de dólares en la última década; esta cifra va en aumento y con ella el incentivo económico para continuar promoviéndola. El costo humano de la propagación de pseudoteorías durante la pandemia de COVID-19 es incalculable.

### NEGACIONISMO CIENTÍFICO

En este caso hablamos de rechazar teorías y modelos respaldados por el método y la comunidad científica. Los negacionistas de la ciencia están motivados por el rechazo y la hostilidad hacia alguna teoría científica específica, por razones diversas y que aún no se han dilucidado por com-

pletó. Sin embargo, sabemos que está conectado a un fenómeno mayor, el de las teorías de conspiración, que nacen de la desconfianza del ciudadano hacia figuras de autoridad, desconfianza que aumenta cuando se cometan errores. Durante los primeros meses de la pandemia, las declaraciones emitidas por diferentes autoridades sanitarias nacionales e internacionales respecto a la eficacia de los cubrebocas para evitar el contagio de SARS-CoV-2 confundieron a la población (Larsen, 2020). Este error de gestión fue aprovechado por algunos individuos para crear la falsa controversia de que los cubrebocas y mascarillas no ofrecen protección alguna, lo que dificultó los esfuerzos para aminorar la propagación del virus SARS-CoV-2 entre la población (Oreskes, 2020).

Las ideas del negacionismo científico suelen propagarse, primero, en redes sociales y entre per-

sonas que comparten las mismas inquietudes. En estos grupos se comparten anécdotas, "evidencia" y, a veces, el testimonio de figuras de la comunidad científica que se identifican como disidentes del sistema. Eventualmente, las ideas salen de las redes sociales, amplificadas por los medios masivos o figuras prominentes del mundo del deporte, del espectáculo o la política, hasta llegar al público en general. En su forma más extrema, los negacionistas recurren a la hostilidad, verbal y física, contra los científicos, con el objetivo de silenciarlos (Nogrady, 2021).

Las estrategias del negacionismo son variadas, pero todas tienen como objetivo socavar la confianza en las explicaciones y modelos científicos que se utilizan en la toma de decisiones personales y públicas, por lo que se ha convertido en una auténtica amenaza para la estabilidad social.

Un ejemplo claro de esto durante la COVID-19 ha sido negar la existencia misma del virus SARS-CoV-2 y que las medidas de confinamiento para prevenir la enfermedad causada por éste, como el distanciamiento físico o social, uso de cubrebocas y, especialmente, la vacunación, son vistas como innecesarias y restrictivas, un atentado a las libertades personales. Esta supuesta conspiración ha sido bautizada como plandemia por los negacionistas, y se apoya en otros movimientos anticientifica como los antivacunas (Jaworsky, 2021; Nazar y Pieters, 2021). Este negacionismo, fuertemente conectado a las preferencias políticas, ha tenido repercusiones; por ejemplo, en los Estados Unidos, a partir del verano de 2020 se observó una mayor mortalidad por COVID-19 en áreas donde existe un fuerte apoyo hacia el expresidente Donald Trump (Gao y Radford, 2021; Porteny *et al.*, 2022), quien no sólo promovió pseudotratamientos, también minimizó el riesgo del contagio por SARS-CoV-2.



## CONCLUSIONES

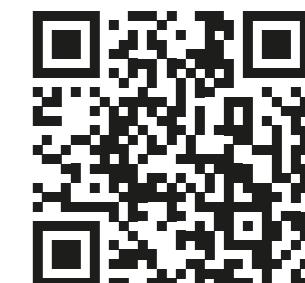
La influencia de las pseudociencias entre la población no es un fenómeno reciente, pero la actual pandemia COVID-19 ha revelado su capacidad real para alterar el orden social y entorpecer los esfuerzos institucionales y ciudadanos para hacer frente a crisis globales. El pensamiento pseudocientífico toma distintas formas, pero todas ellas tienen en común el promover ideas que no superan el escrutinio basado en el método científico.

Las pseudociencias son atractivas porque ofrecen soluciones rápidas que parecen lógicas y contundentes ante situaciones de incertidumbre (Boudry *et al.*, 2015). La ciencia, por el contrario, requiere evidencia rigurosa de lo que afirma, lo que requiere tiempo, y por lo tanto es cautelosa en sus afirmaciones. Debido a todo esto, el lugar de la ciencia en la vida moderna como fuente de soluciones se encuentra continuamente a prueba, como hemos visto a lo largo de la pandemia COVID-19.

## REFERENCIAS

- Alvarez-Moreno, C., Cassell, J.A., Donkor, C.M., *et al.* (2021). Long-term consequences of the misuse of ivermectin data. *The Lancet Infectious Diseases*. 21(12):1624-1626.
- Boudry, M., Blancke, S., y Pigliucci, M. (2015). What makes weird beliefs thrive? The epidemiology of pseudoscience. *Philosophical Psychology*. 28(8):1177-1198.
- Flaherty, E., Sturm, T., y Farries, E. (2021). The conspiracy of Covid-19 and 5G: Spatial analysis fallacies in the age of data democratization. *Social Science & Medicine*. P. 114546.
- Gao, J., y Radford, B.J. (2021). Death by political party: The relationship between COVID-19 deaths and political party affiliation in the United States. *World Medical & Health Policy*. 13(2):224-249.
- Hansson, S.O. (2008). *Science and Pseudo-Science*. plato.stanford.edu. [online] Disponible en: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2021/entries/pseudo-science/>.
- Hansson, S.O. (2017). *Science denial as a form of pseudoscience*. Studies in History and Philosophy of Science Part A. 63:39-47.
- Hines, T. (2003). *Pseudoscience and the paranormal*. EE UU: Prometheus Books.
- Holmes, E.C., Goldstein, S.A., Rasmussen, A.L., *et al.* (2021). The origins of SARS-CoV-2: A critical review. *Cell*. 184(19):4848-4856. Disponible en: [https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674\(21\)00991-0](https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(21)00991-0)
- Jaworsky, B.N. (2021). Everything's going according to Plan(demic): a cultural sociological approach to conspiracy theorizing. *American Journal of Cultural Sociology*.
- Larsen, A. (2020). Why our public health leaders didn't push face masks early and are now regretting it. *The Salt Lake Tribune*. Disponible en: <https://www.sltrib.com/news/2020/06/25/why-our-public-health/>
- Lasco, G. (2020). Medical populism and the COVID-19 pandemic. *Global Public Health*. 15(10):1-13.
- Morse, S.S., Mazet, J.A., Woolhouse, M., *et al.* (2012). Prediction and prevention of the next pandemic zoonosis. *The Lancet*. 380(9857):1956-1965. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3712877/>.
- Mostajo-Radji, M.A. (2021). Pseudoscience in the Times of Crisis: How and Why Chlorine Dioxide Consumption Became Popular in Latin America During the COVID-19 Pandemic. *Frontiers in Political Science*. 3.
- Nazar, S., y Pieters, T. (2021). Pandemic Revised: A Product of Planned Disinformation Amplifying the COVID-19 'infodemic'. *Frontiers in Public Health*. 9.
- Nogrady, B. (2021). 'I hope you die': how the COVID pandemic unleashed attacks on scientists. *Nature*. 598(7880):250-253. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/d41586-021-02741-x>.
- Oreskes, N. (2020). To Understand How Science Denial Works, Look to History. *Scientific American*. Disponible en: <https://www.scientificamerican.com/article/to-understand-how-science-denial-works-look-to-history/>
- Porteny, T., Corlin, L., Allen, J.D., *et al.* (2022). Associations among political voting preference, high-risk health status, and preventative behaviors for COVID-19. *BMC Public Health*. 22(1):1-9.
- Yong, E. (2018). Is America Ready for a Global Pandemic? *The Atlantic*. Disponible en: <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2018/07/when-the-next-plague-hits/561734/>.
- Zimmer, C. (2022). Ivermectin Does Not Reduce Risk of Covid Hospitalization, Large Study Finds. *The New York Times*. (30 marzo). Disponible en: <https://www.nytimes.com/2022/03/30/health/covid-ivermectin-hospitalization.html>

Descarga aquí nuestra versión digital



# ESTUDIANDO LA IONÓSFERA TERRESTRE MEDIANTE EL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

DOI: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl26.II18-4>

Esmeralda Romero Hernández (ORCID: 0000-0001-9228-4087)\*

Amanda Salas Navarro (ORCID: 0000-0003-2223-5487)\*\*

\* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.  
Contacto: esmeralda.romerohdz@uanl.edu.mx, amanda.salasn@gmail.com

**E**l descubrimiento de la ionósfera a principios del siglo XX condujo a una serie de avances y aplicaciones tecnológicas en torno a la transmisión de señales y las radiocomunicaciones. Aviones, satélites, naves espaciales, celulares, etcétera, hacen uso de ésta para establecer las comunicaciones, de manera que su estudio y monitoreo

se ha vuelto imprescindible para la vida moderna. Hoy en día sabemos que su comportamiento está ligado principalmente a la actividad solar, y cuando ocurren las tormentas o explosiones solares sufre una serie de alteraciones conocidas como perturbaciones ionosféricas que pueden interrumpir la transmisión de señales y causar fallas en los dispositivos tecnológicos.

## ¿QUÉ ES LA IONÓSFERA Y CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE SU ESTUDIO?

Ubicada aproximadamente entre los 60 y los 1,000 km de altitud sobre el nivel del mar, en ella, los iones y electrones se mueven libremente, esto quiere decir que se encuentra ionizada (estado de plasma). Esto la dota de propiedades eléctricas importantes que, a su vez, la vuelven un medio conductor que permite la transmisión de las ondas de radio a todo el planeta sin la necesidad de usar cables. En la figura 1 se bosqueja su configuración, ahí podemos ver que en esta región se desarrollan varios fenómenos importantes, como las famosas auroras polares (que se originan por la entrada de partículas solares) y la ablación de meteoros.

La ionósfera se origina, principalmente, por la incidencia de la radiación solar, específicamente rayos ultravioleta extremos (UVE) y rayos X, por lo cual es muy susceptible a sufrir fluctuaciones originadas por las variaciones del flujo de radiación solar. Básicamente, hay cuatro tipos de variaciones que influyen en ella: 1) la diurna, asociada con la rotación terrestre (día y noche); 2) la estacional, causada por el movimiento de traslación terrestre; 3) la causada por los fenómenos climatológicos y procesos dinámicos en la troposfera y 4) la súbi-

ta, causada por la actividad solar (tormentas solares). Las primeras dos están asociadas con una variación regular o cíclica y son fáciles de caracterizar, mientras que el tercer tipo puede rápidamente identificarse monitoreando las condiciones meteorológicas. El cuarto tipo se relaciona con los eventos de actividad solar, fulguraciones y eyeciones de masa coronal (EMC) y es más difícil de caracterizar. Las fulguraciones solares son liberaciones súbitas de radiación electromagnética de muy alta energía (UVE y rayos X), la cual provoca un incremento casi inmediato en la densidad de electrones. Por otra parte, las EMC son erupciones de material solar (básicamente protones y electrones), que pueden impactar la magnetósfera terrestre y generar perturbaciones ionosféricas.

Debido a que la ionósfera se ve afectada tanto por la radiación solar como por las partículas cargadas, puede ser usada como un indicador indirecto de la actividad solar para inferir el estado del clima espacial.

Hoy en día, como resultado del avance tecnológico y la era espacial, somos más vulnerables a sufrir afectaciones relacionadas con las explosiones solares. A pesar de que la magnetósfera nos protege de las partículas cargadas, los astronautas a bordo de la estación espacial, personas en vuelos a través de los polos, la electrónica de los satélites y misiones espaciales, y muchos dispositivos tecnológicos están expuestos a una gran

cantidad de radiación muy dañina. Por lo cual, el estudio y monitoreo de la actividad solar y las condiciones en el entorno terrestre se ha vuelto imprescindible a nivel mundial, campo de estudio conocido como clima espacial. Cabe resaltar que México se ha unido a los esfuerzos para monitorear el clima espacial, creando, en 2017, el Laboratorio Nacional de Clima Espacial (Lance), que se encarga de instalar redes de instrumentos, recopilar datos y establecer las condiciones que hay sobre el territorio nacional.

Para monitorear su estado existen diferentes técnicas, entre ellas destaca la estimación del contenido total de electrones (TEC, por sus siglas en inglés), calculado a partir de los datos generados por los receptores de los sistemas satelitales para la navegación global (GNSS), como el GPS. Esta técnica nos permite monitorear las perturbaciones ionosféricas y ver el nivel de afectación durante las tormentas solares.

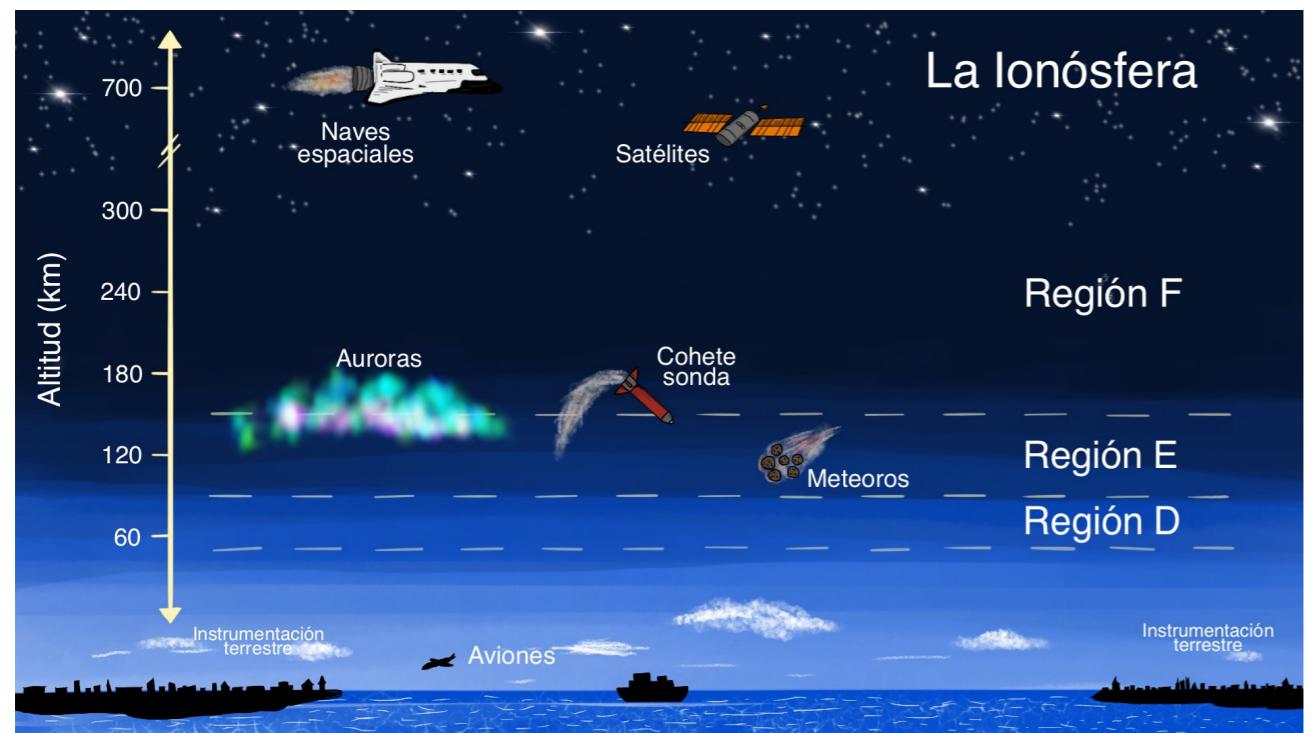


Figura 1. Esquema de la configuración de la ionósfera. Las líneas punteadas delimitan las distintas capas, de las cuales, la F presenta la mayor densidad electrónica (fuente: elaboración propia).

### EL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

El Sistema Satelital de Navegación Global (GNSS, por sus siglas en inglés) es un conjunto de flotillas satelitales con diferentes propósitos. Está conformado por el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de Estados Unidos, el Sistema Global de Navegación por Satélite (GLONASS) de Rusia, el Sistema Europeo de Navegación por Satélite (GALILEO),

entre otros. En este caso, nos centraremos en el GPS, el cual se compone de una flotilla de 32 satélites orbitando alrededor de la Tierra y múltiples receptores a nivel de suelo, los que llamaremos estaciones. Los satélites se encuentran en órbitas medias a una altura de aproximadamente 20,180 km sobre el nivel del mar, y transmiten en dos frecuencias:

$L1 = 1575.42 \text{ MHz}$  y  $L2 = 1227.6 \text{ MHz}$ . México cuenta con dos redes de estaciones que reciben las señales del GPS, una por parte del Servicio Sismológico Nacional y la otra del *Trans-boundary, Land and Atmosphere Long-term Observational and Collaborative Network (TALOCNet)* (Cabral-Cano et al., 2018; GSAC services, s.f.; GAGE, s.f.).

### MONITOREO DE LA IONÓSFERA CON SISTEMAS SATELITALES

Como habíamos mencionado, su estado se puede monitorear usando la estimación del TEC, el cual nos indica la cantidad de electrones presentes en cierta región. Para entender qué es, imaginemos que tenemos un cilindro de  $1\text{m}^2$  de base, que conecta al satélite con la estación en la Tierra. Dentro de éste van a quedar encerrados los electrones que afectan el tránsito de la señal del satélite, de manera que es posible aproximar

ese número de electrones usando las características de la señal (frecuencia, distancia entre el satélite y el receptor, tiempo de recorrido, etc.). La base de la estimación radica en el hecho de que las ondas de radio se desvían de su trayectoria en mayor o menor medida dependiendo de la cantidad de electrones que encuentren a su paso. De manera que si tiene muchos electrones (muy densa), entonces las ondas se van a des-

viar más de la trayectoria recta que esperaban mantener.

En la figura 2 se bosqueja la trayectoria de las señales emitidas desde el satélite GPS hacia la estación en tierra. En ella podemos notar que cuando las señales entran en la ionósfera son dispersadas y su trayectoria es más larga comparada con la distancia que hay entre el satélite y la estación, lo que se traduce en un retraso

temporal de la señal. Entonces, el tiempo que una señal de GPS tarda en atravesarla define su grado de afectación. Por ejemplo, una señal que viaja desde el horizonte hacia alguna estación presenta un mayor desfase comparado con el que tendría si la señal fuese enviada desde el cenit (es decir, el punto en el cielo que se encuentra encima de la cabeza del observador), debido a que el espesor en esa región es mayor.

Cabe destacar que este retraso de la señal también afecta los cálculos de posicionamiento, por lo cual, cuando está muy densa o muy perturbada hay un mayor error en la estimación de la posición que da el GPS. Se ha encontrado que la señal puede ser dispersada hasta diez metros de su posición que da el GPS debido al efecto de la ionósfera (Toloza, Acosta y De-Giusti, 2012).

Usando las diferencias entre las señales  $L1$  y  $L2$ , y las diferencias entre las distancias que recorren las señales desde el satélite hasta la estación (pseudorrangos), es posible aproximar la cantidad de electrones que la señal encuentra a su paso (Mannucci et al., 1998). Actualmente existen distintos códigos computacionales para la estimación del TEC. En este caso haremos referencia al código desarrollado por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil (INPE), como parte de su programa para el estudio y monitoreo del clima espacial (*Estudo e monitoramento Brasileiro de clima espacial [Embrace]*), que aquí llamaremos TECMAP. En esta aproximación es modelada como una capa de espesor finito que se ubica entre los 250 y 450

km, y el valor del TEC o densidad electrónica estimada se asocia a un área sobre el cenit de la estación a manera de proyección.

Calculando el valor del TEC con los datos de estaciones en distintas posiciones geográficas es posible construir mapas bidimensionales que muestran la configuración de la ionósfera sobre cierta región (Romero-Hernández et al., 2020; Takahashi et al., 2016). Por ejemplo, la figura 3 muestra dos mapas obtenidos por TECMAP para el 21 y 22 de junio de 2015, a las 20:20 horas de tiempo universal (UT). Aquí, los valores del TEC están indicados con distintos colores (azul = TEC más bajo; rojo = TEC más alto), y en unidades de TEC, siendo 1 TECu igual a  $10^{16} \frac{\text{electrones}}{\text{m}^2}$ .

Al comparar estos mapas podemos notar que la configuración de la ionósfera puede cambiar

drásticamente de un día para otro. En este caso, el 21 de junio estaba en calma o en su estado promedio, y horas después, el 22, ocurrió una fulguración solar que provocó un incremento importante del TEC. Éste, así como los muchos otros eventos de perturbación que han ocurrido a lo largo de los años, nos muestra la relevancia que tiene su estudio y monitoreo. Además, la construcción de estos mapas nos ayuda a visualizar su estado y estudiar la variación del TEC en distintas posiciones geográficas, facilitando la identificación de las zonas con mayor afectación, en términos de radiocomunicaciones. Esto permite emitir alertas a la sociedad, acompañadas de un informe completo sobre las condiciones del clima espacial y posibles escenarios en los que se vean afectadas las radiocomunicaciones, la distribución de energía eléctrica y los errores en los sistemas de posicionamiento GPS.

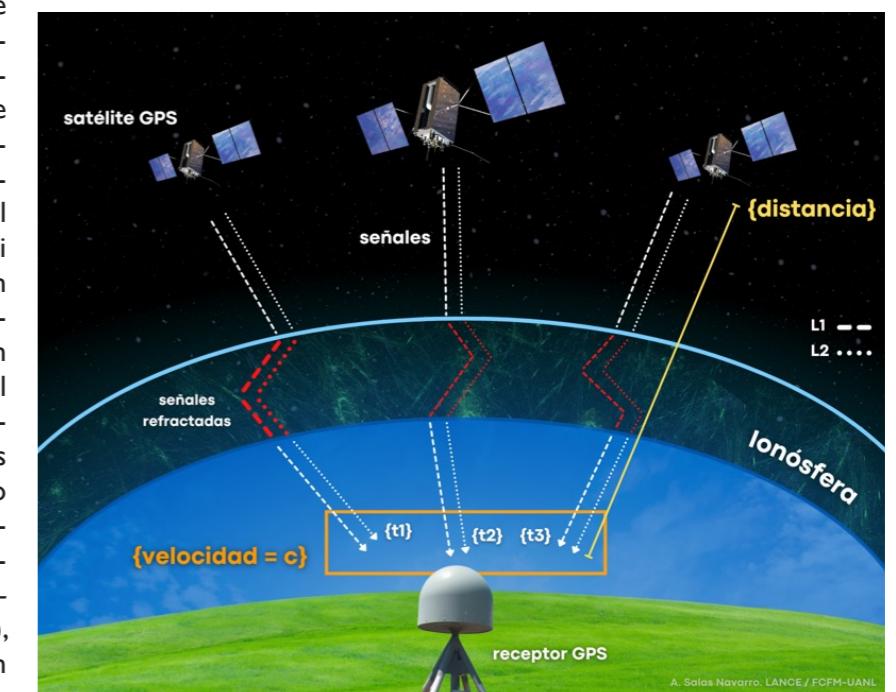


Figura 2. Diagrama del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y su interacción con la ionósfera terrestre. Las líneas punteadas indican las señales  $L1$  y  $L2$ , enviadas por los satélites (fuente: elaboración propia).

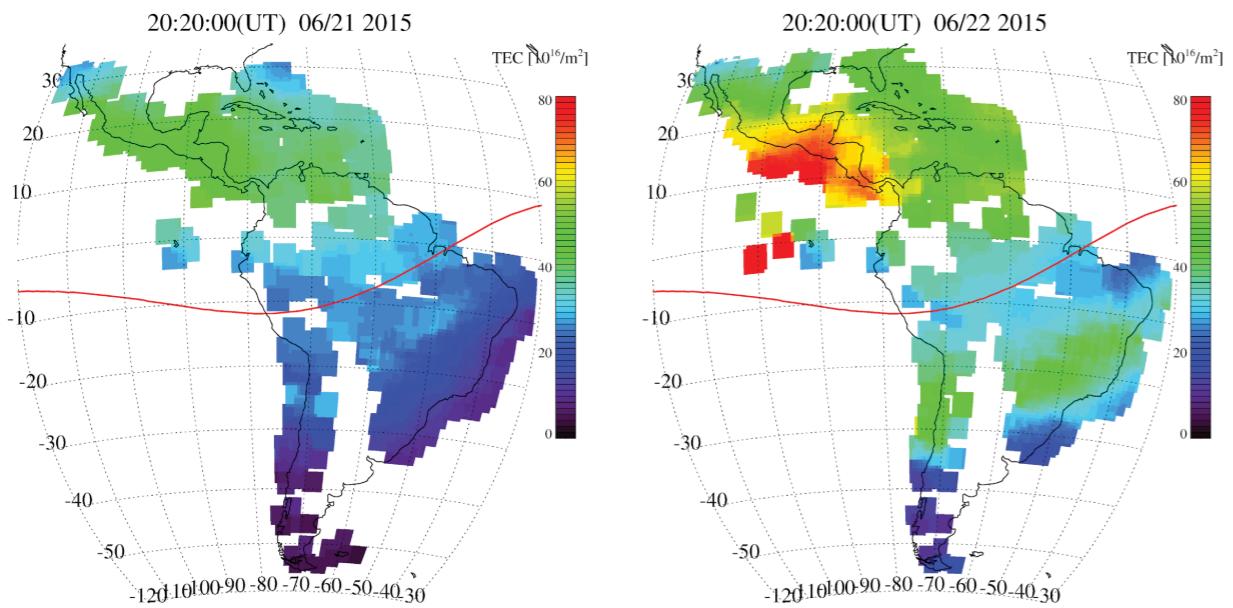


Figura 3. Comparación de mapas TEC durante un día quieto (mapa del lado izquierdo) y un día perturbado (mapa de lado derecho). El color rojo representa las zonas con mayor TEC, mientras que el azul oscuro indica las zonas con menor TEC (fuente: elaboración propia).

### ¿Y QUÉ APRENDIMOS DE ESTO?

Que gracias a la ionósfera podemos hacer uso de las radiocomunicaciones sin necesidad de cables. También reflexionamos sobre la importancia de monitorearla para identificar cuando hay perturbaciones ionosféricas que puedan entorpecer la transmisión de ondas de radio y causar afectaciones en los sistemas de telecomunicaciones y sistemas

de posicionamiento global empleados para la navegación aérea, marítima y terrestre, como el GPS. En este contexto, el estudio y monitoreo de estas perturbaciones tiene una relevancia global, y está contenido dentro de los propósitos del Lance.

Actualmente, el desarrollo de mapas TEC usando datos de las es-

taciones de GPS es una técnica muy empleada para el estudio de dichas perturbaciones. En particular, queremos destacar que los mapas TEC de Latinoamérica son una herramienta de gran relevancia para monitorear el estado de la ionósfera a nivel regional, con ellos se pueden emitir reportes para informar a la población sobre posibles fallos en las radiocomunicaciones.

### AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio Nacional de Clima Espacial (Lance) y a los responsables del proyecto, doctores Eduardo Pérez Tijerina y Américo González, por la infraestructura y datos para desarrollar estudios ionosféricos. Al Dr. Clezio Marcos de Nardin y al Embrace de Brasil por compartir los códigos para el cálculo del TEC. El Lance es parcialmente financiado por el Programa Cátedras Conacyt, proyecto 1045, y el Fondo Sectorial AEM-Conacyt, proyecto

2014-01-247722. Este material y sus resultados se basan, en parte, en observaciones de la red GPS TLALOCNet (Cabral-Cano *et al.*, 2018) operada por el servicio de geodesia satelital (SGS) en colaboración con UNAVCO Inc.

### REFERENCIAS

- Cabral-Cano, E.X., Pérez-Campos, B., Márquez-Azúa, M.A. *et al.* (2018). TLALOCNet: A Continuous GPS-Met Backbone in Mexico for Seismotectonic and Atmospheric Research. *Seismological Research Letters*. **89** (2A):373-381. Doi: <https://doi.org/10.1785/0220170190>
- GSAC services. (s.f.). TLALOCNet. Disponible en: <http://tlalocnet.udg.mx/tلالocnetgsac/>
- Geodetic Facility for the Advancement of Geosciences (GAGE). (s.f.). UNAVCO. Disponible en: <https://www.unavco.org/data/dai/>
- Mannucci, A. J., Wilson, B.D., Yuan, D.N., et al. (1998). A global mapping technique for GPS-derived ionospheric total electron content measurements. *Advancing Earth and Space Sciences: Radio Science*. **33**:565-582.
- Otsuka, Y., Ogawa, T., Saito, A., et al. (2002). A new technique for mapping of total electron content using GPS network. *Springer: Earth, Planets and Space*. **54**:63-70.
- Romero-Hernández, E., Denardini, C.M., Jonah, O.F. *et al.* (2020). Nighttime Ionospheric TEC Study Over Latin America During Moderate and High Solar Activity. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*. **125**:5-6.
- Takahashi, H., Wrasse, C.M., Denardini, C.M., et al. (2016). Ionospheric TEC weather map over South America. *Space Weather: Advancing Earth and Space Sciences: Space Weather*. **14**:937-949.
- Toloza, J., Acosta, N., De-Giusti, A. (2012). *Techniques to determine the magnitude and direction error of GPS system*. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/23814>

Descarga aquí nuestra versión digital





# SECCIÓN ACADÉMICA

## Acciones para el ahorro de energía eléctrica en la pequeña y mediana industria: una retrospectiva

## Mentorías entre mujeres investigadoras para prevalecer en la ciencia

## Acciones para el ahorro de energía eléctrica en la pequeña y mediana industria: una retrospectiva

Azucena Escobedo I.\*, Claudia Correa S.\*<sup>1</sup>, Francisco Godínez\*

DOI: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl26.118-5>

### RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo identificar y evaluar el impacto de acciones realizadas por la pequeña y mediana industria orientadas al ahorro de energía y capital. Del análisis de 945 acciones implementadas en la industria mexicana en los años noventa, se logró una clasificación en tres grandes categorías: a) medidas económicas para ahorrar capital; b) medidas operativas para cambiar los hábitos de consumo y la disposición de los equipos en planta, y c) medidas de eficiencia encaminadas a mejorar el consumo energético. Se observó que las medidas de eficiencia energética lograron los mayores ahorros de energía eléctrica y de recursos económicos.

**Palabras clave:** aprovechamiento de recursos, conservación de la energía, consumo de energía, eficiencia energética, estrategia de desarrollo, industria.

### ABSTRACT

*This work aims to identify and evaluate the impact of actions carried out by small and medium-sized industries focused on energy and capital savings. From the analysis of 945 actions implemented in the Mexican industry in the nineties, a classification was achieved in three large categories: a) economic measures to save capital; b) operational measures to change consumption habits and the arrangement of plant equipment, and c) efficiency measures aimed at improving energy consumption. It was observed that energy efficiency measures achieved the greatest savings in electrical energy and economic resources.*

**Keywords:** Resources utilization, energy conservation, energy consumption, energy efficiency, development strategy, industry.

Uno de los principales retos que enfrenta la pequeña y mediana industria (PYME), dadas las características de su formación y funcionamiento, es el reducido conocimiento de los beneficios que algunas medidas de ahorro de energía puedan traerles. La mayoría de las veces carecen de información

y recursos económicos necesarios para conocer e identificar los usos significativos de la energía en su operación, que las podría llevar a implementar medidas efectivas de eficiencia y les permitiría ser competitivas frente a otras empresas, tanto nacionales como extranjeras.

\*Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.  
Contacto: escobedo\_a@fi-b.unam.mx, correasl@gmail.com, fgodinezr@gmail.com

## Balance de energía

El Key World Energy Statistics de la Agencia Internacional de Energía menciona que en 2019 se consumieron 22,777 TWh de energía eléctrica en el mundo, de los cuales la industria empleó 41.9%, aproximadamente 9,543 TWh (Sener, 2016). A pesar de que la participación de la industria en el consumo mundial de energía eléctrica ha presentado una disminución, hay países que han mantenido o incrementado su uso, como es el caso de México, que entre 1973 y 2019 ha mantenido un consumo que ronda entre 54 y 59% de las ventas (IEA, 2019).

El Sistema de Información Energética (SIE, sistema en línea que contiene información del sistema energético mexicano) ha registrado que en los últimos diez años la mediana empresa ha tenido un crecimiento constante (figura 1) en la demanda de energía eléctrica y las necesidades de este sector son casi el doble de la gran industria.

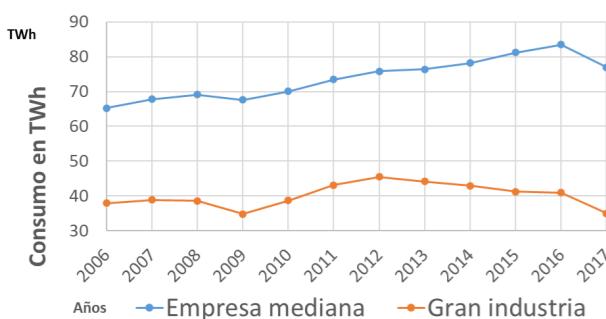


Figura 1. Consumo 2002-2017 en TWh del sector industrial en México (Sener, 2020).

De los 200.11 TWh de energía eléctrica vendidos en 2017, alrededor de 56.5% fue consumido por el sector industrial (Fide, 2012), lo que convierte a la pequeña y mediana industria en el principal consumidor del país (figura 2).

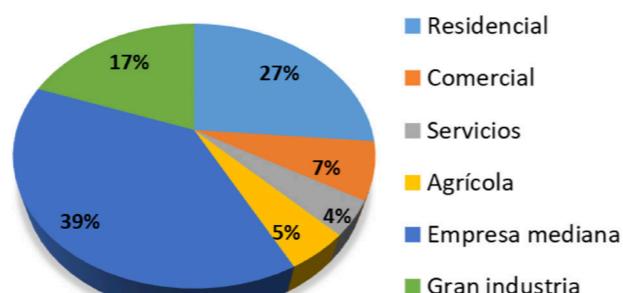


Figura 2. Ventas de energía eléctrica 2017 (Mendoza, 2009).

## EL FIDE

El Fide “es un organismo privado sin fines de lucro, constituido el 14 de agosto de 1990 por iniciativa de la Comisión Federal de Electricidad” (Treviño, 1996) con el fin de promover e introducir metodologías y tecnologías que permitan el uso eficiente y el ahorro de la energía.

En este sentido, el Fide desarrolló un plan estratégico en el que identificó (figura 3) “la necesidad de demostrar las ventajas técnicas y rentabilidad económica del ahorro de energía eléctrica” (SE, 2018).

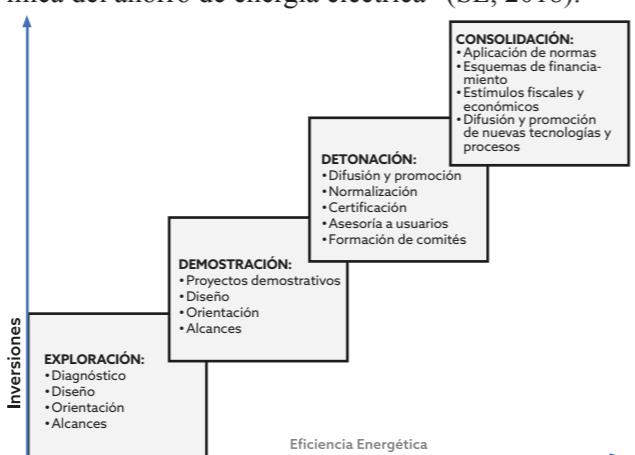


Figura 3. Estrategia Fide para la eficiencia energética; inversiones vs. ahorro (AIE, 2021).

Una estrategia para lograr este plan fue mediante la búsqueda de mecanismos para difundir las ventajas y rentabilidad de las medidas de ahorro implementadas.

En 1995 el Fide había realizado en la industria un total de 383 proyectos demostrativos, en donde:

- Financió la adquisición de equipo de medición.
- Otorgó créditos para hacer diagnósticos energéticos o implementar medidas correctivas.
- Otorgó apoyo económico para analizar la factibilidad de proyectos de cogeneración.
- Implementó programas piloto para:
  - Sustituir motores eléctricos estándar por motores de alta eficiencia.
  - Optimizar las técnicas de rebobinado de motores eléctricos.

Las hojas caso que se realizaron, sobre los proyectos financiados por el Fide, permanecieron resguardadas y no lograron el objetivo de ser un medio para difundir “las ventajas y la rentabilidad de las medidas de ahorro implementadas”.

Por lo cual, el presente trabajo busca rescatar ese esfuerzo, e interesar a los usuarios y demás participantes de la industria en el uso eficiente de la energía y su ahorro.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Hojas caso

Las hojas caso son documentos que plasman información sobre los proyectos financiados por el Fide, divididos en secciones, que a manera de resumen ejecutivo describen una o varias de las siguientes partes:

- Parte I: Introductoria. Contiene una breve explicación de la actividad de la empresa y del proceso productivo, así como de la factura eléctrica.

- Parte II: Proyecto. Descripción de la metodología/resultado del diagnóstico energético, así como los potenciales de ahorro de energía.
- Parte III: Resultado. Descripción de los beneficios potenciales de ahorro de energía, ahorro kW, kWh/año, \$/año; conclusiones/resumen. Y en algunos casos contienen el costo de invertir en medidas de ahorro y el periodo de recuperación de la inversión.

## Distribución de las hojas caso

De las hojas caso detectadas se recuperaron para este estudio 418, las cuales se encuentran distribuidas según lo indica la figura 4.

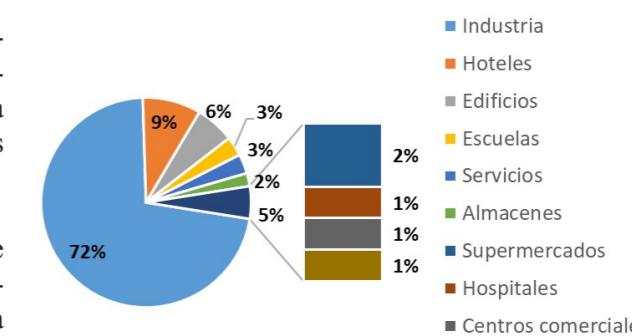


Figura 4. Distribución de las hojas caso del Fide (fuente: elaboración propia).

Las acciones descritas en las hojas caso corresponden a medidas implementadas o propuestas, que tienen como fin el ahorro económico y energético.

De las 301 hojas caso identificadas con el sector industrial, se lograron recuperar 285, 11 de ellas no describían operaciones y las 274 restantes contenían un total de 1,028 acciones entre térmicas y eléctricas (figura 5).

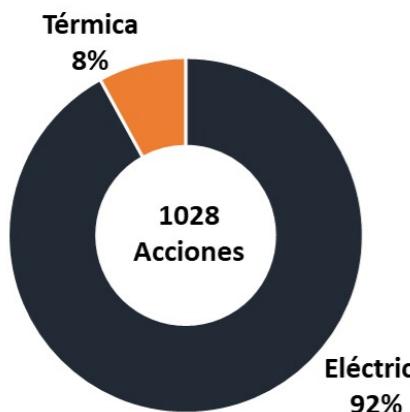


Figura 5. Distribución de hojas identificadas (AIE, 2021).

Las acciones térmicas corresponden a medidas para optimizar el uso de combustible, en el proceso productivo; en las eléctricas se encuentran medidas que ayudan a reducir costos por la adquisición del suministro eléctrico, así como ahorros por evitar o disminuir el consumo de kilowatt hora (kWh) en el mes facturado.

## Análisis de los datos en las hojas caso

Dentro de las 946 acciones analizadas hubo algunas que a pesar de que fueron detectadas, no fue posible determinar a qué tipo de medida correspondían, dado que sólo mencionaban una maquinaria o proceso, también se separaron las medidas que hacían mención sobre el control de la demanda, ya que no había claridad en la forma en la que se pretendía realizar.

También se encontró que, en algunos casos, no se diferenció el resultado obtenido de cada acción, ya que se presentaba el ahorro total obtenido de implementar un conjunto de acciones, por lo tanto, estos datos fueron descartados. Con la información restante se trató de analizar si existía una relación entre la inversión realizada y el ahorro energético o económico, pero los datos no se ajustaron a una curva de distribución normal ni lineal, por lo que se utilizó el histograma de frecuencia para clasificar y observar los ahorros, así como dar certeza a la clasificación aquí expuesta, ésta, aparte de diferenciar las acciones, nos ayudó a observar que es posible realizar esfuerzos e incluso inversión que ahorren dinero, pero no que ahorren energía.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis de las hojas caso del Fide, se determinó que existen tres tipos de acciones que pueden llevarse a cabo en las instalaciones:

1. Medidas de eficiencia económica, las cuales están totalmente encaminadas a disminuir el costo de la energía para los usuarios manteniendo el nivel de consumo habitual a un menor costo. Gracias a la tarifa regulada y sus características, es posible llevar a cabo acciones que ahorran dinero, pero no ahorran energía:
  - Mejorar el factor de potencia, con el objeto de anular o disminuir el porcentaje de penalización aplicado en la factura eléctrica.
  - Control de la demanda. Trasladar la demanda máxima a un horario menos costoso.
2. Medidas de ahorro energético de tipo operativas con el fin de ahorrar (no desperdiciar) energía, mediante campañas de educación y concientización del personal/habitantes que se encuentran dentro de la instalación, razón por la que su implementación tiene bajo costo. Se detectaron las siguientes:
  - Capacitar al personal en el apagado de los equipos que no están en uso.
  - Correcto mantenimiento a los equipos.
  - Mejora en la distribución de los equipos y sus componentes.
3. Medidas de eficiencia energética con inversión, éstas buscan “eficientar” el uso de la electricidad, a través de implementar nuevas tecnologías y normas oficiales vigentes, así como la correcta operación de los equipos existentes en la instalación.

En México se cuenta con las herramientas necesarias para identificar a la industria que consume grandes cantidades de energía, pero faltan mecanismos que ayuden a mejorar su desempeño. Se tiene la idea de que la falta de recursos o accesibilidad a financiamientos es una gran barrera para la eficiencia energética, pues las medidas que más ahorros logran requieren de mayor inversión, pero hay muchas acciones que no requieren de grandes capitales. Una mezcla de las tres medidas sería la mejor opción para

no invertir demasiado, pero al mismo tiempo obtener beneficios relevantes tanto energéticos como económicos. Es muy probable que las empresas que hayan incursionado en la eficiencia energética ya no alcancen las tasas de retorno de inversión que en antaño se lograban, pero las medidas operativas y económicas siguen vigentes, debido a las modificaciones en regulación, que pueden cambiar la forma de facturación, y sin duda la capacitación constante de los usuarios de las instalaciones debe ser parte de la cultura organizacional ya que, como se observó, estas acciones reportan beneficios significativos en las instalaciones y pueden reducir la necesidad de grandes inversiones en tecnología.

incrementado su margen de ganancia y tendrá más posibilidades de competir no sólo en un mercado local sino también en uno global.

## REFERENCIAS

- Agencia Internacional de Energía. (2021). *Key World Energy Statistics*. Francia: OCDE.
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica. (2012). *Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica*. Disponible en: [http://www.fide.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=108&Itemid=180](http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=180)
- International Energy Agency. (2019). *Electricity Information*. París: OCDE.
- Mendoza, O.A. (2009). *Fideicomisos públicos. Leyes y legislación. Análisis*. México. Tesis Maestría en Derecho. México: UNAM.
- Secretaría de Energía. (2016). *Balance nacional de energía*. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/248570/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2015\\_\\_2\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/248570/Balance_Nacional_de_Energ_a_2015__2_.pdf)
- Secretaría de Energía. (2018). *Balance de energía 2017*. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance_Nacional_de_Energ_a_2017.pdf)
- Secretaría de Energía. (2020). *Sistema de Información Energética, SIE. Ventas internas de energía eléctrica por sector tarifario anual* Disponible en: [www.sie.com.mx](http://www.sie.com.mx)
- Treviño, M. (1996). Experiencia mexicana en el campo del ahorro de energía eléctrica. *Revista Energética*, 20(3).

Descarga aquí nuestra versión digital



# Mentorías entre mujeres investigadoras para prevalecer en la ciencia

Herlinda Fabiola Venegas García\*, Hortensia Brito Vega\*

## RESUMEN

British Council es una organización internacional para las relaciones culturales y las oportunidades educativas que lanzó una convocatoria para la segunda generación de mentorías a mujeres jóvenes científicas (*mentees*), que están realizando investigación, e investigadoras consolidadas (mentoras) que forman parte del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). A través de un emparejamiento entre mentoras y *mentees*, las *últimas* recibieron mentoría durante aproximadamente tres meses. Esta convocatoria forma parte del programa Mujeres y Niñas en STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Dada la vivencia de este programa de vinculación, las *mentees* están de acuerdo en formar o ser parte de una red de jóvenes investigadoras, demostrando así que la experiencia de mentoría entre mujeres es efectiva y es valorada positivamente por las participantes.

**Palabras clave:** red, mentora, *mentee*, investigación, STEM.

El British Council es una organización internacional del Reino Unido para las relaciones culturales y las oportunidades educativas que presenta una iniciativa llamada Mentoras en la Ciencia, la cual comprende dos vertientes principales para su desarrollo: la formación de mujeres científicas como mentoras (quienes darán las mentorías) y la ejecución de estas mentorías a través de una relación con sus respectivas *mentees* (quienes

DOI: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl26.118-6>

## ABSTRACT

*The British Council is an international organization for cultural relations and educational opportunities that launched a call for second generation mentorships for young women scientists (mentees), who are conducting research, and consolidated researchers (mentors) who are part of the National System of Researchers (SNI). Through a mentors and mentee match, the latter were mentored for approximately three months. This call is part of the Women and Girls in STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) program. Given the experience of this linkage program, the mentees agree to form or be part of a network of young researchers, thus demonstrating that the mentoring experience among women is effective and is positively valued by the participants.*

**Keywords:** network, mentor, *mentee*, research, STEM.

recibirán las mentorías). El programa busca formar como mentoras a científicas/investigadoras que hacen parte del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y dotarlas de herramientas que les permitan acompañar a científicas jóvenes en su trayectoria profesional al compartirles buenas prácticas que les permitan llegar a puestos de liderazgo y acceder a financiamiento para sus proyectos (British, 2022a).

Para llevar a cabo el programa se convocó a jóvenes especialistas para postularse como *mentees*, con el objetivo de recibir herramientas y buenas prácticas que les permitirán desarrollar habilidades para tener un balance adecuado entre la vida y el trabajo; abonando la posibilidad de llegar a puestos de liderazgo (British, 2022b). Las *mentees* seleccionadas recibieron mentorías uno a uno por parte de científicas-investigadoras consolidadas, integrantes del SNI, quienes previamente recibieron una capacitación para ser mentoras a través de recursos educativos y módulos contenidos en un MOOC (Massive Open Online Course) y talleres presenciales (Conacyt, 2022).

## DESARROLLO

La segunda generación del programa, convocada en el primer semestre de 2022, contó con la participación de 60 mentoras, quienes a su vez fueron emparejadas con tres jóvenes cada una. Este proceso de *matching* tomó en cuenta las áreas de experiencia de cada una, los objetivos que tenían al entrar al programa y sus intereses particulares. A través de diferentes plataformas, las *mentees* y la mentora sostuvieron 12 sesiones de entre 60 a 90 minutos una vez por semana, durante tres meses, utilizando *Web Meet* virtual; donde la mentora compartió experiencias de su trayectoria y orientó a sus *mentees* para que tuvieran herramientas que les permitieran navegar de mejor manera en el campo de la investigación.

En esta ocasión se aceptaron aproximadamente 180 *mentees*, una de ellas se encuentra realizando un doctorado en Ciencias con orientación en Microbiología. Al recibir la invitación de la

convocatoria para la segunda generación del programa, no dudó en postularse como *mentee* y presentar los requisitos solicitados. Tras ser aceptada fue asignada con una mentora, quien cuenta con un doctorado en Ciencias Edafológicas, se desarrolla en la el área de microbiología agrícola molecular y labora como profesora-investigadora en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco desde hace más de 25 años.

Esta oportunidad consistió en una gran experiencia para aquellas *mentees* en las diferentes áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y Matemáticas (STEM) adscritas a alguna institución de educación e investigación. Múltiples herramientas fueron adquiridas por las *mentees* a través de la mentoría, entre las que destacan el planteamiento de objetivos SMART (Specific, Mensurable, Achievable, Relevant, Time-bound) y la planificación de la acción, las cuales les permitieron definir sus objetivos, ser productivas y alcanzar sus metas. Otra de las herramientas utilizadas fue el análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), el cual les permitió identificar sus puntos fuertes, débiles y planificar diferentes estrategias para el logro de sus objetivos.

A las diez semanas de haber comenzado el programa, se aplicó una encuesta utilizando la plataforma de “Google Forms” sobre la experiencia de la mentoría y ésta fue compartido por la *mentee* a sus compañeras de generación a través de un grupo en una aplicación de mensajería instantánea, con la cual se mantuvieron en comunicación, se recopilaron las respuestas de 47 *mentees* que contestaron; así se determinó que 30% de la muestra cuenta con un doctorado terminado, 13% está realizando un

\* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.  
Contacto: herlinda.venegasgrc@uanl.edu.mx

posdoctorado, 23% está en proceso de realización del doctorado, otro 30% se encuentra en fase de terminarlo y 4% se encuentra esperando un trámite para finalizarlo (figura 1a).

La manera en que se enteraron de este programa fue a través de su institución y por recomendación (17% y 15%, respectivamente), por una amistad/conocida (26%), por redes sociales (38%) y 4% mencionó que fue por otro medio de comunicación. En la figura 1b se observa la razón que motivó a las participantes a ser parte de este programa; 57% se interesó porque es una convocatoria dirigida a mujeres jóvenes, 30% opinó que podrían compartir buenas prácticas con mentoras y *mentees* y 13% deseó vivir esta experiencia. Entre los objetivos para postularse como *mentee* fueron: continuar como investigadora (32%), desarrollar habilidades para tener un balance adecuado entre vida y trabajo (32%), desarrollar habilidades de confianza y liderazgo (19%), vincularse con mujeres miembro del SNI (11%) y 6% de las encuestadas respondió “otro” (figura 2a).

Las jóvenes participantes perciben en las áreas de estudio la existencia de desigualdad (45%) y la falta de oportunidades (36 %). Por otra parte, la falta de acceso a recursos (6%), la discriminación (4%), entre otros (9%), que dificultan formarse y desarrollarse ampliamente (figura 2b). Al haber sido aceptadas en este programa se adicionó una responsabilidad más a

sus actividades laborales y la gestión del tiempo fue una herramienta que ayudó a cumplir con sus objetivos, 60% de las *mentees* no tuvo ninguna dificultad, mientras que 24% tuvo dificultades con los horarios, 6% tuvo problemas con conexión de Internet, 4% se vio afectada con sus trabajos experimentales y 6% mencionó otras dificultades para gestionar el tiempo.

Este programa se desarrolló para apoyar a aquellas jóvenes científicas que les apasiona la investigación, desean pertenecer o permanecer en algún centro de educación/investigación o quieren lograr ser aceptadas dentro del SNI. Con esto en mente, 30% de las *mentees* opina que se benefició con el programa al haber recibido herramientas por parte de su mentora, 28% fue impulsada por su mentora y 21% de ellas fueron orientadas hacia el logro de los objetivos planteados; 15% opinó que el contacto con su mentora cumplió con sus expectativas y 6% obtuvo otro tipo de beneficio.

Tomando en cuenta que uno de los objetivos del programa también era la creación de redes entre mujeres, es relevante mencionar que 98% de las *mentees* encuestadas está de acuerdo en formar o ser parte de una red de especialistas con sus colegas y 100% de las encuestadas invitarían a otras compañeras que inician a postularse en este programa como *mentees*. El grado de satisfacción de esta experiencia fue excelente en un 75% (figura 3).

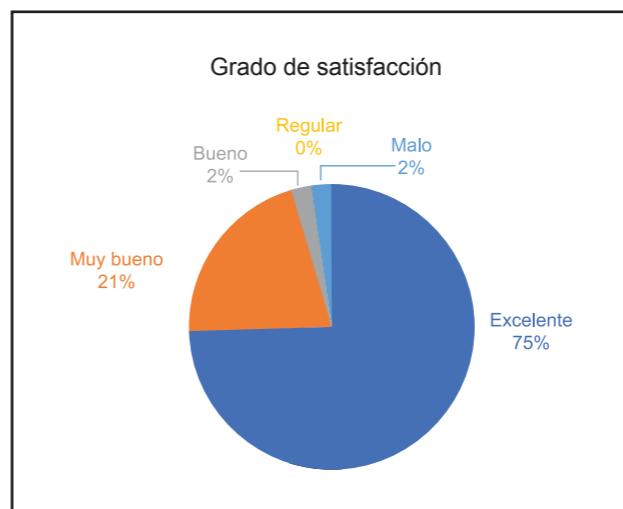
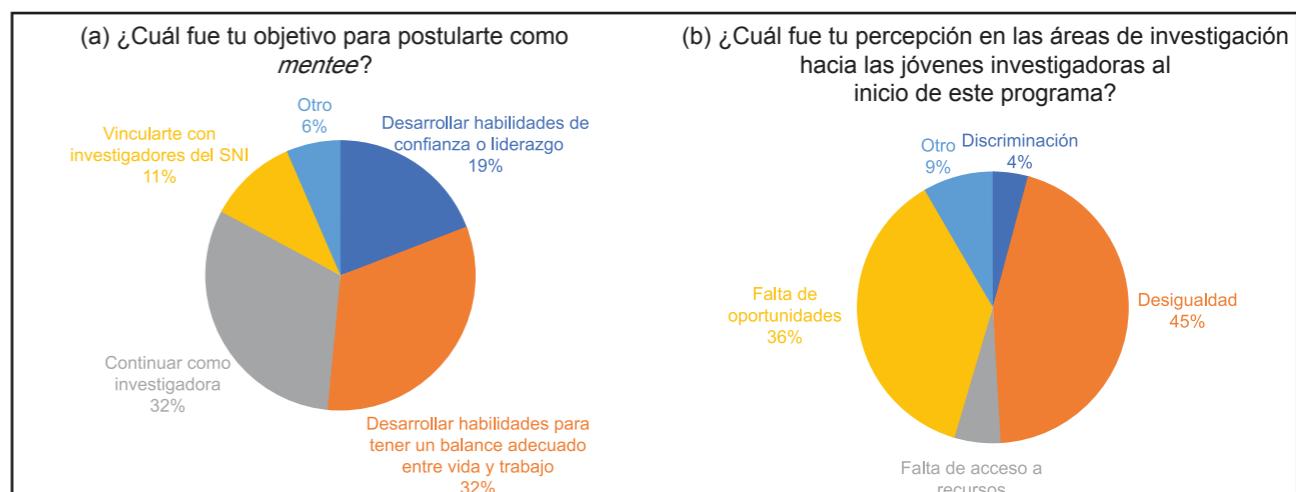
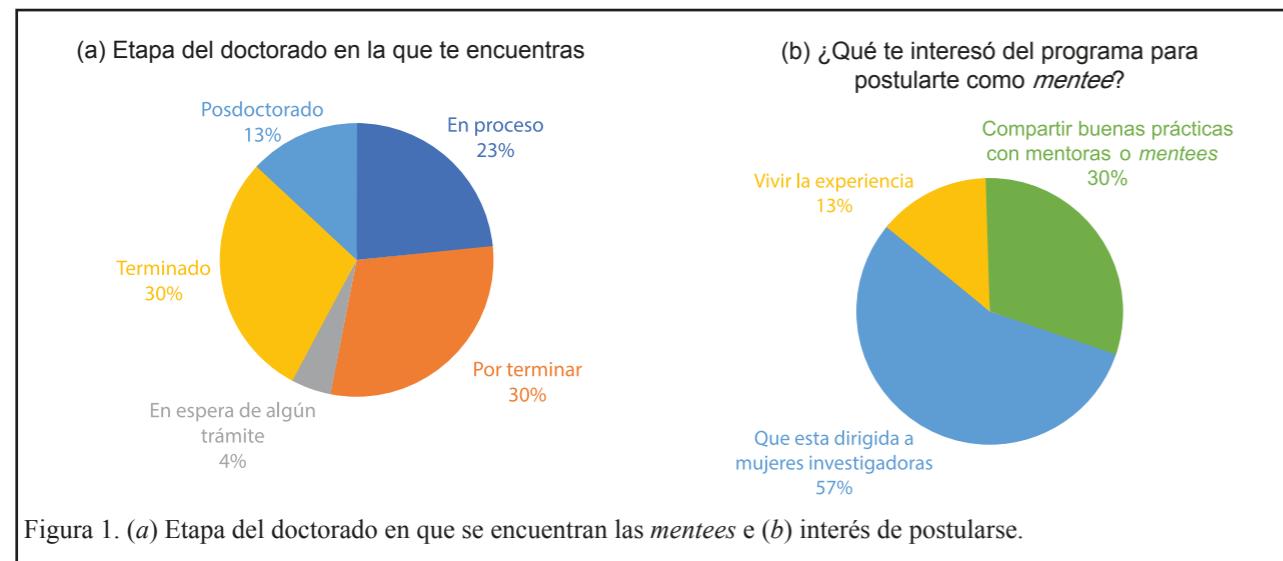
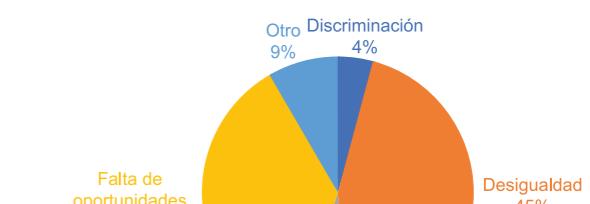


Figura 3. Grado de satisfacción como *mentee* en el programa de la segunda generación Mentoras en la ciencia del British Council.

## CONCLUSIÓN

El programa Mentorías en Acción: Mujeres y Niñas en STEM se tradujo en una vivencia en que la mentora acompañó y compartió con la *mentee* su trayectoria en el ámbito científico, le brindó apoyo, herramientas como el uso de objetivos SMART, planificación, análisis FODA y el árbol de virtudes que les permitieron cumplir sus metas. También dio como resultado una estrecha unión de un grupo de jóvenes investigadoras, colegas que no sólo tienen el mismo fin y su pasión hacia el conocimiento; además del apoyo se compartieron invaluosas experiencias desde el plano laboral, así como en el personal y familiar.

(b) ¿Cuál fue tu percepción en las áreas de investigación hacia las jóvenes investigadoras al inicio de este programa?



Esta segunda generación de *mentees* exhorta a que más mujeres incursionen en la investigación y a quienes recién van a formarse en una de las diferentes áreas STEM, sean persistentes, firmes para lograr sus objetivos y obtener las metas que se planteen. El mensaje para aquellas jóvenes científicas orientadas en este amplio sendero es que se postulen como *mentee*, exploren, perseveren y sobre todo disfruten de este programa que al final redituará en su futuro al desarrollarse como investigadora de prestigio.

## REFERENCIAS

- British Council. (2022a). *British Council México Segunda Convocatoria Mentoras*. Disponible en: [https://www.britishcouncil.org.mx/sites/default/files/convocatoria\\_segunda\\_generacion\\_mentoras\\_en\\_la\\_ciencia\\_0.pdf](https://www.britishcouncil.org.mx/sites/default/files/convocatoria_segunda_generacion_mentoras_en_la_ciencia_0.pdf)
- British Council. (2022b). *British Council México Segunda Convocatoria Mentees*. Disponible en: <https://www.britishcouncil.org.mx/convocatoria-mentoras-ciencia-mentees>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2022). *Segunda Convocatoria Mentoras en la Ciencia*. Disponible en: <https://conacyt.mx/evento/segunda-convocatoria-mentoras-en-la-ciencia/>

Descarga aquí nuestra versión digital



# Las plantas: una estrategia para prevenir la erosión del suelo

DOI: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl26.118-7>

**Thais Correa de Assis (ORCID: 0000-0001-6433-5684)\***  
**Laura Sánchez-Castillo (ORCID: 0000-0002-1028-2449)\***

\* Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, México.  
Contacto: [thaiscorreaassis@gmail.com](mailto:thaiscorreaassis@gmail.com), [laura.sánchez@uat.edu.mx](mailto:laura.sanchez@uat.edu.mx)



El concepto de erosión se define por el desprendimiento, arrastre y deposición de partículas en lugares distintos a su origen. Este proceso puede suceder de forma natural, siendo lento y gradual, o puede intensificarse por la acción humana, iniciándose así el proceso conocido como degradación.

La degradación se presenta cuando la superficie empieza a perder sus propiedades, lo que significa que tardó mucho tiempo en formarse y ya no tiene las mismas características originales. De acuerdo con información publicada por la FAO (2021), 34% de la tierra cultivable del mundo está degradada. En el caso de México, aproximadamente 24% de su territorio se encuentra degradado (Sánchez-Castillo *et al.*, 2017), debido a distintos factores como la deforestación, la expansión agrícola, la agricultura intensiva, el aumento de la frecuencia de incendios a gran escala, uso de especies invasoras, entre otros. Este fenómeno, a pesar de ser antiguo, iniciado a fines de la Segunda Guerra Mundial, sigue siendo preocupante ya que presenta un crecimiento constante y en niveles alarmantes (Etchevers *et al.*, 2020).

En este sentido, con el fin de promover la conservación de este recurso, surge una alternativa a las técnicas tradicionales de ingeniería, la Bioingeniería de Suelos, una ciencia interdisciplinaria que utiliza el material vegetal como estructura principal para promover la estabilización y un ambiente propicio para el desarrollo de la flora, además de aplicar técnicas de bajo costo y ecológicamente correctas.

La elección de la vegetación como punto central de la restauración es sin duda muy asertiva, porque ésta y la superficie conviven en una relación de ayuda mutua. Mientras las plantas utilizan el sustrato para poder desarrollarse de manera satisfactoria y saludable, debido al aporte de agua y nutrientes, éste se ve favorecido con mejores condiciones para la infiltración del líquido y mayor estabilidad.

## CÓMO ACTÚAN LAS PLANTAS EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO

La vegetación representa una barrera protectora entre la superficie terrestre y el ambiente que la rodea, cada una de las estructuras presentes en plantas, hojas, tallos y raíces, juega un papel importante en el aumento de la estabilización tanto de forma mecánica como hidráulica (Maffra *et al.*, 2017).

Los efectos mecánicos observados en los sistemas radiculares contribuyen en gran medida a la estabilidad, y están representados por el aumento de la cohesión y anclaje, es decir, el aumento de la densidad de raíces representará un aumento de la estabilidad (Sanhueza y Villavicencio, 2012). Sin embargo, individuos de una misma especie pueden presentar comportamientos diferentes, los estudios demuestran que la edad, el tamaño y la época del año influyen en la resistencia que brindan sus raíces, además, las de mayor tamaño, como arbustos y árboles, brindan mayor resistencia.

Los efectos hidráulicos están directamente relacionados con la forma en que el suelo infiltra-

rá el volumen de agua de las precipitaciones (Hu *et al.*, 2011). El primer elemento que actúa en este mecanismo son las hojas, que mediante la intercepción impiden que parte de la humedad llegue a la superficie y se evapore, el segundo elemento, el tallo, trabaja en conjunto con las hojas, las cuales reducen el impacto de la gota de lluvia al disminuir su velocidad y aumentar su tamaño, de esta manera, cuando la precipitación encuentra la tierra con menor volumen e impacto, las raíces serán capaces de aumentar la infiltración, ya que, a mayor densidad de raíces, mayor capacidad de almacenamiento en las capas del sustrato (Zhang *et al.*, 2019). Todos estos mecanismos en conjunto culminan en una menor pérdida por escorrentía superficial.

Así, para determinar qué variedades tienen mayor capacidad de aportar refuerzo, se deben analizar características morfológicas, como altura, diámetro y peso, longitud, diámetro y número de raíces; además de las propiedades físicas del terreno (Sánchez-Castillo *et al.*, 2019).

## ENTENDER EL COMPORTAMIENTO ECOLÓGICO

La selección de especies apropiadas es un paso importante para el éxito de los proyectos de restauración ecológica, de esta manera deben basarse en la capacidad individual de cada una para contener y restaurar el suelo, así como en su adaptación y dominio en el medio en el que se insertan (Zhang *et al.*, 2019). Por ello es fundamental realizar un estudio que señale la capacidad de establecimiento de determinados ejemplares en el lugar a restaurar.

Además de su importancia económica y ecológica, la elección asertiva garantiza un aumento del refuerzo del campo. En general, en los estudios que evalúan la capacidad de ciertas especies

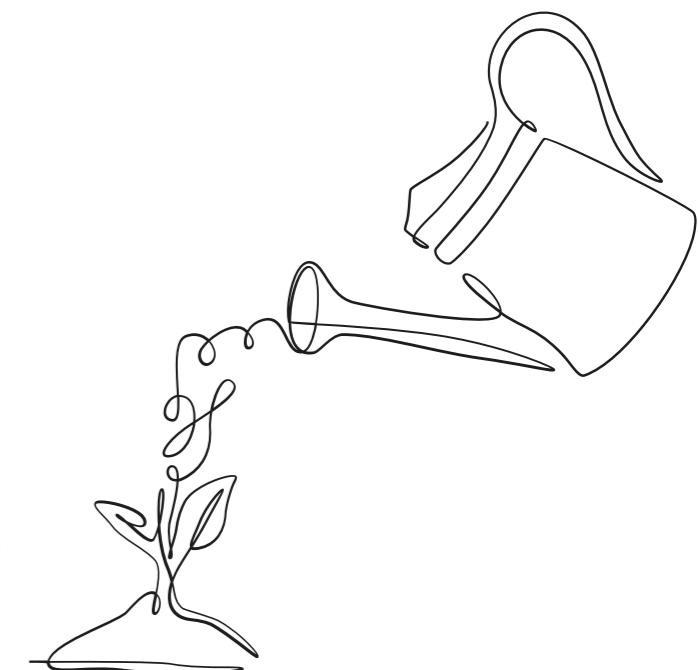
para contener movimientos en masa, el factor ecológico queda a cargo del índice de valor de importancia, que a través de tres indicadores (densidad, dominancia y frecuencias relativas) informa al investigador sobre la dominancia y adaptabilidad de una determinada familia en su lugar de interés.

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS

La aplicación de técnicas de Bioingeniería de Suelos resulta en ventajas que se clasifican en ecológicas, económicas y de refuerzo. Dado que la premisa de esta ciencia es la aplicación de plantas en sitios afectados por la erosión, la principal ventaja ecológica es la reposición de flora nativa, que mejora las condiciones ambientales y permite el retorno de la fauna silvestre. Además, los efectos hidrológicos ya mencionados disminuyen la escorrentía superficial y aumentan la infiltración de agua (Dhital *et al.*, 2013).

En el ámbito económico, el monitoreo y reemplazo de la vegetación son prácticas de bajo costo y de fácil acceso (Durlo y Sutili, 2014). Esta afirmación se fortalece cuando se analiza el factor tiempo, debido a que las técnicas tradicionales que utilizan materiales inertes necesitan de mantenimiento para que se mantenga su efectividad, lo que genera sobrecostos.

El refuerzo y la contención de la erosión, además de ser el principal objetivo de la aplicación de dichas técnicas, son ventajas que resultan del establecimiento y desarrollo de sistemas radiculares de las plantas. Se sabe que las áreas que han sufrido un disturbio de pérdida de suelo inician su proceso de recuperación inmediatamente después del daño, el propósito de aplicar los principios de la Bioingeniería es reducir el tiempo y aumentar la efectividad de la recuperación, imitando siempre las condiciones ambientales originales.



Sin embargo, su aplicación también tiene algunas desventajas. Como es un material vivo que toma cierto tiempo para desarrollarse y fortalecerse, el follaje no estabiliza inmediatamente el material, no obstante, la estabilización es un factor de crecimiento (Bischetti *et al.*, 2012).

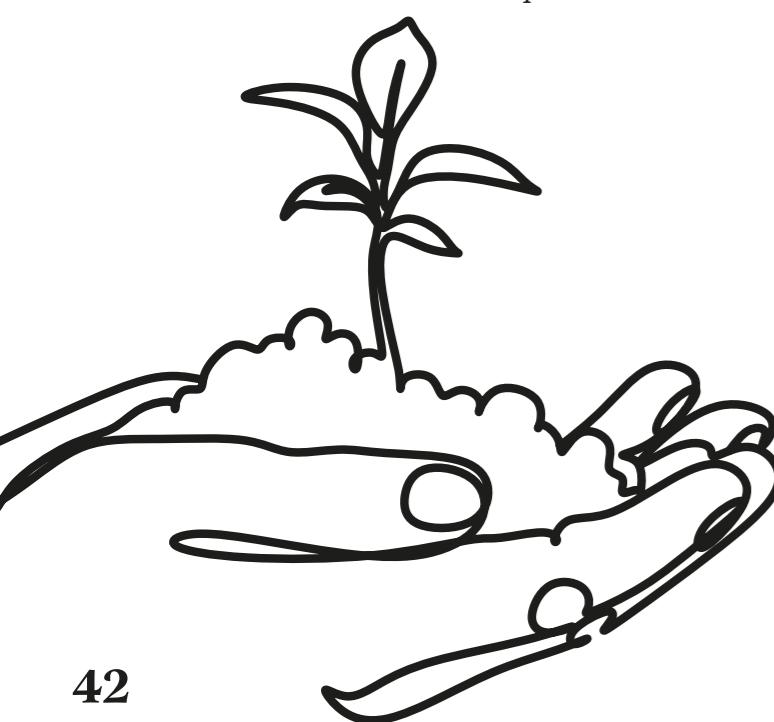
También existe una limitación espacial para esta técnica: los cambios en el medio ambiente y el paisaje limitan la selección efectiva de especies a áreas que tienen las mismas características que el campo de estudio (Zhang *et al.*, 2019).

Finalmente, al analizar el comportamiento mecánico de las plantas, se advierte un efecto adverso en individuos de grandes proporciones, que por su altura y peso pueden generar una sobrecarga de esfuerzo en el terreno cuando se presenta la incidencia de los vientos en su copa (Melo *et al.*, 2013).

## EFEKTOS DE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO

El primer efecto que siente el ambiente es la remoción de la capa superficial del piso, reduciendo así la capacidad productiva del lugar, ya que es en esta capa donde se concentra el mayor potencial de fertilización (Dyonisio, 2010).

Sin embargo, la disminución de la producción de cultivos es sólo una pequeña parte del problema. En países en vías de desarrollo, como México, la producción agrícola tiene una conexión directa



con la economía, lo que puede retrasar los planes de desarrollo del país, dificultar la vida en las zonas rurales y conducir a más personas a los centros urbanos, en viviendas precarias y barrios marginales, lo que genera descontento social y político (Rojas e Ibarra, 2003).

Con el aumento de la población en los centros urbanos, los límites municipales avanzan hacia

### ESTUDIOS REALIZADOS PARA MÉXICO

A pesar de ser ampliamente utilizada en países asiáticos y europeos, la primera investigación en Bioingeniería de Suelos realizada en territorio mexicano se llevó a cabo en 2014, y el avance de ésta aún se ve limitada por el

Tabla I. Estudios realizados en México y sus recomendaciones.

Área de estudio	Región fisiográfica	Tipo de vegetación	Recomendación de especies	Referencia
Iturbide, N.L.	Sierra Madre Oriental	Sotobosque	<i>Abutilon incanum</i>	Sánchez-Castillo <i>et al.</i> , 2014
Linares, N.L.	Sierra Madre Oriental	Sotobosque	<i>Melochia tormentosa</i>	Sánchez-Castillo <i>et al.</i> , 2014
Parque Nacional Chipinque, Monterrey, N.L.	Sierra Madre Oriental	Bosque de pino-encino	<i>Acacia berlandieri Quercus rysophylla Pinus pseudostrobus Ligustrum lucidum</i>	Sánchez-Castillo <i>et al.</i> , 2017
Iturbide, N.L.	Sierra Madre Oriental	Bosque de pino-encino y matorral espinoso tamaulipeco	<i>Acacia berlandieri Acacia rigidula Quercus rysophylla Jatropha curcas Ricinus communis</i>	Zavala-González <i>et al.</i> , 2019
Veracruz	-	-	<i>Ricinus communis</i>	Valdés-Rodríguez <i>et al.</i> , 2020

### CONCLUSIÓN

Conocer la información relacionada con las especies presentes en cada sitio, su capacidad de supervivencia y las propiedades físicas del suelo es de suma importancia para el éxito de los proyectos de restauración ecológica y la contención de la degradación.

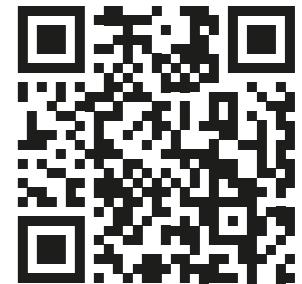
áreas de vegetación nativa, donde se produce la deforestación para la construcción de viviendas, de esta forma se intensifica el proceso de degradación del territorio (Morales, 2005). Este material es conducido y depositado en el fondo de los ríos, reduciendo drásticamente la altura del cauce, provocando inundaciones en ciudades y zonas agrícolas. Este efecto se puede observar en países en desarrollo, como Brasil y Argentina.

bajo número de investigadores en esta área. Sin embargo, algunos resultados de especies mexicanas pueden ser encontrados en artículos de investigación publicados, los cuales son presentados a continuación:

El avance de estudios relacionados a la Bioingeniería de Suelos, especialmente en nuestro país, es sumamente importante, además, es necesario comprender la gran diversidad de campos que abarca esta ciencia y que permitirán al investigador tener una visión más holística.

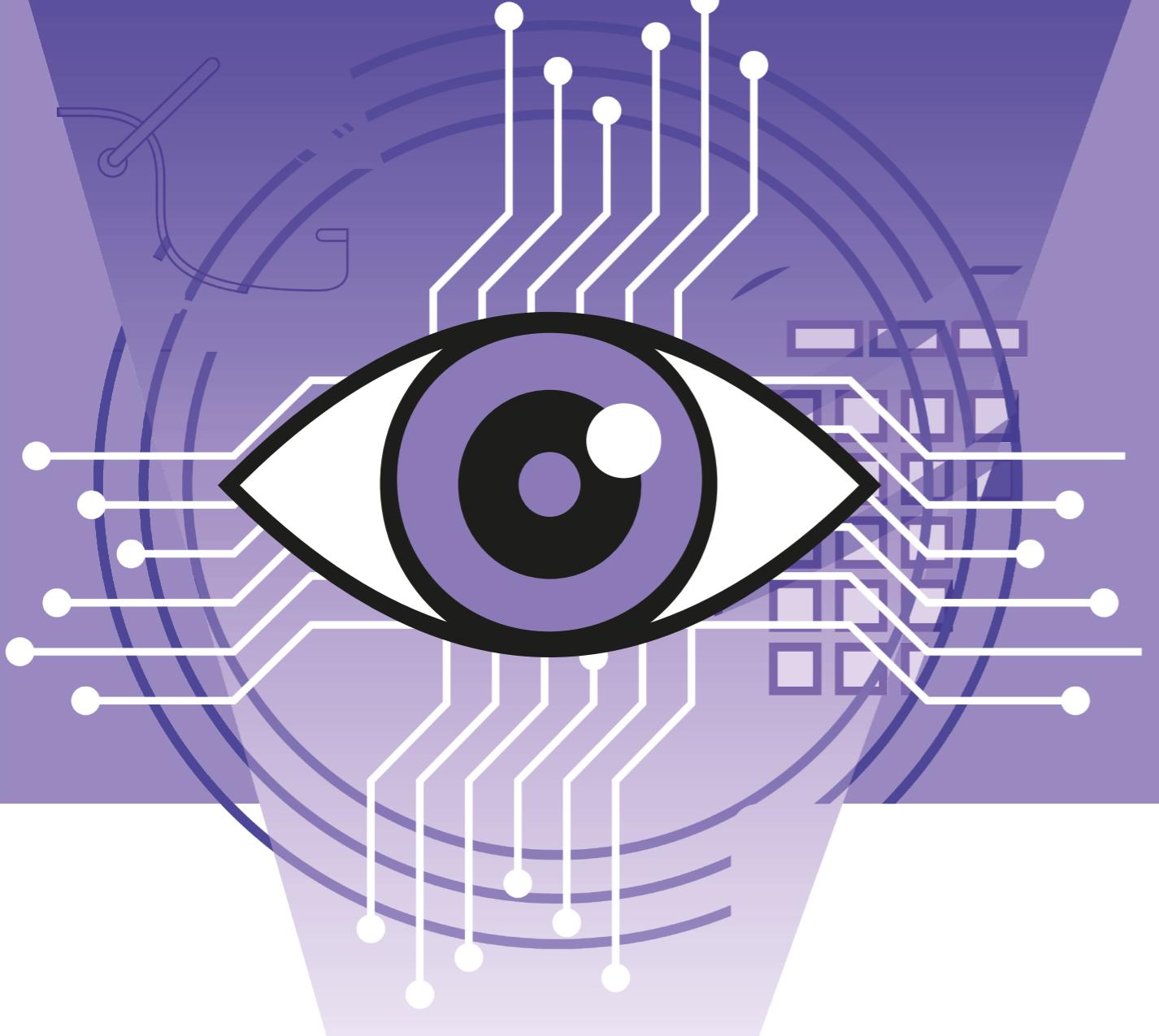


Descarga aquí nuestra versión digital



### REFERENCIAS

- Bischetti, G.B., Dio, M.D.F., y Florineth, F. (2012). On the origin of soil bioengineering. *Landscape Research*. 39(5):583-595.
- Dhital, Y.P., Kayastha, R.B., Shi, J. (2013). Soil Bioengineering Application and Practices in Nepal. *Environmental Management*. 51:354-364.
- Durlo, M.A., Sutili, F.J. (2014). *Bioengenharia*. Brasil. 191 p.
- Dyonisio, H.A.F. (2010). Erosão Hídrica: suscetibilidade do solo. Thesis. 13:15-25.
- Etchevers B., J.D., Cotler, H., Hidalgo, C. (2020). Salir de la invisibilidad: nuevos retos para la ciencia del suelo. *Terra Latinoamericana*. 38:931-938.
- FAO (2021). El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. Disponible en: <https://www.fao.org/3/cb7654es/cb7654es.pdf>
- Hu, T., Kang, S., Li, F., *et al.* (2011). Effects of partial root-zone irrigation on hydraulic conductivity in the soil-root system of maize plant. *Journal of Experimental Botany Advance*. 62:1-10.
- Maffra, C.B.B., Moraes, M.T., Souza, R.S., *et al.* (2017). Métodos de avaliação da influência e contribuição das plantas sobre a estabilidade de taludes. *Revista Scientia Agraria*. 18(4):129-143.
- Melo, F.L., Simão, J.B.P., Caiado, M.A.C., *et al.* (2013). Vegetação como instrumento de proteção e recuperação de taludes. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 8(5):116-124.
- Morales, C. (2005). Pobreza, desertificación y degradación de tierras. In: C. Morales, S. Parada (eds.). *Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales* (25-58). México: Cepal.
- Rojas, A.E., e Ibarra, J. (2003). La degradación del suelo y sus efectos sobre la población. *Población y Desarrollo*. 25:4-9.
- Sánchez-Castillo, L., Kosugi, K., Masaoka, N., *et al.* (2019). Eco-morphological characteristics of fern species for slope conservation. *Journal of Mountain Science*. 16(3):504-515.
- Sánchez-Castillo, L., Kubota, T., Cantu-Silva, I., *et al.* (2017). Comparisons of the root mechanical properties of three native Mexican tree species for soil bioengineering practices. *Botanical Sciences*. 95(2):259-269.
- Sánchez-Castillo, L., Kubota, T., Silva, I.C. (2014). Root Strength Characteristics of Understory Vegetation Species for Erosion Mitigation on Forest Slopes of Mexico. *Ecology & Development*. 28(2):1-8.
- Sanhueza, C., Villavicencio, G. (2012). Influencia de la cohesión aparente generada por raíces sobre la estabilidad de un talud natural en las dunas de Reñaca. *Revista de la Construcción*. 11:17-31.
- Valdés-Rodríguez, O.A., Alonso, A.E.J., Martínez, A.S., *et al.* (2020). Ensayos de tensión y flexión en raíces de especies tropicales. *Madera y Bosque*. 26(2):1-13.
- Zavala-González, R., Cantú-Silva, I., Sánchez-Castillo, L., *et al.* (2019). Ten native tree species for potential use in soil bioengineering in northeastern Mexico. *Botanical Sciences*. 97(3):291-300.
- Zhang, C., Li, D., Jiang, J., *et al.* (2019). Evaluating the potential slope plants using new method for soil reinforcement program. *Catena*. 180:346-354.



## Construir trabajo interdisciplinario desde la inteligencia artificial.

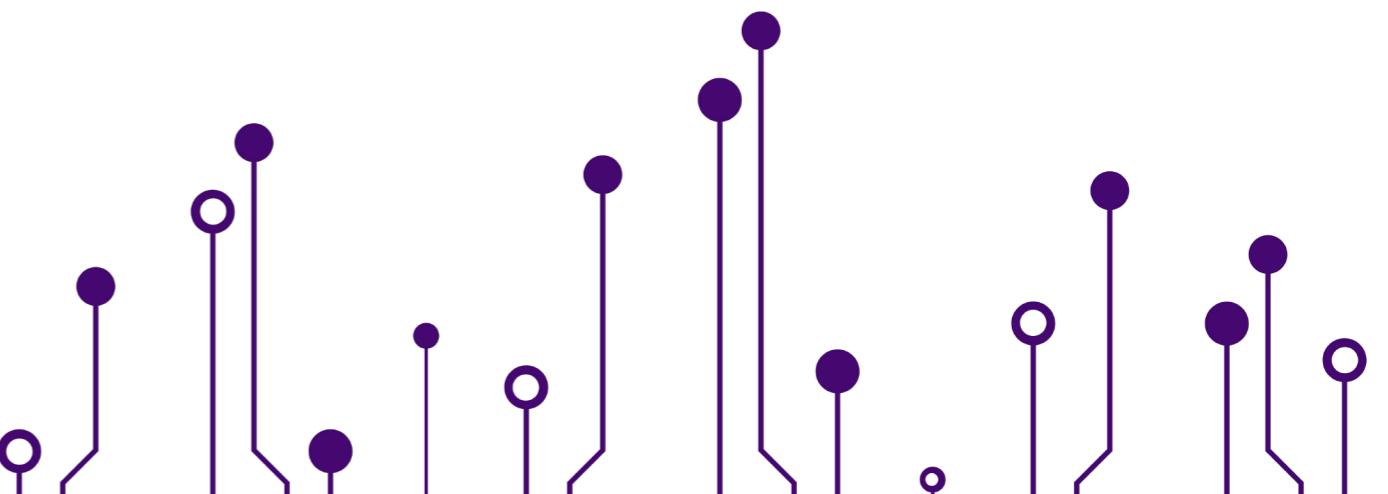
Entrevista a la doctora Dora-Luz Flores

María Josefa Santos Corral\*

\*Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.  
Contacto: mjsantos@sociales.unam.mx



La doctora Dora Luz Flores es ingeniera en Computación por la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), maestra en Sistemas Digitales por el IPN y doctora en Ciencias, también por la UABC, donde actualmente se desempeña como profesora e investigadora en el área de aprendizaje automático e inteligencia artificial, especialmente en los temas del uso de métodos estadísticos para entrenamiento de datos, incluyendo el minado de éstos en Bioingeniería, Ingeniería Biomédica, Biología Computacional y diseños de experimentos de nanomateriales, en los que ha publicado artículos científicos, capítulos de libro e impartido conferencias. Ha hecho estancias de investigación en distintas universidades, como en la de California Irvine, Estados Unidos; en la Sunderland University, de Inglaterra, y en la Politécnica de Cataluña. Ha participado y coordinado proyectos interdisciplinarios de investigación básica y aplicada y actualmente es editora en jefe de la *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*.





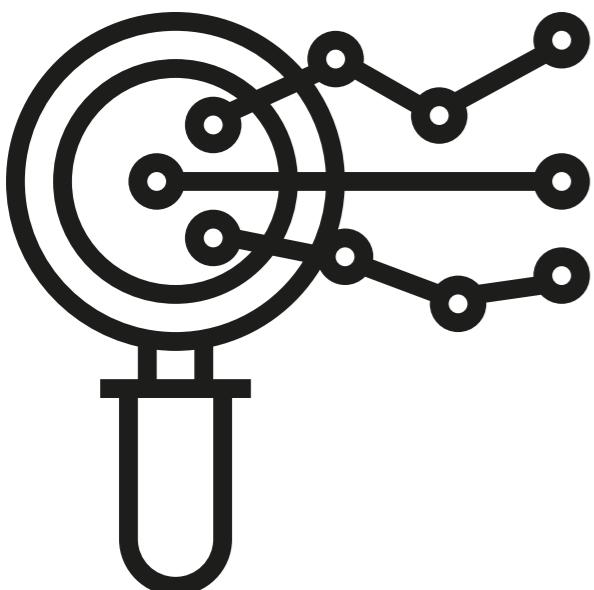
### ¿Qué situaciones de su vida detonan el gusto por la investigación?

Lo primero que puedo decir al respecto es que cuando estudiaba en la universidad, me llamaban la atención algunos maestros que además de dar clases hacían otras actividades y comencé a acercarme a ellos. En principio, pensaba que los maestros de tiempo completo sólo se dedicaban a la docencia, pero uno de ellos me invitó a participar en un proyecto de investigación. Me explicó que además de tomar cursos, al comenzar a hacer investigación podría incrementar mi currículo, y con ello, posteriormente, hacer un posgrado.

Trabajar en investigación, agregó, me ayudaría a escribir documentos formales. Pensé que era una oportunidad, pero tenía el inconveniente de que yo trabajaba, siempre trabajé y estudié, con lo que me quedaba poco tiempo libre. Le propuse entonces trabajar por proyecto, es decir, que me asignara una actividad y yo en una semana se la entregaba, para hacerla buscaba espacios en mi casa o en la escuela. Entonces

fue cuando comencé mi formación un poquito más allá de las clases y me gustó la dinámica de leer, hacer un resumen y luego discutir sobre lo que había encontrado. Al final, me dijo el profe, esto es investigación.

En la carrera estudié Ingeniería en Computación y programaba mucho, hacía muchos programas, pero a mí me gustaba lo que se hacía después. Esto es, la información que teníamos una vez que se desarrollaba el programa; analizar los datos, graficarlos por colores, mostrar los resultados y, después, presentarlos ante un público. Y yo decía: "¡Esto me gusta mucho!". Así fue como, en el quinto o sexto semestre de mi carrera, con este profesor descubrí la investigación y, aunque efectivamente me gustaba mucho, no me veía en el futuro cercano como alguien que fuera a dedicarse a eso, lo pensaba como parte de mi formación. Sí me atraía, pero lo vi sólo como parte de mi carrera de licenciatura en la universidad.



**En ese tiempo, por ahí se escuchaba que la IA era una herramienta útil para abordar problemas complejos.**

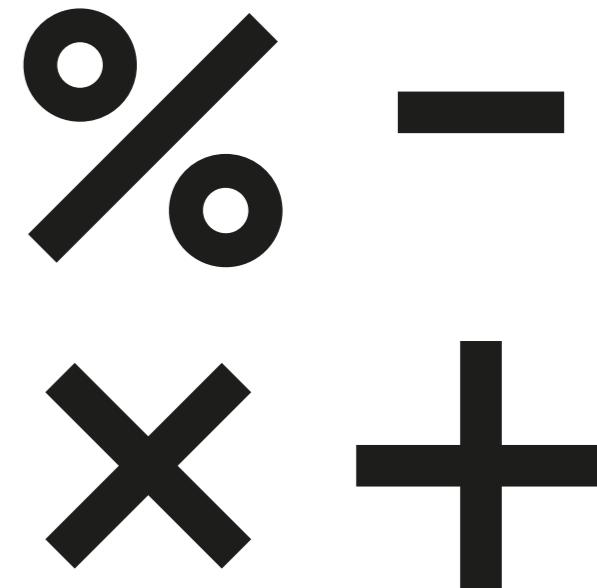


### ¿Por qué se decanta por una carrera en ingeniería?

Estudié Ingeniería en Computación. Recuerdo, en la prepa, cuando nos estaban haciendo los exámenes de orientación vocacional, resultó que mi perfil profesional se vinculaba con las matemáticas; no veía la ingeniería como una opción porque en mi casa nadie estudió esta disciplina. Creía entonces que debía estudiar leyes, y no me veía como ingeniera porque eran muchas matemáticas, ello a pesar de que siempre me gustaron y era buena. Se me hacían súper sencillas, súper fáciles, estudiaba poquito y pronto estaba dando clases a mis compañeros.

En la prepa, en sexto semestre, nos preguntó el profesor de computación: "¿Quién va a estudiar ingeniería?". Prácticamente nadie levantó la mano. Al ver el resultado cambió la pregunta: "¿A quién le gustan las matemáticas?". Y dos o tres levantamos la mano pues, aunque éramos un grupo de cuarenta, prácticamente todos pensaban estudiar administración de empresas. Mis compañeros decían: "claro, Dora siempre está ahí ayudando a hacer las tareas de matemáticas", y en efecto, a mí me gustaban.

Después de esa pregunta, pensé que podría estudiar ingeniería, el problema era decidir en qué. En ese entonces estaba el *boom* de la computación y al acercarme a la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), ahí en Tijuana, vi que la carrera de Ingeniería en Computación estaba en el *top* y todo mundo quería estudiar eso. Me inscribí. Sabía que quería entrar a esa universidad e hice el examen para ver si me admitían en Ingeniería de Computación. Al final fui aceptada en esa licenciatura, básicamente porque gracias a mi profesor me di cuenta de que era buena y me gustaban las matemáticas.



**Empecé a trabajar con médicos que demandaban el análisis de información más compleja.**

**En un equipo deben integrarse mujeres, no sólo porque hay que cumplir con la cuota de género, sino porque hacemos un buen trabajo.**



### ¿Cómo llega a la inteligencia artificial y específicamente a la minería de datos?

Viví en Tijuana hasta hace once o doce años. Como estudiante de la carrera de Ingeniería en Computación, y luego como profesora. Ahí me fui dando cuenta de los nuevos temas en el área de computación y poco a poco me fui adentrando en la inteligencia artificial (IA). Cuando estudié el doctorado, recuerdo que había problemas que teníamos que resolver con el método de regresión de datos no lineales y era complicadísimo, por ejemplo, los sistemas de ecuaciones diferenciales. En ese tiempo, por ahí se escuchaba que la IA era una herramienta útil para abordar problemas complejos. Sin embargo, no fue hasta que vine a Ensenada, hace más o menos doce años, que cambié un poco mis clases de Ingeniería en Computación a Bioingeniería.

Aquí en Ensenada tenemos, frente a la UABC donde yo trabajo, el Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Esto me permitió comenzar a hacer colaboraciones cuando ya conocía un poquito más de las herramientas de la inteligencia artificial. Mis colegas generaban muchos datos numéricos y de imágenes que tenía que analizar, haciendo modelos sencillos de regresión. Poco a poco la colaboración se fue diversificando y empecé a trabajar con médicos que demandaban el análisis de información más compleja, que requerían de sistemas más robustos. Para entonces las herramientas de la IA eran cada vez más sólidas y ahí empecé a usarlas para procesar los datos, desarrollando técnicas de minería de datos para modelar lo que mis colegas necesitaban, hacer regresiones, clasificaciones, predicciones y todas las actividades vinculadas al diagnóstico.



### ¿Cómo construye su red de trabajo desde la transdisciplina?

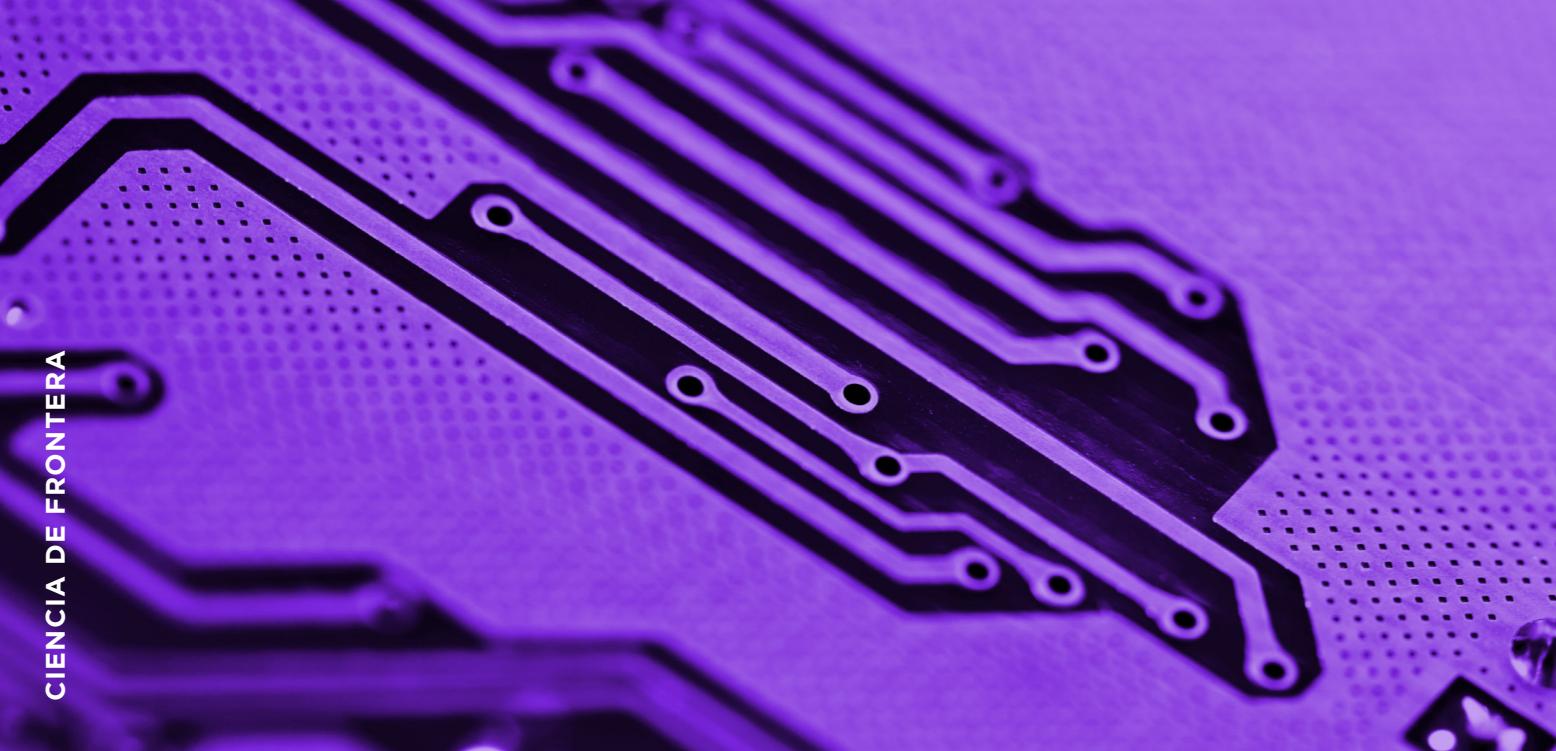
Llegando a Ensenada ocupé un puesto administrativo donde tenía contacto con todos los estudiantes que iban a egresar. Les ayudaba con los trámites de titulación, a conseguir prácticas profesionales y a que participaran en proyectos de vinculación. Todo lo que tenía que ver con vinculación intra e interinstitucional. Eso me llevó a tener comunicación con los supervisores de las unidades receptoras. Al tramitar todos los documentos de los tesistas conocí los temas de investigación de la unidad Ensenada, esto me permitió acercarme a maestros, directores o codirectores para proponerles proyectos de colaboración donde ellos tenían los datos y yo podría diseñar los modelos. Por ejemplo, ellos desarrollaban nuevos materiales y yo podía hacer un modelo donde se predecía exactamente qué porcentaje de su materia prima debían usar para hacer menos experimentos y obtener mejores resultados. Con ello, eventualmente, podrían reducir el número de experimentos para lograr un resultado más rápido y menos costoso.

Como consecuencia de estas exitosas primeras colaboraciones, me recomendaron con otros investigadores y así fue creciendo la red. Me invitaron a impartir conferencias y con la pandemia, la virtualidad permitió que mis pláticas se transmitieran por Facebook o canales de YouTube, lo que me llevó a conocer a más personas, quienes me planteaban nuevos problemas y colaboraciones. Nos poníamos de acuerdo sobre cuál era el problema, los alumnos que participarían y la forma de abordarlo. En el acercamiento con colegas de otras disciplinas hubo que resolver dificultades como

la polisemia de los conceptos. Para nosotros, un modelo es una ecuación matemática, mientras que, para los investigadores del área de Biología, es un modelo animal. Teníamos que ponernos de acuerdo en cómo definir los conceptos.

Con todo lo anterior hemos estado tejiendo una red desde la interdisciplina. Primero, difundiendo los proyectos de investigación que desarrollamos aquí en Ensenada y luego planteando nuevos. En principio, pequeñas colaboraciones que nos permitieran hacer desarrollos para resolver un problema a la vez que construímos una lengua franca. Ahora, mi red se ha ampliado. Trabajo con mucha gente aquí en México y, cuando estuve en mi año sabático en California, Estados Unidos, también de ahí me traje más colaboraciones. Eso fue en 2019 y sigo trabajando con ellos, colegas del área de computación y del área de ingeniería biomédica.

La ingeniería biomédica ha sido un área muy importante para estas colaboraciones porque en 2018 formé parte de la mesa directiva de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica (Somib), que asocia a prácticamente todas las universidades y centros de investigación del área en México. La red también es miembro del Consejo Regional de Ingeniería Biomédica para Latinoamérica. Así, hemos estado creciendo. En resumen, creo que el cambio importante fue cuando vine a Ensenada a apoyar en la carrera de Bioingeniería desde el área de computación aplicada a los sistemas biológicos, y ya de ahí hemos hecho investigaciones a nivel local, nacional e internacional.



### **¿Cuáles son los desafíos a los que se ha enfrentado para aplicar sus conocimientos en áreas distintas a la producción académica?**

Una de las barreras más importantes es la entrada al mundo médico. Hemos tenido casos de éxito, pero también fracasos. Me acuerdo muy bien que en una ocasión fuimos a presentarnos como equipo de trabajo a un grupo de médicos con la propuesta de apoyarlos en el diagnóstico temprano. Lo primero que nos dijeron fue: "¡No, porque tú no me vas a venir a quitar el trabajo!". Pienso que fue falta de experiencia al presentarnos, al exponer que lo que pretendíamos era hacer equipo y apoyar.

Esa ha sido una lección que he aprendido en el camino. Es complicado, pero no es imposible y nadie te lo enseña, lo vas experimentando equivocándote y acertando. Algunas veces también me ha costado el hecho de ser mujer en ingeniería, donde hay muchos más hombres que mujeres. Me acuerdo, en una ocasión, en la que estaba en una reunión con dos colegas hombres y yo era la única mujer, y aunque todos

teníamos doctorado, nuestro interlocutor se dirigía a ellos como doctores y a mí me decía: "¿Y tú, m'ija?". Después de un rato le indiqué que yo también era doctora, si íbamos a hablarnos apelando a nuestro nivel académico, yo también había estudiado un doctorado. Le expliqué que no entendía por qué a mí me decía "m'ija" y a ellos doctores. En ese momento se complicó la situación, quizás me faltó decir desde el principio que yo también era doctora, que me digan "m'ija" no es algo que me guste.

Al principio de mi carrera, lo anterior no era tan importante y no lo dimensionaba, ahora que tengo más experiencia y que ubico el lugar donde estoy, sí lo manifiesto. De alguna manera he aprendido a buscar colaboraciones en las que no debería interferir si eres mujer u hombre para hacer un buen proyecto. Creo que eso es también fue un reto, pero ahora podría decir que ya está superado, ¡espero que así sea!

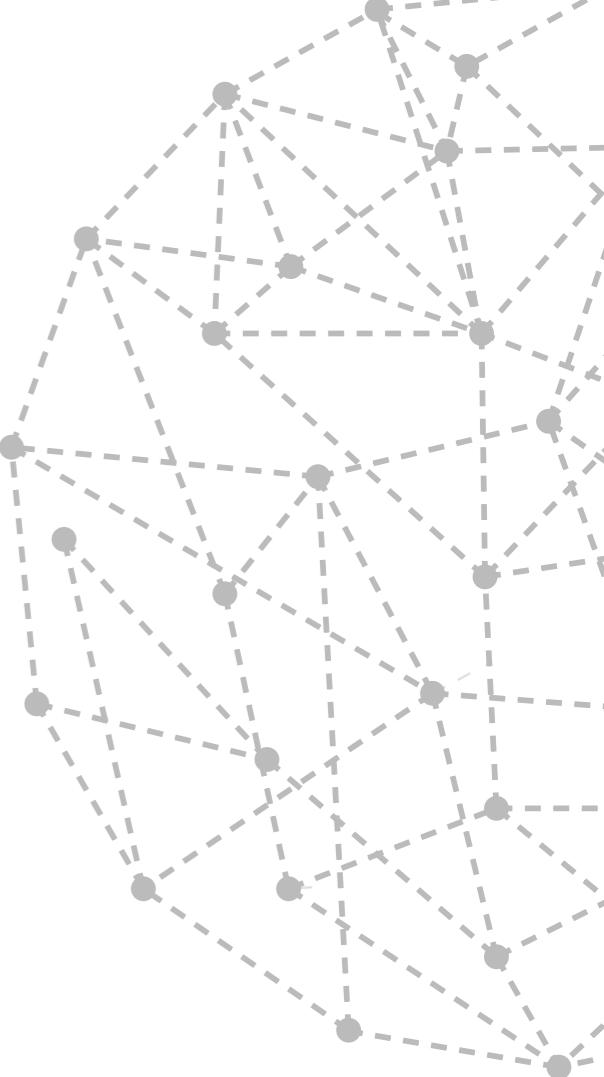


### **¿Qué estrategias ha desarrollado para moverse como mujer en el mundo de la ciencia, y específicamente de la ingeniería?**

Yo creo que la principal es hacer un buen trabajo que hable por ti. Digamos que, cuando ofreces un buen servicio, el cliente, vamos a llamarlo así, es el que pasa la voz. ¡Ah!, piensa algún futuro colaborador, me gustaría localizar a alguien que desde la IA pueda diseñar un modelo para el diagnóstico temprano de tal o cual problema de salud o para el de alguna enfermedad. Entonces alguien, que ha trabajado contigo con buenos resultados, recuerda: "pues mira, yo trabajé con Dora Luz Flores, te la puedo recomendar porque maneja esas herramientas, las colaboraciones se establecen por proyectos y por tiempos, las dos partes acordamos un estilo, a lo que se suma que la doctora Flores es muy responsable con los tiempos acordados". Esto último es algo que siempre he hecho y desde que estuve en Estados Unidos lo apreció más.

En un equipo deben integrarse mujeres, no sólo porque hay que cumplir con la cuota de género, sino porque hacemos un buen trabajo. Sin embargo, pienso que es importante que en la política pública se considere esta equidad porque, de lo contrario, no vamos a avanzar. También hay que desarrollar acciones y comentarios sutiles. Por ejemplo, cuando escuchas algún mensaje de misoginia o algún chiste misógino no hay que dejarlo pasar. A veces no sabemos lo que decimos o lo que implica un comentario, pero, si tú haces un comentario suave donde expreses que no te sientes cómoda, las cosas cambian. Antes no lo hacía, ahora lo he aprendido a hacer y eso me ha funcionado.

Yo creo que la seguridad que tengo al saber que hago mi trabajo bien, me ha permitido exigir que me traten como igual y señalar los comentarios con los que no me siento cómoda. No se pueden normalizar los comentarios misóginos.



**Con todo lo anterior hemos estado tejiendo una red de la interdisciplina.**



### **¿Qué le ha dado la doctora Flores a la UABC y usted qué ha recibido de ésta?**

Esa pregunta me encanta. Nunca me la habían hecho y desde que enviaste el cuestionario me dejó meditando. La UABC me dio una carrera que me ha permitido vivir de esto. Me dio una formación desde la licenciatura hasta el doctorado. Creo que me ha dado, prácticamente, toda mi vida profesional. Me ha dado también compañeros que ahora son mis amigos de vida o colegas de trabajo. Por ejemplo, aquí conocí a una compañera, cuando estudiábamos juntas la licenciatura, y ahora seguimos

siendo amigas, éramos las dos únicas mujeres en el grupo. En resumen, la UABC me ha dado mi formación, una de mis mejores amigas y la oportunidad de trabajar. Ahora soy profesora de tiempo completo y eso me permite sentir estabilidad. Me siento muy satisfecha por el trabajo que la Universidad me ha permitido desarrollar. A pesar de los conflictos que a veces se dan, me siento estable laboralmente, porque tengo un futuro que creo que está seguro y definido.

¿Qué le he dado yo a la universidad? Pues, algunos reconocimientos, algunos números, hablando de números fríos. La universidad y todas las instituciones dicen: "Bueno, vamos a medir ¿cuántos doctores?, ¿cuántos SNI?, ¿cuántos éstos, cuántos los otros?". Entonces, yo le he dado todo eso. He trabajado mucho, muchísimo para la universidad, formando estudiantes, haciendo proyectos de investigación. Recientemente me nombraron miembro del Consejo Internacional de Ciencia y, bueno, eso para mí es el logro más importante que he tenido en mi carrera profesional pues es el Consejo que está a un lado de la Organización Mundial de la Salud. También, debido a mi formación, recibí la beca Fulbright García Robles para hacer una estancia sabática en Estados Unidos en la Universidad de California Irvine. O sea, le he dado números, cifras, y yo me siento muy realizada, muy contenta de ser parte de esa institución. Es una institución grande.

Me gustaría incidir más en la toma de decisiones a nivel ingeniería y desde mi perspectiva de mujer que hace ciencia, pero creo que todavía hay tiempo para eso. Por ahora estoy muy satisfecha de contribuir. Pienso que tanto la universidad como yo nos estamos beneficiando de nuestra relación. Me gusta mucho mi trabajo. Disfruto dar clases, me encanta la investigación y la UABC me permite hacer eso. Uno de los indicadores, para mí, importantes en la universidad, es cuando los alumnos te eligen como madrina de generación y lo han hecho en cuatro ocasiones, la última hace una semana. Me hace sentir que el trabajo que hago con ellos vale la pena, porque es un reconocimiento más allá de tener el SNI o estímulos. El hecho de que me digan: "¡Ah! ¿Quieres ser madrina de generación?", es para mí lo máximo. Nos hemos dado mucho, la UABC a mí y yo a la UABC y a toda la comunidad. Creo que no pude elegir nada mejor que dedicarme a esto.

**En resumen, la UABC me ha dado mi formación, una de mis mejores amigas y la oportunidad de trabajar.**

Descarga aquí nuestra versión digital



# MUJERES EN EL IMPULSO Y SOSTENIBILIDAD DE LA CIENCIA

PEDRO CÉSAR CANTÚ MARTÍNEZ\*



\* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.  
E-mail: cantup@hotmail.com

En el ámbito de la generación de conocimiento es cada vez más notoria la participación de las mujeres. Sin lugar a dudas, esto es una realidad que debiera orientar, en el ámbito internacional, al establecimiento de políticas y programas más justos –tanto en las condiciones laborales, como para su futuro desarrollo–, que sean favorecedores a sus inquietudes personales y además sean más empáticos con las necesidades particulares que les son inherentes (Mendieta-Ramírez, 2015). En este sentido, Evangelista, Tinoco y Tuñon (2012:8) asientan que “la presencia de mujeres en las instituciones científicas permite dar cuenta de que, a pesar de la creciente presencia de alumnado femenino en las universidades, éste no participa en la misma proporción que los hombres”.

Por lo anterior, las Naciones Unidas, el 11 de febrero del 2015, instituye el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia que, como toda declaración de carácter universal, lleva por propósito concientizar que subsiste una problemática en derredor de todas las sociedades al no hacer patente su papel en la ciencia y su valioso aporte a los avances y progresos en el mundo. Esta proclamación hace referencia a visibilizar y fomentar

...actividades de educación y sensibilización pública a fin de promover la participación plena y en condiciones de igualdad de las mujeres y las niñas en la educación, la capacitación, el empleo y los procesos de adopción de decisiones en la ciencia, eliminar toda forma de discriminación contra ellas, incluso en las esferas de la educación y el empleo, y sortear las barreras jurídicas, económicas, sociales y culturales al respec-

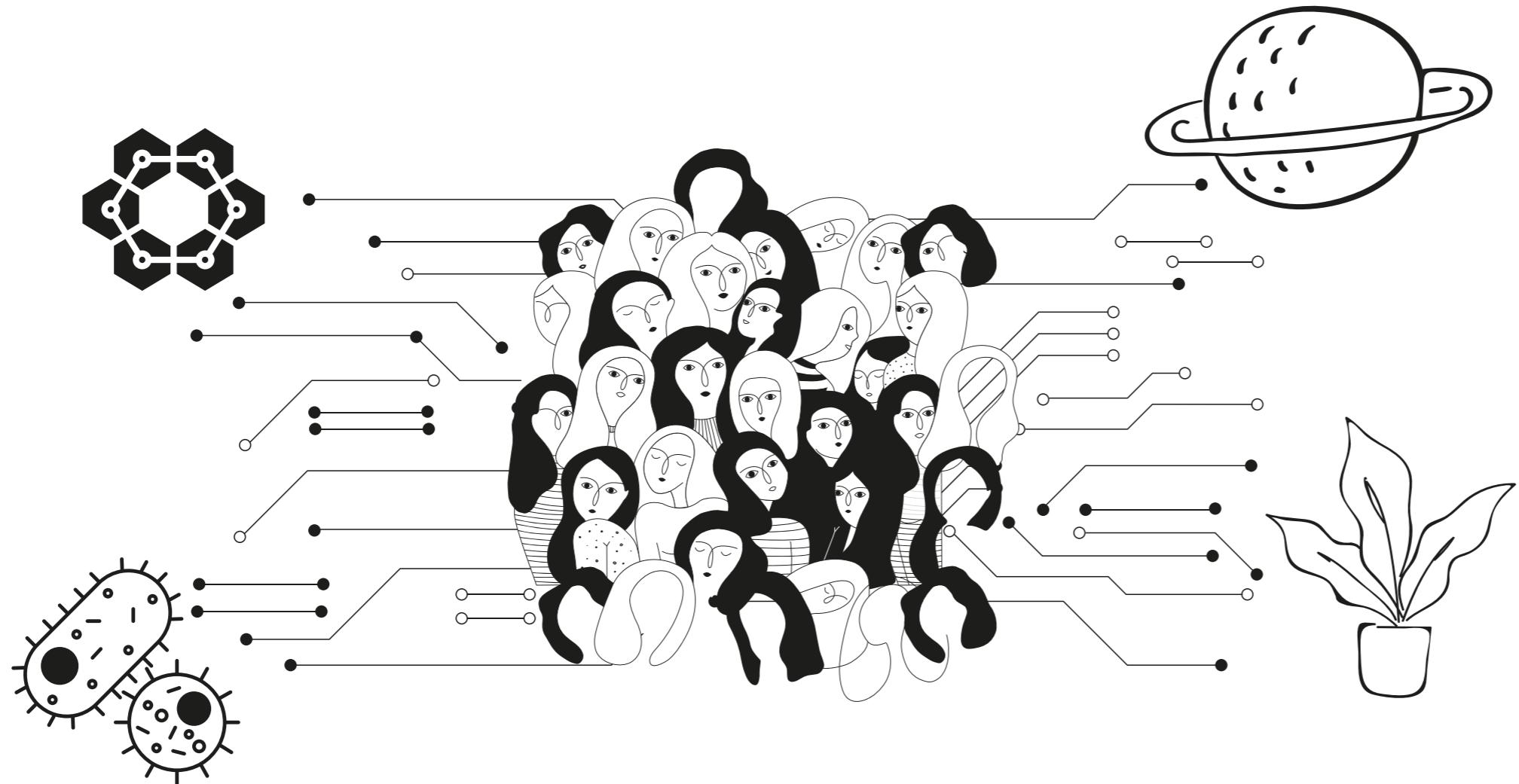
to, mediante, entre otras cosas, la promoción del establecimiento de políticas y planes de estudio en el campo de la ciencia, incluidos programas escolares, según corresponda, para alentar una mayor participación de las mujeres y las niñas, promover las perspectivas de carrera de las mujeres en la ciencia y reconocer sus logros en la ciencia (Naciones Unidas, 2015:2-3).

La instauración de este día otorga la posibilidad de reflexionar desde la perspectiva de género en la ciencia, así como analizar las condiciones estructurales del quehacer científico y las cuestiones epistemológicas, para pugnar por circunscribirlas de manera horizontal como parte de la sustentabilidad social, de los objetivos de desarrollo sustentable y aquellos que conciernen a la actividad científica (Hernández, 2018).

A lo largo de la historia, las mujeres han jugado un papel importante en el avance científico y tecnológico, por este motivo, en el presente manuscrito se aborda qué es la sustentabilidad social, la invisibilidad de las mujeres en la ciencia, su contribución a la actividad científica, para culminar con algunas consideraciones finales en relación a este tema.

## SUSTENTABILIDAD SOCIAL

Principalmente, la sustentabilidad social abordaba dos temáticas primarias: la pobreza y el aumento de la población en el mundo (Foladori, 2002). Sin embargo, tras ser establecidos los 17 Objetivos de Desarrollo Sustentable en 2015, conjuntamente con sus 169 metas, es que se otorga integralidad al concepto de desarrollo sustentable,



que alberga distintas condiciones de vida y capacidades sociales, lo cual aloja también diferentes prioridades nacionales e internacionales en el ámbito socioambiental.

En este marco, el objetivo 5 indica la relevancia de lograr la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de todas las mujeres y niñas; también se hace saber entre sus metas la necesidad de contribuir e impulsar el reconocimiento de ellas. Así hallamos metas como poner fin a todas las formas de discriminación contra todas las mujeres y las niñas en todo el mundo, y la que refiere a aprobar y fortalecer políticas acertadas y leyes aplicables para promover la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de las mujeres y las niñas a todos los niveles (ONU Mujeres, 2023).

Al respecto, Muñoz-Pogossian y Barrantes (2016:14), comentan: “Al mis-

mo tiempo, la comunidad internacional ha reconocido que la equidad es un principio fundamental del desarrollo. Se ha argumentado que el nuevo paradigma de desarrollo implica crecer para igualar, e igualar para crecer”. Por consiguiente, la sustentabilidad social, conjuntamente con el objetivo de desarrollo sustentable 5, determinan como imprescindible concretar acciones en la sociedad para impulsar relaciones más justas entre los seres humanos (Cantú-Martínez, 2017). Con esto se pretende vigorizar la cohesión y estabilidad de las sociedades, de los hombres y mujeres, y grupos o sectores sociales que se encuentran desfavorecidos o en desventaja frente a otros. Es decir, busca la equidad mediante distintas perspectivas, como desde los derechos humanos, políticos, económicos, culturales, étnicos y de género.

Como se afirma arriba, se pretende, a nivel global, maximizar los beneficios y oportu-

nidades que incrementen el bienestar de todas las personas, que promuevan el desarrollo personal de todo individuo, con un estilo de vida responsable, inspirado en los valores de la paz, con alto contenido de justicia social y cooperadores con la otredad. Que además dé pauta a un desarrollo con equidad social y esté orientado hacia la obtención de una mejor calidad de vida. Ya que, lamentablemente, como hacía notar Luis Almagro (2016:7), secretario general de la Organización de los Estados Americanos, al señalar: “Aún pesa más el lugar donde uno ha nacido, la extracción social, el género, la raza o la orientación sexual a la hora de acceder a las oportunidades que toda sociedad debe generar a sus ciudadanos”.

Por lo tanto, la equidad y la inclusión social –en el contexto de la sustentabilidad social– se han convertido en elementos clave de los esfuerzos globales en el marco de

la Agenda 2030, enfatizando la importancia de eliminar los impedimentos que amenazan el acceso equitativo a las oportunidades de desarrollo para un sinnúmero de personas en todo el mundo.

## INVISIBILIDAD DE LAS MUJERES EN LA CIENCIA

La presencia de la mujer en la ciencia se ha vuelto cada vez más significativa debido a los grandes avances en la comprensión y observancia de la paridad de género. No obstante, sus contribuciones, así como su liderazgo y logros, han sido subestimados o incluso no reconocidos desde tiempos inmemoriales. Sin embargo, un número creciente de contribuciones exitosas demuestra su talento. Es así que, hoy en día, un gran número de féminas ocupan posiciones científicas sobresalientes, que sin lugar a dudas alientan a las más jóvenes a prepararse y discutir profesionalmente en el ámbito científico.

Sin embargo, como comenta Daste (2019:6), terminantemente: “Desde muy temprano, cuando tienen oportunidad de buscar una formación, las niñas son estimuladas a avanzar en carreras más vinculadas al cuidado, mientras que los varones son incentivados a involucrarse en actividades técnicas y científicas”. A lo cual agrega que también coexisten en determinadas carreras profesionales los estereotipos de masculinidad, que las alejan de estos ámbitos profesionales universitarios, como sucede en las ciencias, donde su presencia es minoría.

Por esta razón existe la necesidad de fortalecer el espacio de discusión para desarrollar políticas e iniciativas que reconozcan las especificidades y barreras que enfrentan las mujeres, y así apoyar su participación, liderazgo, influencia y autoridad científica. Al respecto, Morales (2019) hace mención que, en algunos escenarios profesionales, la presencia femenina es aún una realidad bastante distante. Esto se debe a una postura de segregación obcecada hacia ellas.

Este contexto social que las confronta en la actividad científica de desigualdad, también trasciende a otras esferas como la laboral, educativa y de reconocimiento a sus actividades. El hecho es que sus contribuciones tecnocientíficas “han sido silenciadas por la historia tradicional, debido ya sea a distintos sesgos o a concepciones estrechas de la historia de la ciencia” (Wasakman, 2005:3), que fundamentalmente se erige sobre la trayectoria de personajes masculinos.

Todo esto demarca un contexto donde resultan afectadas principalmente por la falta de equidad, particularmente cuando destacan en su entorno científico donde llevan a cabo sus actividades profesionales de investigación. Enfrentando en muchas ocasiones problemas de financiación de sus proyectos, publicación de sus resultados y la prestación necesaria para consolidar sus espacios con equipamiento, quedando abrumadoramente relegadas, o bien sujetas a juicios de valor de varones, mayormente sobre el desempeño de sus tareas (Wasakman, 2005).

Lo anterior se ha traducido en una infravaloración de su actividad científica en el mundo (Sánchez-Guzmán y Corona-Vázquez, 2009). Es por ello que las mujeres aún enfrentan desafíos para acceder al mismo nivel de oportunidades que los varones. Su importancia no se puede minimizar, ya que se tiene, ante esto, una enorme coyuntura para fortalecer la sustentabilidad social, así como para propagar la igualdad de género, la justicia social y extender el impacto generalizado de la ciencia.

## CONTRIBUCIONES DESTACADAS DE LAS MUJERES A LA CIENCIA

Innumerables mujeres han contribuido con su conocimiento al progreso de la ciencia y la tecnología, desde la antigua Grecia hasta el periodo moderno. A continuación se expone una lista no exhaustiva. De la antigua

Grecia podemos citar a una alumna de Pitágoras –más tarde su esposa–: Teanos de Crotona (siglo VI a.C.), quien de acuerdo al recuento de acontecimientos históricos, escribió textos sobre los poliedros regulares y contribuyó a la teoría de la proporción, que se encargó de difundir por Grecia y Egipto. Asimismo, podemos aludir a Aspasia de Mileto (siglo V a.C.), cuyas contribuciones versaron, esencialmente, en el área de la medicina (Gobierno de Aragón, s/f).

En el periodo moderno podemos mencionar a Mary Somerville (1780-1872), quien poseía un enorme interés en la ciencia, principalmente en las Matemáticas. Sin embargo, también logró interesarse en aspectos relacionados con la Botánica, la Geología y la Astronomía. En este último campo, evaluó los movimientos orbitales de Urano (Zuasti, 2023). En esta misma línea de personalidades aparece Marie Curie (1867-1934), quien destaca por su labor científica al aislar tanto el radio como el polonio, y por haber recibido dos premios Nobel, uno en el área de Física, en 1903, y el otro en 1911, en el área de Química (Binda, 2009). También hallamos a Florence Nightingale (1820-1910), contemplada como precursora de la enfermería, siendo versada también en la práctica de la Estadística y esbozos de la epidemiología (Gobierno de Aragón, s/f).

También tenemos a Margaret Mead (1901-1979), cuyas investigaciones fueron sumamente relevantes en el ámbito de la Etnografía; sus contribuciones se centraron en los pueblos analfabetas de Oceanía al indagar sobre aspectos psicológicos, culturales y comportamientos sexuales (Gobierno de Aragón, s/f). Otro ejemplo lo tenemos en la persona de Rachel Carson (1907-1964), quien con su trabajo y compromiso científico mostró los estragos que la manufactura de químicos, a través de la aplicación de pesticidas e insecticidas, provocaba tanto en los ecosistemas como en la salud de las personas. Su discurso escrito, plasmado en su libro *La primavera silenciosa*, evidenció

el envenenamiento que el entorno natural sufría, y que más adelante se constituiría en un hito para regular el uso de estos productos (Barcena, 2009).

En este mismo tenor encontramos a Rosalind Franklin (1920-1958), estudiosa de la Química, cuya labor fue trascendental para comprender y determinar la estructura molecular del ácido desoxirribonucleico,

el material que encierra la información hereditaria de todos los organismos vivos, y quien debido a su fallecimiento no pudo recibir el Premio Nobel (Camacho, 2007). De igual manera podemos mencionar a Katherine Johnson (1918-2020), mujer apasionada de las Matemáticas, cuya contribución principal fue en el ámbito de la Aeronáutica, primordialmente en la exploración espacial, donde su intervención permitió el éxito de

"Madame Curie", ilustración cortesía de: Erick Rdz.



la misión tripulada Freedom 7, al realizar los cálculos para la trayectoria orbital y el amerizaje. Además, realizó los cálculos que permitieron la sincronización del Luna Lander con el módulo de mando, en la misión tripulada del Apolo 11, durante su desempeño en la NASA (Pastor, 2020).

Por otra parte, figura Jane Goodall, quien nació en 1934, y cuyo trabajo de investigación se centró en el estudio de los primates. Los resultados de sus trabajos confirmaron el hecho de que los chimpancés ostentan emociones, cuentan con personalidades particulares, exhiben conductas que los distinguen de forma individual y mantienen comunitariamente lazos afectivos y familiares (Cabeza, 2016). En este mismo contexto mencionemos a Lynn Margulis (1938-2011), destacada como una de los transcedentes personajes dentro del campo de la evolución biológica. Su principal aportación fue generar la teoría de la endosimbiosis seriada, la cual describe la transición de las células procarióticas a eucarióticas, a través de la incorporación de material genético proveniente de bacterias. Margulis halló evidencia y semejanzas entre las bacterias y dos estructuras celulares: los cloroplastos y las mitocondrias (De Costa, 2011).

Por último, en esta lista no exhaustiva, comentaremos la actividad de Françoise Barré-Sinoussi, nacida en 1947, quien recibió el Premio Nobel en el área de Medicina en 2008, tras los trabajos realizados para aislar el retrovirus del VIH y conocer la parte biológica de la enfermedad, lo que más tarde llevó a producir los tratamientos antirretrovirales actuales (Minguez, 2013).

## CONSIDERACIONES FINALES

En la ciencia, las féminas han sido siempre influyentes, pero esto es más ostensible en el último siglo. Sin embargo, a pesar del tre-

mendo progreso, aún quedan muchas barreras para su participación en este ámbito. De hecho, la mujer ha observado siempre el entorno que le rodea para comprenderlo y describirlo, pero también es cierto que sus valoraciones científicas han sido ignoradas, escondidas y, en muchos casos, empleadas y plagiadas.

Por lo tanto, existe la necesidad de abatir estas acciones de desdén, y promover, en cambio, su participación para comprender mejor el mundo y su realidad. El conocimiento generado por las mujeres también contribuye al ascenso científico de manera sustancial, mediante el conocimiento que generan y las prácticas que aportan. Esta pluralidad de enfoques adicionalmente contribuye a la innovación que permitirá a la ciencia arrogarse mayores retos.

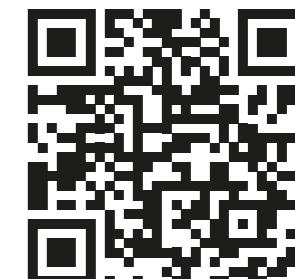
Esto es fundamentalmente relevante si se considera que el contar con mayores posturas científicas –de mujeres y hombres– se podrán obtener mejores resultados y por ende mayor éxito en el emprendimiento científico. Por esto, contar con la participación femenina, y su aporte, es de gran relevancia para la sociedad y el progreso de la ciencia.

## REFERENCIAS

- Almagro, L. (2016). Prólogo. En B. Muñoz-Pogossian y A. Barrantes (Eds.). *Equidad e inclusión social: superando desigualdades hacia sociedades más inclusivas* (pp. 7-8). Washington: Organización de los Estados Americanos.
- Barcena, I.B. (2009). Rachel Carson (1907-1964). El compromiso científico al servicio de la salud de personas y ecosistemas. *Ecolología Política*. 37:121-125.
- Binda, M.C. (2009). Marie Curie, una mujer pionera en su tiempo. *Revista Argentina de Radiología*. 73(3): 265-270.
- Cabeza, L. (2016). Jane Goodall: vida e implicación en el mundo de la primatología.

- En: A. Ginard, D. Vicens, y G.X. Pons (Eds.). *Ideas que van canviar el món* (pp. 261-275). España: SHNB-UIB.
- Camacho, L.M. (2007). ¿Quién fue Rosalind Franklin? *Culcyt*. 4(18):26-32.
- Cantú-Martínez, P.C. (2017). Sustentabilidad social: un acercamiento sociolaboral y de ciudadanía a la mujer mexicana. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*. 13(1):112-124.
- Daste, D. (2019). ¿Vamos a hablar de ciencias? *Revista Mujeres en la Ciencia*. 1:5-7.
- De Costa, J. (2011). Lynn Margulis in memoriam. *Revista Eubacteria*. 27:1.
- Evangelista, A., Tinoco, R., y Tuñon, E. (2012). Género y ciencia en México. *Ciencia*. Julio-septiembre: 8-15.
- Foladori, G. (2002). Avances y límites de la sustentabilidad social. *Economía, Sociedad y Territorio*. 3(12):621-637.
- Gobierno de Aragón. (s/f). *Mujeres científicas. Una mirada al otro lado*. España: Departamento de Servicios Sociales y Familia, Gobierno de Aragón.
- Hernández, M. (2018). *Las mujeres en la historia de las ciencias. Una secuencia didáctica en la escuela secundaria*. V Jornadas CINIG de Estudios de Género y Feminismos y III Congreso Internacional de Identidades. Ensenada, Buenos Aires, Argentina. 10 y el 12 de julio de 2018.
- Mendieta-Ramírez, A. (2015). Desarrollo de las mujeres en la ciencia y la investigación en México: un campo por cultivar. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 12:107-115.
- Minguez, A. (2013). *Semblanza de la doctora Françoise Barré-Sinoussi*. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.
- Morales, A.P. (2019). Mujeres en la ciencia y la ciencia de las mujeres. *Revista Mujeres en la Ciencia*. 1:8-13.
- Muñoz-Pogossian, B., y Barrantes, A. (eds.) (2016). *Equidad e inclusión social: superando desigualdades hacia sociedades más inclusivas*. Organización de los Estados Americanos.
- Naciones Unidas. (2015). *Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia* 11 de febrero. Disponible en: <https://bit.ly/3Wo0T5L>
- ONU Mujeres. (2023). *ODS 5: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas*. Disponible en: <https://bit.ly/3QJYKjp>
- Pastor, M.A. (2020). Día 11 de febrero, Día de la Niña y la Mujer Científica: Katherine Johnson. *Tiempo y Clima*. 68:12-14.
- Sánchez-Guzmán, M.A., y Corona-Vázquez, T. (2009). Inserción de las mujeres en la ciencia. *Gaceta Médica de México*. 145(1):71-76.
- Waksman, N. (2005). El papel de la mujer en la ciencia. *Ciencia UANL*. 8(1):3-6.
- Zuasti, N. (2023). *Mary Somerville (1780-1872)*. Disponible en: <https://mujeresconciencia.com/2017/08/24/mary-somerville-1780-1872/>

Descarga aquí nuestra versión digital





# DE CONTAMINACIÓN Y TESOROS GALÁCTICOS

LUIS ENRIQUE GÓMEZ VANEGAS\*

\*Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.  
Contacto: luis.gomezv@uanl.mx



En mi ciudad desde hace varios años es común escuchar una información muy recurrente: la mala calidad del aire que respiramos debido a la contaminación ambiental. Sin duda se trata de un gran problema, pues respirar aire contaminado podría hacer que algunas partículas tóxicas sean transportadas desde los pulmones al cerebro, a través del torrente sanguíneo, lo que podría promover trastornos cerebrales y daños neurológicos, según revela un nuevo e inquietante estudio.

El equipo internacional de la doctora Iseult Lynch, de la Universidad de Birmingham en el Reino Unido, ha descubierto un posible camino directo desde los pulmones hasta el cerebro, mediante la circulación sanguínea, que sería utilizado por diversas

partículas finas inhaladas, provenientes del aire contaminado por humos de combustión en fábricas, vehículos y demás. Además, todo apunta a que, una vez en el cerebro, permanecen más tiempo allí que en otros órganos.

La doctora Lynch y sus colegas encontraron diversas clases de partículas finas en fluido cerebroespinal humano tomado de pacientes que habían sufrido trastornos cerebrales, lo que les ha llevado a descubrir un proceso que puede dar lugar a que las partículas tóxicas acaben en el cerebro.

Los resultados sugieren que hasta ocho veces más partículas finas pueden llegar al cerebro viajando por el torrente sanguíneo desde los pulmones, que pasando

directamente de la nariz al cerebro. Esto aporta más evidencias de que existe una relación entre la contaminación del aire y ciertos problemas mentales.

El material que típicamente contamina la atmósfera es un cóctel de muchos componentes tóxicos, pero cierta clase de materia particulada (esencialmente la que consta de partículas finas como las PM2.5 y las PM0.1), es la más preocupante en cuanto a efectos perjudiciales para la salud. Las partículas finas son capaces de escapar a los sistemas de protección del organismo, incluidas las células inmunitarias centinelas y las barreras biológicas.

Cada vez está más claro que existe una estrecha relación entre un alto nivel de contaminación atmosférica y una marcada neuroinflamación, cambios similares a los que se producen en el mal de Alzheimer y problemas cognitivos en personas mayores e incluso en niños.

El estudio se titula "Passage of exogenous fine particles from the lung into the brain in humans and animals", y se ha publicado en *Proceedings of the National Academy of Sciences* (fuente: NCYT/PNAS).



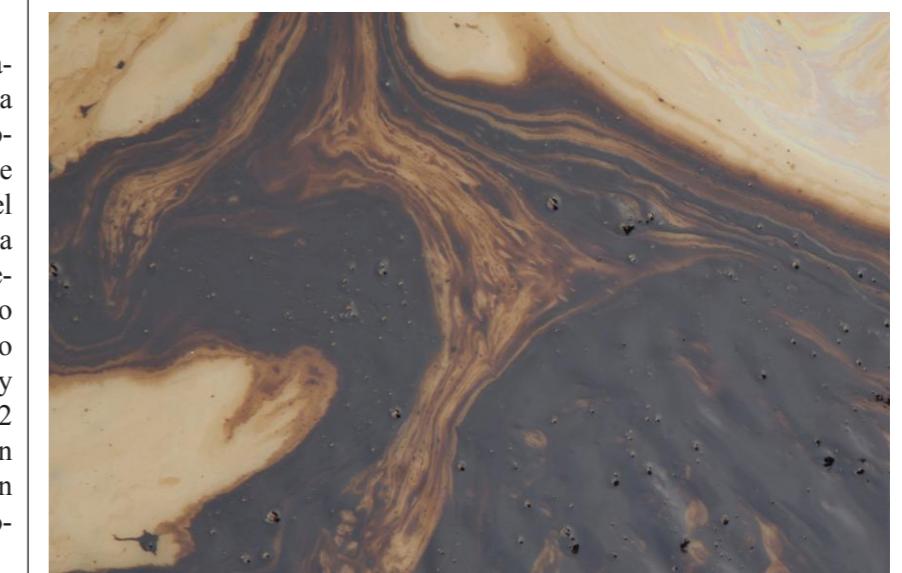
Mediante diversas técnicas, como el análisis histológico, el estudio del ARN celular o la observación de imágenes 3D, han observado que un grupo de células del cerebelo, llamadas células de Purkinje, presentan receptores D2. A fin de estudiar su función, se han utilizado técnicas de edición genética para sobreexpresar o eliminar los receptores D2 en las células de Purkinje del cerebelo de ratones adultos, y se ha analizado cómo estos animales interaccionan con ratones desconocidos.

Este estudio, en el que también ha intervenido la Universidad de Lausana en Suiza, es muy importante de cara a comprender trastornos mentales en los que el comportamiento social está alterado; enfermedades por las que muchas veces cuesta encontrar tratamientos que puedan mejorar la calidad de vida de los pacientes y sus familiares. El estudio se titula "Cerebellar dopamine D2 receptors regulate social behaviors", y se ha publicado en la revista académica *Nature Neuroscience* (fuente: UAB).

Pero la contaminación no sólo afecta las grandes ciudades, y no sólo se trata de basura y desechos. Déjame platicarte sobre la contaminación por petróleo, que puede tener efectos catastróficos y duraderos en la biología y la ecología marinas. Aunque se sabe mucho sobre los impactos de los grandes vertidos puntuales de petróleo, se sabe muy poco sobre el alcance y el impacto de los vertidos de petróleo a pequeña escala.

Las mareas negras (capas efímeras microscópicas de hidrocarburos que flotan en la superficie del océano) pueden tener origen natural o antropogénico. En algunos casos, los hidrocarburos pueden filtrarse de forma natural desde los depósitos del fondo marino. Otros pueden atribuirse a los vertidos de petróleo de los barcos, a las infraestructuras de petróleo/gas en altamar y a las corrientes costeras.

Debido a su naturaleza transitoria y a la gran extensión de la superficie del océano, el segui-



miento de las mareas negras marinas, especialmente las causadas por actividades humanas, ha sido difícil, y un conocimiento básico de éstas a nivel mundial es importante para la conservación y las políticas de los océanos. Por ello, utilizando más de 560,000 imágenes de radar de apertura sintética (SAR) tomadas por los satélites Sentinel-1A/1B entre 2014 y 2019, el equipo de la doctora Yanzhu Dong, de la Universidad de Nankín en China, creó un mapa de 450,000 manchas de petróleo en los océanos de todo el mundo.

Los autores del estudio, titulado “Chronic oiling in global oceans” y publicado en la revista académica *Science*, encontraron una superficie acumulada de marea negra de aproximadamente 1.5 millones de kilómetros cuadrados, más del doble de la superficie de Francia. La doctora Dong y sus colegas identificaron una distribución muy desigual de las manchas. La mayoría se encontraba a menos de 160 kilómetros de las costas y a lo largo de las rutas marítimas.

A partir de su análisis, se estima que gran parte de las mareas negras marinas (94%) tienen su origen en la actividad humana. El 6% restante es atribuible a fuentes naturales. Esto significa que se ha subestimado considerablemente la proporción de contaminación marina por petróleo provocada por la actividad humana (fuente: AAAS).



En estos tiempos es fundamental cuidar el agua, porque cada día escasea más. Por eso, si un agricultor pudiese conocer cuál es el mejor momento para el riego y la cantidad exacta de agua que necesita su cultivo cada día, podría realizar un riego óptimo, evitando las aplicaciones de agua innecesarias y haciendo un uso más preciso y eficiente de este recurso. Esta posibilidad ya es una realidad.

El grupo de Hidráulica y Riegos de la Universidad de Córdoba (UCO), en España, desarrolla un sistema de ayuda a la toma de decisiones basado en nuevas tecnologías para la gestión del riego de precisión en cultivos hortícolas de invernadero y leñosos al aire libre. Liderados por Carmen Flores, Rafael González, Pilar Montesinos y Emilio Camacho, de la Unidad de Excelencia María de Maeztu-Departamento de Agronomía de la UCO (DAUCO), han desarrollado un sistema de apoyo a la toma de decisiones para riego que realiza una programación óptima para siete días mediante el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), y a partir de predicciones climáticas, información de sensores de humedad y contadores de riego instalados en campo e información característica de la propia finca.

Esta herramienta permite no sólo programar el riego, también hace un análisis de éste durante toda la campaña y permite obtener un inventario de huella hídrica del cultivo en cuestión. “Con toda esta información recabada por los dispositivos se hace un inventario del agua utilizada, que junto con

la información de las necesidades hídricas del cultivo en la campaña permite realizar un análisis del nivel de adecuación del riego aplicado, lo que a su vez facilita la detección de ineficiencias”, explica la investigadora Carmen Flores.

Este modelo se probó durante una campaña en una finca de naranjos y un cultivo de tomate de invernadero, aunque también se adaptó para olivar y otros hortícolas en invernadero como berenjena, pimiento y pepino.

Como resultados, en el caso del tomate, se comprobó que la recomendación de riego del modelo y el realizado por el regante en el invernadero eran prácticamente iguales y se ajustaban bastante a las necesidades reales del cultivo. Sin embargo, en el caso del naranjo, la comparación entre el manejo real y la recomendación del modelo desarrollado muestran que, ante un mismo consumo de agua, las diferencias en el manejo del mismo (en cuanto a frecuencia y duración), afectan el aprovechamiento del agua en el suelo. También se demostró que la aplicación de estrategias de riego deficitario controlado permite reducir hasta 20% el uso de agua.

El equipo de investigación y desarrollo expone los detalles del nuevo sistema en la revista académica *Agricultural Water Management*, bajo el título “An ICT-based decision support system for precision irrigation management in outdoor orange and greenhouse tomato crops” (fuente: UCO).



Sin duda las nuevas tecnologías de la información han sido un factor de diferencia en los últimos años, para ejemplo la nota anterior, pero también ésta que te voy a presentar. Resulta que un biosensor conectado al teléfono móvil permitirá detectar toxinas en el pescado y el marisco vinculadas a intoxicaciones alimentarias.

Investigadores de la Universidad Rovira i Virgili (URV) en Tarragona, y el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA), dependiente de la Generalitat de Cataluña, están desarrollando, a través del proyecto CELLECTRA, nuevas herramientas biotecnológicas para detectar toxinas en productos del mar. El objetivo es crear metodologías fiables y sensibles para detectar ciguatoxinas y tetrodotoxinas en pescado y marisco, dos toxinas típicas de lugares tropicales que se han ido extendiendo a aguas templadas del Atlántico y del Mediterráneo, posiblemente por influencia del cambio climático global. A esto hay que añadir que, debido a la globalización del comercio, en el mercado encontramos especies

de pescado y marisco de diversos mares.

Gracias a este proyecto, el equipo de investigación, liderado por Ciara K. O’Sullivan, investigadora ICREA, producirá biosensores, aparatos que podrán detectar toxinas a partir de muestras purificadas de marisco y pescado. Los biosensores están basados en tres tipos de

elementos que permitirán reconocer las toxinas: en células, que permiten realizar un cribado toxicológico de las toxinas, en receptores y en aptámeros –ácidos nucleicos de cadena sencilla–, con los que, a partir de la estructura química de las toxinas, éstas pueden detectarse de forma específica. El aparato podrá conectarse al teléfono móvil y aportará inmediatamente los resultados del análisis. “Frente al aumento de intoxicaciones necesitamos un sistema rápido, sensible, eficiente y, sobre todo, portátil, porque debe ser fácil de utilizar por parte de productores, puntos de distribución de pescado, supermercados y agencias de seguridad alimentaria”, señala Mònica Campàs, coordinadora del proyecto.



Vaya, creo que esto evitará muchas enfermedades, sobre todo a los amantes de la comida marina. Y hablando de enfermedades relacionadas con la comida, quiero hablarte de la anorexia nerviosa, cuyo nombre habitualmente se resume como “anorexia”, un trastorno alimentario caracterizado por el miedo a aumentar de peso y un impulso extremo por la delgadez. Su adecuado tratamiento y el seguimiento de la evolución de la enfermedad son decisivos para que quienes la padecen puedan llevar una vida normal una vez superado el problema agudo de la enfermedad.

No todos los afectados por un trastorno de la conducta alimentaria utilizan el ejercicio para gastar calorías y adelgazar, pero algunos enfermos sí lo hacen. Tanto a unos como a otros se les debería facilitar el acceso a esta herramienta y ajustar la dosis a sus necesidades, ya que a todos, cuando se utiliza a la dosis de ejercicio correcta, les beneficia con una mejora de la composición corporal. Pero, ¿cómo incorporar el ejercicio físico a la rutina diaria y al tratamiento que siguen estos pacientes?

Con el objetivo de aclarar el papel que juegan la capacidad muscular y el ejercicio físico en la recuperación de los pacientes, investigadores de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF) en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) han realizado un estudio para examinar la relación entre la actividad física, los comportamientos sedentarios, el estado físico y la calidad de vida en un grupo de adolescentes después de la hospitalización.

“Alrededor de 31% de los pacientes realiza actividad física no saludable en etapas tempranas de la enfermedad como estrategia de pérdida de peso, que aumenta hasta 80% antes de la hospitalización”, explica Margarita Pérez Ruiz, de la INEF en la UPM.



Y ya que hablamos de actividad física y padecimientos, hay otro que afecta a millones de personas en todo el mundo: la pérdida de audición, un problema que tiende a promover la depresión, el aislamiento social y el

salud muscular y ósea durante la hospitalización, mientras que un estímulo mecánico bajo (ejercicio) puede prevenir la disminución del recambio óseo en la anorexia nerviosa”, añade la investigadora.

Pese a todo, la incorporación del ejercicio ha sido un desafío para los equipos de atención médica debido a la falta de pautas y conocimientos suficientes sobre el ejercicio seguro y eficaz en los pacientes con anorexia.

Tras el estudio, los investigadores constataron que los pacientes con anorexia nerviosa que después del tratamiento de hospitalización no cumplieron con los criterios de actividad física diarios recomendados presentaban un deterioro de la condición física, la composición corporal y la movilidad funcional, a diferencia de lo ocurrido con los que sí realizaron actividad física.

El estudio se titula “Physical Fitness-Not Physical Activity Levels-Influence Quality of Life in Anorexia Nervosa”, y se ha publicado en la revista *International Journal of Environmental Research and Public Health* (fuente: UPM).

deterioro de la salud mental. Encontrar factores protectores frente a la pérdida del oído es primordial, ya que los tratamientos en la actualidad tienen una eficacia limitada.

En esta línea, un estudio reciente indica que la adherencia a estilos de vida saludables disminuye el riesgo de pérdida de audición en las personas adultas. El estudio, titulado “Association of lifestyle behaviors with hearing loss: The UK Biobank Cohort Study” y publicado en la revista académica *Mayo Clinic Proceedings*, ha sido realizado por investigadores de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), el Centro de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), y el Instituto IMDEA de Alimentación, en España todas estas entidades.

Encabezados por la doctora Esther López García, los autores de esta investigación analizaron datos de más de 61,000 participantes en el estudio UK Biobank, con el objetivo de determinar el efecto que los estilos de vida saludables tienen sobre el sistema auditivo de los adultos. Se trata del primer trabajo en el mundo que examina el efecto conjunto de algunos estilos de vida saludables (no haber fumado nunca, consumo de alcohol moderado, altos niveles de actividad física, alta calidad de dieta y sueño óptimo) frente a la pérdida de audición, que fue evaluada en todos los participantes.

Los resultados muestran una clara asociación entre un incremento en la adherencia a estilos

de vida saludable y la disminución del riesgo de pérdida auditiva. Adherirse al menos a cuatro conductas propias de un estilo de vida saludable podría reducir 20% el riesgo de desarrollar una pérdida de audición clínicamente relevante.

Aunque se necesitan estudios longitudinales con un seguimiento más prolongado y mediciones repetidas de los estilos de vida para conocer a fondo la exposición acumulativa a lo largo del tiempo, este estudio contribuye sustancialmente a la prevención de la pérdida de audición en los adultos (fuente: UAM).

Estos nanohilos quedan sometidos a condiciones especiales, que incluyen lidiar con el movimiento del sustrato. Esas condiciones, comparables en cierto modo a tener que hacer ejercicio físico intenso en un gimnasio, logran que las células madre se transformen en hueso maduro mucho más rápido de lo que es habitual con otras condiciones de cultivo. Con el nuevo sistema, el protocolo de diferenciación dura sólo unos días en lugar de unas semanas.

Este prometedor avance, presentado en la revista académica *Journal of Nanobiotechnology* bajo el título “Modulated nanowire sca-



ffold for highly efficient differentiation of mesenchymal stem cells”, es fruto del ingenio de unos científicos de la Universidad Rey Abdullah de Ciencia y Tecnología (KAUST) en Arabia Saudita, encabezados por la doctora Jasmeen Merzaban.

El grupo de trabajo puso a prueba el potencial de producción ósea de su andamio de nanocables, tanto con señales magnéticas como sin ellas. Para ello colocaron los minúsculos hilos (cada uno del tamaño del apéndice en forma de cola que tienen algunas bacterias)



Cambiando de tema, déjame platicarte sobre un estudio de 15 años de duración, dirigido desde el Instituto Carnegie de Ciencia en Estados Unidos, que detalla los orígenes y la diversidad de todos los minerales conocidos en la Tierra, un trabajo histórico que ayudará a reconstruir la historia de la vida en

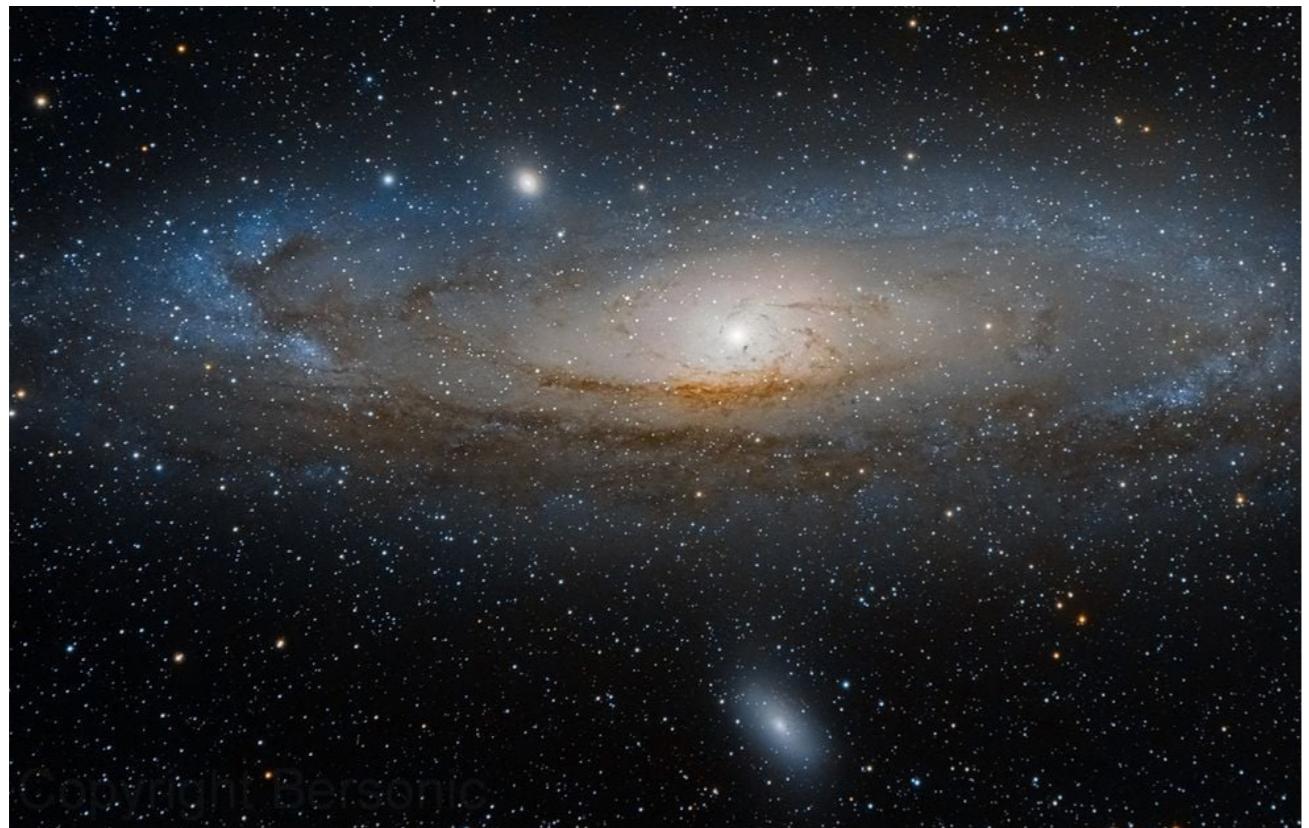
nuestro planeta, a orientar la búsqueda de nuevos minerales y yacimientos, a predecir las posibles características de la vida futura y a contribuir a la búsqueda de planetas habitables y vida extraterrestre.

La doctora Shauna Morrison y su colega Robert Hazen detallan un novedoso enfoque para agrupar minerales en especies (tipos) por su afinidad o separarlos en nuevas especies en función de cuándo y cómo se originaron. Una vez que se tiene en cuenta su génesis, el número de “especies minerales” asciende a más de 10,500, una cifra que supera 75% a la de las aproximadamente 6,000 especies minerales reconocidas por la Asociación Mineralógica Internacional (IMA), basándose únicamente en la estructura cristalina y la composición química.

Este novedoso trabajo cambia radicalmente la manera de ver la diversidad de minerales en el planeta y permite ver las cosas desde una perspectiva mucho más amplia y reveladora. Por ejemplo, más de 80% de los minerales de la Tierra cuentan con la intervención del agua. Esta es, por tanto, una sustancia de importancia fundamental para la diversidad mineral en este planeta. Ello también es uno de los principales motivos de que la Luna y Mercurio, e incluso Marte, tengan muchas menos especies minerales.

El estudio indica que la naturaleza creó 40% de las especies minerales de la Tierra de más de una manera; por ejemplo, tanto abióticamente como con la ayuda de células. Y en varios casos utilizó más de 15 recetas diferentes para producir la misma estructura cristalina y la misma composición química.

Morrison y Hazen exponen los resultados de su investigación en la revista académica *American Mineralogist*, bajo el título “On the paragenetic modes of minerals: A mineral evolution perspective” (fuente: NCYT).



Copyright: Berconic

Eso de buscar minerales y cosas así me suena como a buscar tesoros en la tierra, pero no sólo en el suelo, imagínate que alguien diga: “encontré un tesoro en el espacio”. Sería grandioso, pero no es tan descabellado, porque una inusual galaxia enana de brillo ultradébil ha sido descubierta en los límites exteriores de la galaxia de Andrómeda. Denominada Pegasus V, contiene muy pocos elementos químicos más pesados que el helio y es probable que sea un fósil de las primeras galaxias que se formaron en el universo algún tiempo después del nacimiento de éste.

El hallazgo se ha hecho en el marco de un proyecto encabezado por el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en España. A lo largo de las últimas dos décadas se ha producido un auge espectacular en la detección de galaxias enanas débiles en el Grupo Local, el grupo de galaxias al que pertenece la Vía Láctea y en el que destaca, por tamaño, la vecina Andrómeda. Pero, a pesar de los nuevos descubrimientos, el número aún no se halla en concordancia con las predicciones teóricas, que apuntan a una cifra muy superior de este tipo de galaxias. Ahora, este “tesoro” en los bordes de Andrómeda abre la posibilidad de que el problema de estas galaxias satélite “perdidas” se deba a las limitaciones en la capacidad de detección de los instrumentos disponibles al día de hoy.

“Hemos encontrado una galaxia extremadamente débil, Pegasus V, cuyas estrellas se formaron muy temprano en la historia del

universo —señala Michelle Collins, astrónoma de la Universidad de Surrey (Reino Unido) y líder del equipo—. Se trata de la primera vez que se encuentra una galaxia tan débil alrededor de la galaxia de Andrómeda mediante un estudio astronómico que no fue diseñado específicamente para la tarea”.

Las observaciones más profundas tomadas con el telescopio Gemini North revelaron estrellas viejas y débiles en la recién hallada Pegasus V, y confirmó que se trata de una galaxia enana ultradébil situada en las afueras de la galaxia de Andrómeda. Además, los datos mostraron que la galaxia parece ser extremadamente deficiente en elementos más pesados que el hidrógeno y el helio en comparación con galaxias similares, de modo que es muy antigua; de hecho, probablemente se trate de un fósil de las primeras galaxias del universo.

Las galaxias más débiles se consideran fósiles de las primeras galaxias que se formaron, y estas reliquias galácticas contienen pistas sobre la formación de las primeras estrellas. Si bien se estima que galaxias débiles como Pegasus V deben ser muy abundantes en el universo, aún no han descubierto tantas como se predice. “Esperamos que un mayor estudio de las propiedades químicas de Pegasus V proporcione pistas sobre los períodos más tempranos de formación estelar en el universo”, concluye Michelle Collins. “Esta pequeña galaxia fósil del universo primitivo puede ayudarnos a comprender cómo se forman las galaxias y si nuestra comprensión de la materia oscura es correcta”.

Michelle Collins y sus colegas exponen los detalles técnicos en la revista académica *Monthly Notices of the Astronomical Society*, bajo el título “Pegasus V -a newly discovered ultra-faint dwarf galaxy on the outskirts of Andromeda” (fuente: IAA).

[Descarga aquí nuestra versión digital](#)



# COLABORADORES

## Alejandra E. Arreola Triana

Maestra en Periodismo de Ciencia y Tecnología por la Texas A&M University. Profesora asociada en la FCB-UANL. Imparte los cursos de Filosofía de la Ciencia, Divulgación de la Ciencia Escrita y Redacción de Artículos Científicos. Cuenta con perfil Prodep.

## Amanda Salas Navarro

Licenciada en Física por la UANL. Asistente de investigación en la FCFM-UANL. Trabaja en proyectos dentro del Laboratorio Nacional de Clima Espacial, como el monitoreo de la ionósfera terrestre, y CALLISTO, y de divulgación científica en el grupo de Astronomía y Ciencias Espaciales de la FCFM-UANL.

## Claudia Correa Santiago

Ingeniera industrial, maestra en Energía y diplomada en Derecho Energético y Cambio Climático por la UNAM. Ha colaborado en la Conuee y en la CRE en las áreas de análisis técnico del sistema eléctrico y vigilancia de obligaciones y como directora de Transición Energética en la Agencia de Energía de Jalisco.

## Diana Elia Caballero Hernández

Profesora titular en la FCB-UANL. Doctora en Ciencias por la UANL. Responsable de la Unidad de Investigación en Neuroinmunomodulación en el Laboratorio de Inmunología y Virología de la FCB. Cuenta con perfil Prodep. Miembro del SNI, nivel I.

## Erick Rodríguez Sánchez

Licenciado en Arquitectura por la UANL. Arquitecto y artista independiente. Contacto: skinequalsnire@gmail.com

## Esmeralda Romero Hernández

Licenciada en Física por la UNAM. Maestra y doctora en Ciencias, con especialidad en Física Espacial, por la UNAM. Realizó estancia posdoctoral en el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil. Profesora-investigadora en la FCFM-UANL. Sus líneas de investigación son el estudio de las propiedades físicas del plasma en el medio interplanetario; el estudio de las perturbaciones ionosféricas y su relación con la actividad solar y el monitoreo y condiciones del clima espacial. Cuenta con perfil Prodep. Miembro del SNI, nivel I.

## Francisco Antonio Godínez Rojano

Ingeniero mecánico, maestro y doctor en Ingeniería por la UNAM. Realizó una estancia posdoctoral en el Instituto de Investigaciones en Materiales (UNAM)

desarrollando robots magnéticos para emular el nado de bacterias. Ganador de la beca posdoctoral Emilio Rosenblueth para realizar investigación en el Instituto de Ingeniería (UNAM). Miembro del SNI, nivel I.

## Herlinda Fabiola Venegas García

Licenciada en QFB por la UAT. Maestra en Ciencias, con orientación en Microbiología, por la UANL. Trabaja en el Laboratorio de Bioquímica y Genética de Microorganismos de la FCB-UANL. Coordinadora técnica administrativa y de Microbiología. Doctorante en Ciencias, con orientación en Microbiología.

## Hortensia Brito Vega

Ingeniera agrónoma, maestra y doctora en Edafología por la UAEM. Realizó posdoctorado en el CIIDIR y estancias en la Cardiff University, la Universidad de California, Los Ángeles, el Colegio de Posgraduados y la Universidad Autónoma de Baja California. Profesora-investigadora del Programa Educativo de Ingeniería en Agronomía de la UJAT. Su línea de investigación es la microbiología agrícola molecular. Cuenta con perfil Prodep. Miembro del SNI, nivel I.

## Laura Rosa Margarita Sánchez Castillo

Doctora en Ciencias Agroambientales por la Universidad de Kyushu, Japón. Profesora de tiempo completo de la FIC-UAT. Su línea de investigación es la edafología con énfasis en la conservación del suelo. Miembro del SNI, nivel I.

## Luis Enrique Gómez Vanegas

Licenciado en Letras Hispánicas por la UANL. Diplomado en periodismo científico por la FCC-UANL. Corrector de la revista *Ciencia UANL* y de *Entorno Universitario*, de la Preparatoria 16-UANL.

## Luz Verónica Gallegos Cantú

Pedagoga. Doctora en Filosofía, con orientación en Trabajo Social y Políticas Comparadas de Bienestar Social. Profesora y titular de la Coordinación para la Igualdad de Género de la FFyL-UANL. Sus intereses como investigadora y enseñante giran alrededor de los temas de educación social, género e interculturalidad. Colabora en proyectos socioculturales con infancias desde un enfoque comprometido con el libre aprendizaje.

## Manuela Azucena Escobedo Izquierdo

Ingeniera mecánica electricista, maestra en Ingeniería y doctora por la UNAM. Cuenta con 28

años de experiencia en el tema de ahorro de energía y eficiencia energética. Candidata al SNI.

## María Cristina Rodríguez Padilla

Profesora de tiempo completo y exclusivo en la FCB-UANL. Jefa del Laboratorio de Inmunología y Virología, titular del Departamento de Microbiología e Inmunología. Cuenta con perfil Prodep. Miembro de la Honorable Junta de Gobierno de la UANL. Profesora Emérita de la UANL. Investigadora Nacional Emérita del SNI.

## María Josefa Santos Corral

Doctora en Antropología Social. Su área de especialidad se relaciona con los problemas sociales de transferencia de conocimientos, dentro de las líneas de tecnología, cultura y estudios sociales de la innovación. Imparte las asignaturas de ciencia y tecnología para las RI en la Licenciatura de Relaciones Internacionales y Desarrollo Científico Tecnológico y su Impacto Social en la Maestría de Comunicación.

## Pedro César Cantú-Martínez

Doctor en Ciencias Biológicas por la UANL. Doctor Honoris Causa, con la Mención Dorada Magisterial, por el OIICE. Trabaja en la FCB-UANL y participa en el IINSO-UANL. Su área de interés profesional se refiere a aspectos sobre la calidad de vida e indicadores de sustentabilidad ambiental. Fundador de la revista *Salud Pública y Nutrición (RESPyN)*. Miembro del Comité Editorial de Artemisa del Centro de Información para Decisiones en Salud Pública de México.

## Thais Correa de Assis

Ingeniera forestal por la Universidad Estadual do Centro-Oeste, Brasil. Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias, Sistemas Agrícolas y Medio Ambiente, de la UAT. Sus líneas de trabajo están enfocadas en el potencial de especies nativas en la conservación de suelos.

## Yunuen Ysela Mandujano-Salazar

Profesora-investigadora y coordinadora de la Maestría de Ciencias Sociales en la UACJ. Licenciada en Economía, maestra en Estudios de Asia y África, con especialidad Japón, y doctora en Ciencias Sociales. Profesora asociada del Korea Foundation E-school Program para América Latina. Sus líneas de investigación son: identidades y vida cotidiana; discursos hegemónicos y medios de comunicación; estudios japoneses. Miembro del SNI, nivel I.

# Lineamientos de colaboración

## Ciencia UANL

La revista *Ciencia UANL* tiene como propósito difundir y divulgar la producción científica, tecnológica y de conocimiento en los ámbitos académico, científico, tecnológico, social y empresarial.

En sus páginas se presentan avances de investigación científica, desarrollo tecnológico y artículos de divulgación en cualquiera de las siguientes áreas:

- ciencias exactas
- ciencias de la salud
- ciencias agropecuarias
- ciencias naturales
- humanidades
- ciencias sociales
- ingeniería y tecnología
- ciencias de la tierra

Asimismo, se incluyen artículos de difusión sobre temas diversos que van de las ciencias naturales y exactas a las ciencias sociales y las humanidades.

Las colaboraciones deberán estar escritas en un lenguaje **claro, didáctico y accesible**, correspondiente al público objetivo; no se aceptarán trabajos que no cumplan con los criterios y lineamientos indicados, según sea el caso se deben seguir los siguientes criterios editoriales.

### Criterios generales

- Sólo se aceptan artículos originales, entendiendo por ello que el contenido sea producto del trabajo directo y que una versión similar no haya sido publicada o enviada a otras revistas.
- Se aceptarán artículos con un máximo de cinco autores (tres para los artículos de divulgación), en caso de excederse se analizará si corresponde con el esfuerzo detectado en la investigación. Una vez entregado el trabajo, no se aceptarán cambios en el orden y la cantidad de los autores.
- Los originales deberán tener una extensión máxima de cinco páginas, incluyendo tablas, figuras y referencias. En casos excepcionales, se podrá concertar con el editor responsable una extensión superior, la cual será sometida a la aprobación del Consejo Editorial.
- Para su consideración editorial, el autor deberá enviar el artículo vía electrónica en formato .doc de Word, así como el material gráfico (máximo cinco figuras, incluyendo tablas), fichas biográficas de cada autor de máximo 100 palabras, código identificador ORCID, ficha de datos y carta firmada por todos los autores (ambos formatos en página web) que certifique la originalidad del artículo y cedan derechos de autor a favor de la UANL.
- Material gráfico incluye figuras, dibujos, fotografías, imágenes digitales y tablas, de al menos 300 DPI en formato .jpg o .png y deberán incluir derechos de autor, permiso de uso o referencia. Las tablas deberán estar en formato editable.

- El artículo deberá contener claramente los siguientes datos: título del trabajo, autor(es), código identificador ORCID, institución y departamento de adscripción laboral de cada investigador (en el caso de estudiantes sin adscripción laboral, referir la institución donde realizan sus estudios) y dirección de correo electrónico para contacto.
- Las referencias no deben extenderse innecesariamente, por lo que sólo se incluirán las referencias utilizadas en el texto; éstas deberán citarse en formato Harvard.
- Se incluirá un resumen en inglés y español, no mayor de 100 palabras, además de cinco ideas y cinco palabras clave.

### Criterios específicos para artículos académicos

- El artículo deberá ofrecer una panorámica clara del campo temático.
- Deberá considerarse la experiencia nacional y local, si la hubiera.
- No se aceptan reportes de mediciones. Los artículos deberán contener la presentación de resultados de medición y su comparación, también deberán presentar un análisis detallado de los mismos, un desarrollo metodológico original, una manipulación nueva de la materia o ser de gran impacto y novedad social.
- Sólo se aceptarán modelos matemáticos si son validados experimentalmente por el autor.
- No se aceptarán trabajos basados en encuestas de opinión o entrevistas, a menos que aunadas a ellas se realicen mediciones y se efectúe un análisis de correlación para su validación.

### Criterios específicos para artículos de divulgación

- Los contenidos científicos y técnicos tendrán que ser conceptualmente correctos y presentados de una manera original y creativa.
- Todos los trabajos deberán ser de carácter académico. Se debe buscar que tengan un interés que rebase los límites de una institución o programa particular.
- Tendrán siempre preferencia los artículos que versen sobre temas relacionados con el objetivo, cobertura temática o lectores a los que se dirige la revista.
- Para su mejor manejo y lectura, cada artículo debe incluir una introducción al tema, posteriormente desarrollarlo y finalmente plantear conclusiones. El formato no maneja notas a pie de página.
- En el caso de una reseña para nuestra sección *Al pie de la letra*, la extensión máxima será de dos cuartillas, deberá incluir la ficha bibliográfica completa, una imagen de la portada del libro, por la naturaleza de la sección no se aceptan referencias.



### Notas importantes

- Sólo se recibirán artículos por convocatoria, para mayor información al respecto consultar nuestras redes sociales o nuestra página web: <http://cienciauanl.uanl.mx/>
- Todas las colaboraciones, sin excepción, deberán pasar por una revisión preliminar, en la cual se establecerá si éstas cumplen con los requisitos mínimos de publicación que solicita la revista, como temática, extensión, originalidad y estructuras. Los editores no se obligan a publicar los artículos sólo por recibirlos.
- Todos los números se publican por tema, en caso de que un artículo sea aceptado en el dictamen, pero no entre en la publicación del siguiente número, éste quedará en espera para el número más próximo con la misma temática.
- Una vez aprobados los trabajos, los autores aceptan la corrección de textos y la revisión de estilo para mantener criterios de uniformidad de la revista.
- Todos los artículos de difusión recibidos serán sujetos al proceso de revisión *peer review* o *revisión por pares*, del tipo *doble ciego*; los documentos se envían sin autoría a quienes evalúan, con el fin de buscar objetividad en el análisis; asimismo, las personas autoras desconocen el nombre de sus evaluadores.
- Bajo ningún motivo serán aceptados aquellos documentos donde pueda ser demostrada la existencia de transcripción textual, sin el debido crédito, de otra obra, acción denominada como *plagio*. Si el punto anterior es confirmado, el documento será rechazado inmediatamente.

Todos los artículos deberán remitirse a la dirección de correo:

[revista.ciencia@uanl.mx](mailto:revista.ciencia@uanl.mx)

o bien a la siguiente dirección:

Revista Ciencia UANL. Dirección de Investigación, Av. Manuel L. Barragán, Col. Hogares Ferrocarrileros, C.P. 64290, Monterrey, Nuevo León, México.

Para cualquier comentario o duda estamos a disposición de los interesados en:

Tel: (5281)8329-4236. <http://www.cienciauanl.uanl.mx/>

# ¡SÍGUENOS EN NUESTRAS REDES SOCIALES!

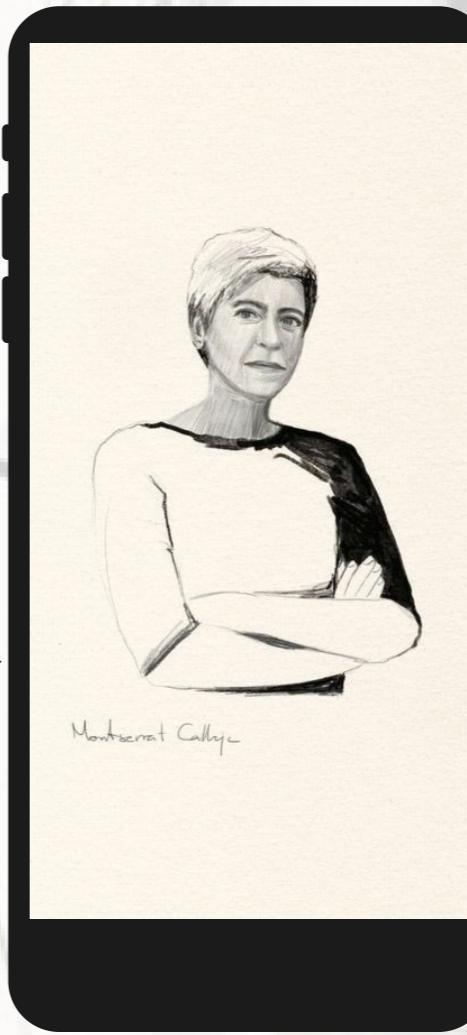


Ilustración cortesía de: Tetei Cornejo.



Instagram: @revistaciencia\_uanl



Facebook: RevistaCienciaUANL

cienciauanl.uanl.mx/  
Montserrat Callén

