



YPATIA®

Ejemplar gratuito
Septiembre-diciembre 2022

Núm. 71

ISSN 2007-4735



La pandemia digital de malware

CASAS IMPRESAS
EN 24 HORAS

DE LA SERENDIPIA
AL DISEÑO COMPUTACIONAL

EL CAMPO MORELENSE LISTO
PARA DAR SUS PRIMEROS PASOS
EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL



MORELOS
2018 - 2024



CCyTEM
CONSEJO DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA DEL
ESTADO DE MORELOS



Instituto Morelense
de Procesos Electorales
y Participación Ciudadana

DIRECTORIO

Cuahtémoc Blanco Bravo

Gobernador Constitucional del Estado de Morelos

Ana Cecilia Rodríguez González

Secretaría de Desarrollo Económico y del Trabajo

Andrea Angélica Ramírez Paulín

Encargada de despacho de la Dirección General del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos

Adrián Margarito Medina Canizal

Director del Centro Morelense de Comunicación de la Ciencia

CONSEJO EDITORIAL

Dr. Armando Arredondo López
Lic. Susana Ballesteros Carpintero
Mtro. Martín Bonfil Olivera
Dra. María Victoria Crespo
Dr. Humberto Lanz Mendoza
Dr. Xavier López Medellín
Dr. Ernesto Márquez Nerey
Dra. Lorena Noyola Piña
Dra. Carmen Nina Pastor Colón
Mtra. Silvia Patricia Pérez Sabino
Dr. Juan Manuel Rivas González
Mtro. Marco Antonio Sánchez Izquierdo
Dr. David Valenzuela Galván

COORDINACIÓN EDITORIAL

Dra. Mónica Leticia Pineda Castellanos

DISEÑO

MPE Ernesto Alonso Navarro

CORRECCIÓN DE ESTILO

MDPE Samuel Arroyo Nava

Hypatia, año 21, núm. 71, tercer cuatrimestre del 2022, editado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, calle La Ronda #13, colonia Acapantzingo, CP 62440, Cuernavaca, Morelos, México.
Teléfono: (52) 777 312 3979
www.hypatia.morelos.gob.mx / hypatia@morelos.gob.mx

EDITORA RESPONSABLE: ANDREA ANGÉLICA RAMÍREZ PAULÍN

Reserva de derechos al uso exclusivo. Núm. 04-2018-062008481500-102
ISSN: 2007-4735. Licitud de título y contenido: 15813.
Impresa por: Lino Cruz García, Tauro #904, colonia Zodiaco, Cuernavaca, Morelos, México. Este número se terminó de imprimir en diciembre de 2022 con un tiraje de 3 mil 900 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se permite la reproducción total o parcial por cualquier sistema o método, incluyendo electrónicos y magnéticos de los contenidos e imágenes, siempre y cuando contenga la cita explícita (fuente) y se notifique al editor.

Hypatia está incluida en el directorio del Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Latindex: www.latindex.org y en el sitio de la Sociedad Mexicana para la Divulgación y la Técnica, AC: www.somedyct.org.mx

La publicación no expide cartas a sus colaboradores.

Proyecto apoyado por IMPEPAC

HYPATIA



CCYTEM



Los textos son responsabilidad directa de quien los firma.

Revista Hypatia es una publicación de divulgación científica del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, organismo descentralizado del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, como parte del proyecto estratégico «Plan Integral de Comunicación y Divulgación de la Ciencia 2022», apoyado por el Instituto Morelense de Procesos Electorales y Participación Ciudadana (IMPEPAC).

CONTENIDO

3

Editorial

Mtra. Andrea Angélica Ramírez Paulín

4 6

El veneno del alacrán: El campo morelense listo para dar sus primeros pasos en inteligencia artificial

Estefanía Quintero Rodríguez
M. en B. I. B. C. Jesús E. Rueda Almazán
Dr. Ernesto Ortiz Suri
Dr. Roberto Agustín Conde Gutiérrez
Dr. Dario Colorado Garrido

8 10

De la serendipia al diseño computacional Casas impresas en 24 horas

Dra. Yoshajandith Aguirre Vidal
M. en C. Emanuel Villafán de la Torre
Dr. Abraham Vidal-Limón
Arq. Percy Guillermo Neyra Lewin

12 14

¿Es la hibridación una aberración? Cazadores de átomos

Dr. Alfredo López Caamal
M.C. Jorge Luis Rodríguez Alejandro
Dra. Nabanita Dasgupta-Schubert

16 18

La maquinaria de precisión de la coagulación de la sangre Inteligencia artificial para predecir la estructura de proteínas

Dr. Lennon Meléndez Aranda
Dra. Carmen Nina Pastor Colón
Dr. Ana Rebeca Jaloma Cruz
M. en C. Israel Lara Vega

20 24

Ellas también se visten de gala. Ser o no ser pintoresco, esa es la cuestión Células troncales: piezas clave en el estudio de la enfermedad de Parkinson

Biól. Adán Martínez Torres
LBD. Andrea J. Balbuena Olvera
Biól. Verónica Peña-Martínez
Dra. Magdalena Guerra-Crespo

28 30

Desechos del campo como nanofiltros La pandemia digital de malware

Dr. Naveen Kumar Reddy Bogireddy
Mtra. Yetzin Rodríguez Mejía
Dra. Vivechana Agarwal
Dr. Jesús Arturo Pérez Díaz
Nahim Medellín Torres

34 37

Las garrapatas: portadoras de patógenos que afectan al ser humano Automóviles y metales pesados: ¡No sólo plomo!

Dr. Santos Ramírez Carreto
Dra. Victoria Pando-Robles
Dra. Margarita Mondragón Chaparro

Editorial

De acuerdo con diversos historiadores e investigadores, el término de Inteligencia Artificial surgió por primera vez en 1956 en un foro donde se discutía acerca de cómo simular la inteligencia humana a través de las máquinas. Seis décadas después, es una de las áreas más fascinantes y con más retos de las ciencias de la computación. Actualmente, esta disciplina se ha convertido en parte fundamental de la ciencia y la tecnología, con la generación de conocimientos básicos que le han permitido emular diversas capacidades del ser humano para exhibir comportamientos inteligentes.

Lo anterior hace que sus aplicaciones sean tan diversas que al día de hoy podamos reconocerlas en nuestro día a día, por ejemplo, en la identificación visual de objetos y personas en imágenes o videos; la traducción automática de textos; para diagnóstico, ya sea para la detección de enfermedades, o bien, para la elección del tratamiento más adecuado, entre otros.

Es por ello que, en este número, investigadores la Universidad Veracruzana, del Instituto Politécnico Nacional y del Instituto de Ecología, nos comparten la aplicación de esta disciplina, tanto en el área del sector agrícola, como su uso en el área biomédica.

Este tipo de investigaciones nos ponen a la vanguardia del desarrollo de tecnologías inteligentes que impactan profundamente en la sociedad. Tal es el caso del uso de impresoras 3D para la construcción de casas, o bien, el uso de los mismos desechos del campo, como una alternativa para purificar el agua contaminada.

En las páginas centrales tenemos a los “chintetes” vistiendo de gala, dándonos una muestra de que “en el mundo natural pocas cosas pueden ocurrir por casualidad y hasta los detalles que pensamos que no tienen importancia pueden ser el reflejo de una estrategia de supervivencia”, siendo fuente de inspiración para futuros estudios en las diversas áreas de la ciencia. **H**

Mtra. Andrea Angélica Ramírez Paulín

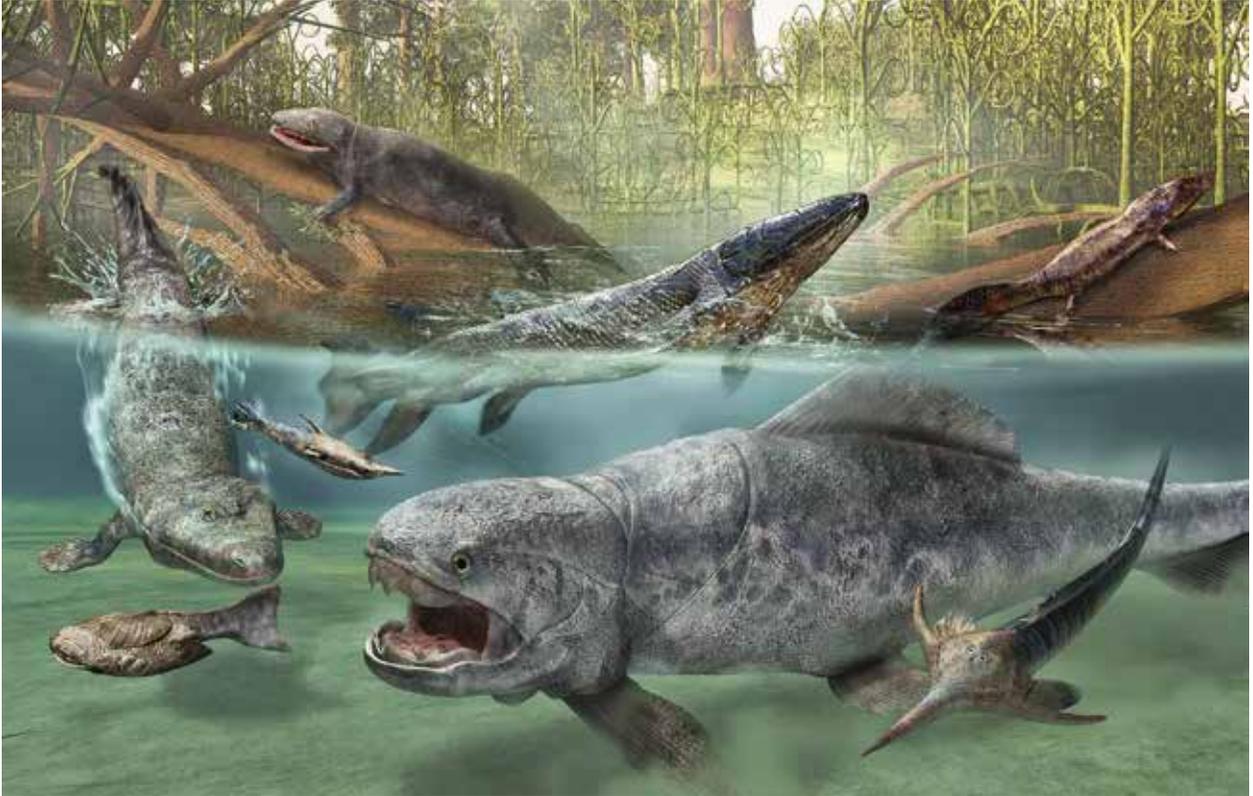


Figura 1. Representación de la Era Paleozoica, (autor: Masato Hattori).

El veneno del alacrán: mitos y realidades

Estefanía Quintero Rodríguez / estefyqr10@gmail.com
 M. en B. I. B. C. Jesús E. Rueda Almazán / eduiwruedaa@gmail.com
 Colegio Morelos de Cuernavaca
 Dr. Ernesto Ortiz Suri / ernesto.ortiz@ibt.unam.mx
 Instituto de Biotecnología
 Universidad Nacional Autónoma de México

Hace 430 millones de años, los primeros alacranes se aventuraron a la tierra firme. Nuestro antepasado en aquel momento no era más que un pez acorazado al que más de 400 millones de años de evolución llevaron a lo que somos hoy (figura 1). Los alacranes, que cuentan con una morfología y una biología tan eficientes que no ha cambiado a lo largo del tiempo, desarrollaron potentes venenos que les facilitaron la

captura y digestión de sus presas, así como la disuasión de sus depredadores y competidores. Se convirtieron en verdaderas fábricas farmacéuticas, productoras de cientos de compuestos biológicos con diversas actividades.

Veneno complejo y metabólicamente costoso

El veneno de los alacranes es una mezcla compleja de diferentes moléculas, por lo que su regeneración es un proceso tardado. Esto se demostró en un proyecto de investigación realizado en el Instituto de Biotecnología de la UNAM.

Se colectaron especímenes del alacrán negro de Morelos (*Vaejovis mexicanus*) y se les extrajo todo su veneno mediante electroestimulación (breves “toques” eléctricos de bajo voltaje que hacen que se libere el veneno) (figura 2). Se separaron los alacranes en grupos y se les volvió a “ordeñar” de 1 a 10 días después. Los venenos recuperados fueron inyectados cada uno en un grillo para observar su efecto. El grillo inyectado con veneno de la primera “ordeña” murió a los pocos minutos, como se esperaba. Los grillos inyectados con venenos de los días 1 al 5 no tuvieron síntomas. Los grillos con venenos de los días 6 y 7 se paralizaron, pero no murieron. El grillo inyectado con veneno del día 8 murió a las dos horas. Los grillos de los días 9 y 10 murieron a los pocos

minutos. De esta forma se concluye que este alacrán tarda 8 días en regenerar un veneno capaz de matar a sus presas. En otros experimentos con especies tóxicas para humanos, se demostró que la potencia de los venenos contra mamíferos tarda hasta 13 días en recuperarse.

Esta información es relevante porque indica a los investigadores el tiempo que deben esperar entre “ordeñas” para trabajar con un veneno regenerado de buena calidad, permitiendo a los animales recuperarse; y, además, porque explicaría por qué hay historias de personas que no han sufrido efectos al ser picadas y otras sí.

A veces, cuando se experimenta una picadura de alacrán, se aconsejan remedios caseros que no son otra cosa más que mitos y leyendas. Recomendaciones tan extravagantes como beber refresco de cola con ajo, comerse al alacrán que picó, o hasta beber pipí de embarazada, todas ellas científicamente desacreditadas. No obstante, a muchas personas les han “funcionado” estas recomendaciones. ¿Por qué? En primer lugar, porque sólo una muy pequeña fracción de los alacranes posee un veneno que puede hacer daño a las personas. De las más de 280 especies que habitan en México, el país con mayor diversidad de alacranes en el mundo, sólo unas 10 son peligrosas para los humanos. La persona puede haber sido picada por una especie inocua y recuperarse sin dificultad. En segundo lugar, dadas las observaciones experimentales arriba descritas, el veneno es sumamente costoso y valioso para los alacranes, así que nunca utilizan el total de su veneno cuando pican, porque mientras no lo tienen disponible no pueden atrapar más presas y son vulnerables a los depredadores.

Está documentado que buena parte de las picaduras son “en seco” (no se inyecta veneno) o se inyecta una especie de pre-veneno que no contiene los componentes tóxicos, lo que reduce o elimina el envenenamiento y sus síntomas. Las



Figura 2. *Vaejovis mexicanus*, el alacrán negro de Morelos, (autor: Diego Barrales).



Figura 3. La autora en el alacranario del Instituto de Biotecnología de la UNAM.

personas emplean los métodos caseros y no sienten ningún efecto o éstos son leves, lo que atribuyen a la cura “milagrosa”, perpetuando los mitos. Es necesario educar a las personas para que busquen ayuda médica en casos de aparición de síntomas de intoxicación por picadura de alacrán (por ejemplo, sensación de pelos en la garganta y otros más graves), pues el único tratamiento que ha demostrado su efectividad ante el envenenamiento es el suero antialacránico, disponible en el sistema de salud mexicano y que ha salvado muchas vidas sin presentar reacciones adversas.

Importancia y conservación del alacrán

La diversidad de componentes del veneno de alacranes lo convierte en una fuente natural de moléculas valiosas con múltiples aplicaciones posibles. Las toxinas causantes del envenenamiento afectan canales iónicos de las membranas celulares, muchos de ellos responsables de la transmisión del impulso nervioso (por eso el veneno provoca la parálisis de las víctimas). Algunos están asociados a enfermedades, llamadas canalopatías, que pudieran ser tratadas con toxinas. En el veneno hay moléculas, como los péptidos antimicrobianos y otros compuestos antibióticos que podrían ayudarnos a combatir las infecciones.

Por si fuera poco, los alacranes son depredadores naturales que regulan las poblaciones de otros artrópodos en los ecosistemas, muchos de ellos plagas dañinas si no se controlan.

Dada su importancia ecológica y potencial biotecnológico, es necesario proteger a los alacranes. Nosotros, descendientes de aquel pez acorazado que convivió con los primeros alacranes, podríamos provocar la siguiente extinción masiva y tendríamos el dudoso mérito de ser quienes convivimos con los últimos alacranes (figura 3). **H**

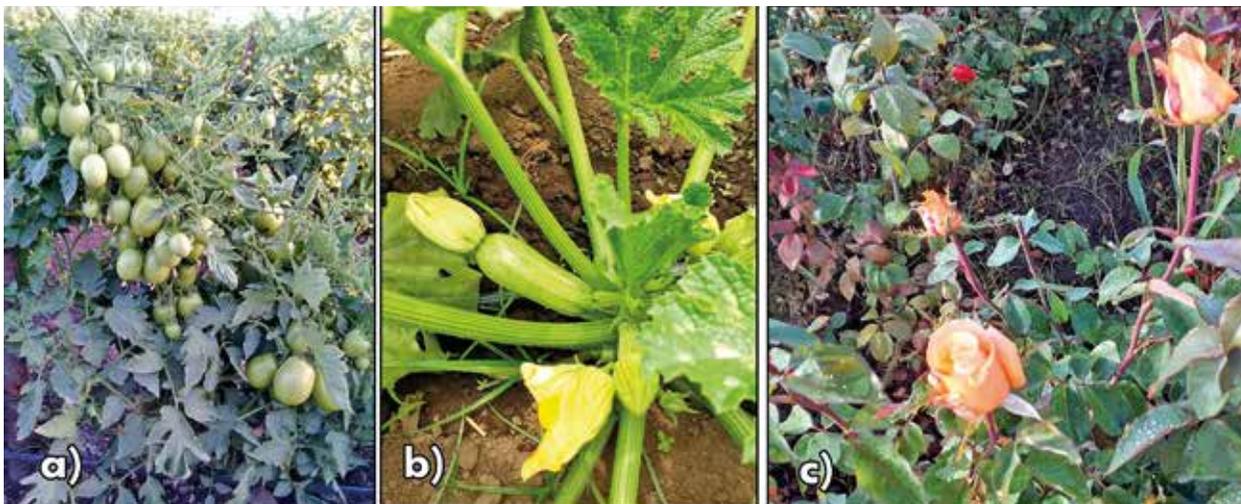


Figura 1. Cultivos producidos en el ejido de Tejalpa en el municipio de Jiutepec, Morelos: a) jitomate b) calabaza y c) rosas. Fotos: Mario Conde.

El campo morelense listo para dar sus primeros pasos en inteligencia artificial

Dr. Roberto Agustín Conde Gutiérrez / roconde@uv.mx

Dr. Dario Colorado Garrido / dcolorado@uv.mx

Centro de Investigación en Recursos Energéticos y Sustentables, Región Coatzacoalcos, Universidad Veracruzana

La agricultura sigue siendo un pilar dentro de las actividades primarias de México. En particular, el estado de Morelos ha destacado a nivel nacional por cultivos como: jitomate, calabaza, rosa, entre otros (figura 1). La gran diversidad de estas siembras se debe a su clima y al tipo de tierra presentes en el estado. No obstante, el competir de forma continua con la calidad y el precio que ofrecen otros productos importados ha provocado una disminución radical de su capacidad de sustento para agricultores regionales.

La tecnología aplicada en el sector agrícola enfocada en incrementar la calidad de las cosechas, se logra en gran medida cuando se utilizan máquinas como fumigadoras, abonadoras, entre otras. Sin embargo, al sembrar en extensas superficies de sembradíos es común tener pérdidas de productos, originadas principalmente por plagas. Para

evitar esto, países de primer mundo están usando nuevas tecnologías, entre las que sobresalen los vehículos aéreos no tripulados (drones). Estos dispositivos tienen la función de recolectar datos a través de imágenes, los cuales sirven para ejecutar algoritmos avanzados y así realizar un análisis específico. La detección oportuna de una plaga puede prevenir que se extienda alrededor de la siembra.

Los orígenes de la inteligencia artificial se basan en el análisis del comportamiento humano, siendo el cerebro humano el órgano que más se desea emular. Las redes neuronales realizan un proceso de aprendizaje a partir de experiencias vividas, función que puede ser imitada gracias a la capacidad de las computadoras modernas. Bajo estas características, los algoritmos de inteligencia artificial pueden usarse para clasificar cosechas por tamaño, color y forma al momento de ser empacados. También, sería posible predecir el crecimiento de las plantas hasta el punto de su maduración. Entonces, la integración de nuevas tecnologías acompañadas con la programación de inteligencia artificial podría adaptarse a las necesidades del agricultor.

La visión por computadora como método para localizar objetos

Dentro del desarrollo de los algoritmos basados en inteligencia artificial, se encuentra la detección de objetos mediante visión por computadora. El propósito general de este algoritmo es extraer información a través de imágenes mediante distintos enfoques; uno de ellos es el Histograma de Gradientes Orientados, el cual puede extraer características de una imagen por su magnitud y dirección presentes en cada pixel. Otro enfoque es la detección de contornos por compartir ciertas características, como el mismo color



o intensidad por pixel. Identificar objetos resultaría ser un aspecto importante para la detección de plagas y el análisis en la calidad de los cultivos.

El campo morelense puede avanzar paulatinamente de la mano con el desarrollo de las nuevas tecnologías y algoritmos basados en inteligencia artificial. Por ejemplo, las actividades de supervisión que haría un agricultor para detectar plagas durante el crecimiento del cultivo o para monitorear la calidad del producto ya son posibles a través de algoritmos de visión por computadora (figura 2), lo que representa una ventaja para reducir las pérdidas de productos durante la temporada de cosecha. Finalmente, cabe señalar que el objetivo de implementar inteligencia artificial en actividades agrícolas debe ser meramente una herramienta de apoyo y no para reducir mano de obra. De hecho, estas herramientas tecnológicas pueden ser operadas por los mismos agricultores bajo la capacitación adecuada. Con esto, los campesinos morelenses lograrán posicionarse con productos de calidad y mejorar su sustento económico. **H**

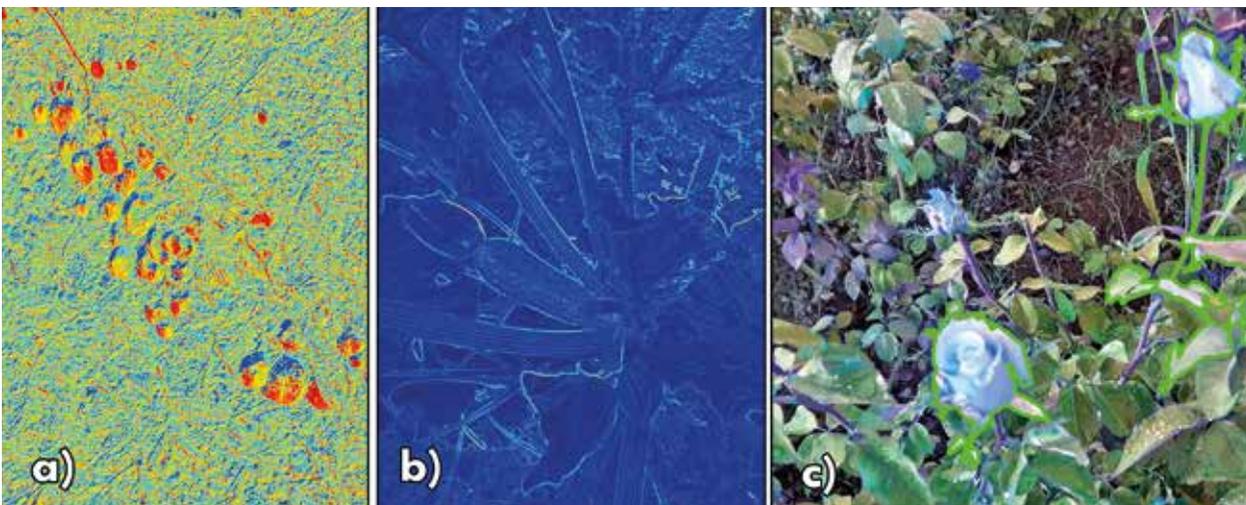


Figura 2. Detección de objetos en imágenes aplicando visión por computadora: a) por dirección b) por magnitud y c) contornos que rodean un objeto de interés. Imagen: Dr. Roberto Conde.

De la serendipia al diseño computacional

Búsqueda de moléculas bioactivas y diseño de fármacos asistidos por computadora

Dra. Yoshajandith Aguirre Vidal / yoshajandith.aguirre@inecol.mx
M. en C. Emanuel Villafán de la Torre / emanuel.villafan@inecol.mx
Dr. Abraham Vidal-Limón / abraham.vidal@inecol.mx
Red de Estudios Moleculares Avanzados del Instituto de Ecología A.C. (INECOL), Veracruz, México

La serendipia es un descubrimiento que se produce accidentalmente, es encontrar algo que no estabas buscando. Esta palabra hace referencia a un cuento persa llamado “Los tres príncipes de Serindip”, en el cual, la creatividad y capacidad de observación de los príncipes los lleva a realizar descubrimientos inesperados. Para que esto ocurra es necesario mantener la mente abierta y tener suficientes conocimientos para no pasar por alto el hallazgo. Como decía Pasteur: “el azar solamente favorece a una mente preparada”.

Muchos medicamentos se han encontrado por serendipia. Por ejemplo, Alexander Fleming descubrió la penicilina gracias a que sus cultivos de bacterias se contaminaron con mohó (*Penicillium notatum*).

Otro ejemplo es el descubrimiento de las benzodiazepinas (fármacos que actúan sobre el sistema nervioso central) por Leo Sternbach, quien trabajó sintetizando muchos compuestos con la esperanza de diseñar uno que pudiera llegar a ser un medicamento, pero al evaluarlos no encontró ningún resultado y, decepcionado, dio por terminada su investigación. Años más tarde, mientras limpiaba su laboratorio, encontró uno de los compuestos que había dejado sin analizar y sin mucha esperanza lo mandó a evaluar. Sorprendentemente, encontró que el compuesto tenía excelentes efectos como tranquilizante y en 1960 se comercializó como Librium, uno de los fármacos más utilizados en el tratamiento de esquizofrenia, depresión, ansiedad y otros trastornos neurológicos.

Sin duda, existen varios casos de éxito en el descubrimiento de moléculas bioactivas por serendipia, pero ¿podemos dejar al azar la búsqueda de nuevos fármacos? Se estima

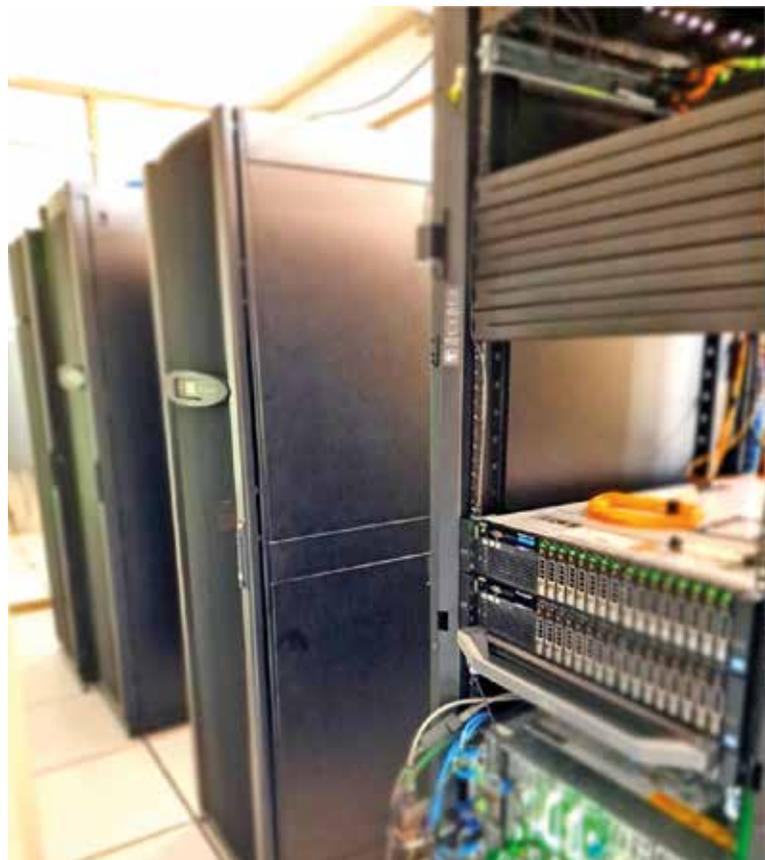


Figura 1. Equipo de supercómputo del laboratorio de Computo Científico y laboratorio de Farmacología Experimental del Instituto de Ecología.

que, de 40 mil compuestos probados en animales, sólo cinco logran pasar a las pruebas clínicas. Llegar hasta ese punto puede tomar 10 años o más y requiere de una inversión de alrededor de 2 mil 600 millones de dólares. Por esta razón, es necesario establecer mecanismos de búsqueda rápidos, económicos y con mayor probabilidad de éxito para hacer frente a las necesidades de salud.

Algunas de las moléculas que podrían convertirse en medicamentos están escondidas en la naturaleza esperando ser descubiertas o pueden ser diseñadas y sintetizadas directamente en un laboratorio.

El problema es que ante tantas opciones es necesario mejorar la manera de seleccionar las moléculas por analizar experimentalmente.

En el Instituto de Ecología (INECOL) los laboratorios de Computo Científico y Farmacología Experimental trabajan de manera conjunta para realizar la búsqueda de moléculas bioactivas con ayuda del supercómputo.



¿Cómo han impactado las herramientas computacionales en el diseño y desarrollo de fármacos?

Las herramientas computacionales nos permiten buscar y diseñar fármacos a menor costo y con mayor probabilidad de éxito. Es decir, usamos algoritmos y modelos computacionales para describir y calcular interacciones (propiedades fisicoquímicas, farmacológicas y farmacocinéticas) entre un blanco terapéutico (proteínas, enzimas o ácidos nucleicos) y un conjunto de ligantes o moléculas bioactivas (potenciales fármacos); a este proceso se le conoce como cribado virtual.

Hoy en día, estas metodologías crecen a pasos agigantados, pues el uso de supercomputadoras cada vez más poderosas permite analizar más datos y desarrollar técnicas más eficientes de clasificación como IA (Inteligencia Artificial). Por ejemplo, a través del cribado virtual en el sitio activo de la enzima integrasa del VIH (virus de inmunodeficiencia humana), se descubrió el raltegravir, un antiviral aprobado por la FDA (*Food & Drugs Administration* de E.U.A.) como tratamiento contra el virus.

De forma similar, durante la pandemia del virus SARS-CoV-2, el diseño computacional con IA permitió identificar fármacos como el paxlovid. Así pues, el desarrollo e implementación de estas técnicas analíticas representan un campo abierto a la interdisciplina y colaboración entre la comunidad científica para resolver problemas de gran importancia en el campo de la salud. **H**



Leo Sternbach.



Impresora 3D de viviendas.

El lector podrá considerar que una casa impresa en 24 horas se refiere a los planos constructivos. Pero estamos hablando de viviendas construidas listas para ser habitadas. Para los que aún imprimimos solamente en papel, les comento que cada vez es más amplio el uso de impresoras 3D. Es decir, no imprimen textos o imágenes, si no que crean volúmenes. Se emplean para producir maquetas, piezas de arte diseñadas en computadora, repuestos de automóviles, refacciones militares, instrumentos musicales, prótesis médicas y, recientemente, casas. Las impresoras 3D de viviendas emplean concreto en lugar de tinta. Las más comunes tienen dimensiones entre 7 metros de largo por 4 metros de alto y funcionan como una manga pastelera que en vez de soltar crema suelta concreto.

Controladas desde una *tablet* o celular, bajo un diseño al gusto del cliente, requieren de tres trabajadores para funcionar sin interrupción hasta que el proceso concluya. La máquina coloca capas de concreto mezclado con refuerzos de fibra y otros aditivos que se endurecen rápidamente edificando muros. Estos muros son revestidos con yeso laminado o estucado para darles un mejor acabado y finalmente se coloca la cancelería acorde al proyecto, dejando la casa lista para su uso.

Estas construcciones iniciaron en Holanda y en Stupino, Rusia, donde en sólo un día se imprimió una casa de 38 metros cuadrados a un bajo costo de 10 mil dólares.

Casas impresas en 24 horas

Arq. Percy Guillermo Neyra Lewin / percy_neyra@yahoo.com
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)



En Nacajuca, Tabasco, empresas norteamericanas levantan 500 viviendas resistentes a sismos, fuego o huracanes para familias de bajos ingresos. Constan de 46 metros cuadrados distribuidos en dos recámaras, cocina, baño y tuberías internas. Actualmente, 200 casas están en construcción o completas y hay planes para desarrollar caminos, campos de fútbol, una escuela, un mercado y una biblioteca. Una vez terminada, será la primera comunidad del mundo impresa en 3D. En paralelo, Dubái construyó en 17 días la casa impresa más grande hasta el momento, con 9.5 metros de altura y 640 metros cuadrados de superficie. Ahora la ciudad planea imprimir 25% de sus nuevas obras para 2030.

Esta tecnología permite, además, viviendas que pueden ser construidas *in situ* o trasladadas a donde se necesiten, al ser impresas en fábricas de forma total o parcial para su ensamblaje, así como imprimir mobiliario urbano a base de plástico reciclado. Recientemente, se imprimió un puente de concreto con 26.3 metros de largo y 3.6 de ancho en tan solo 18 días en Shanghái, China. A su vez, empresas en Singapur han anunciado su intención de imprimir rascacielos; e incluso hay un proyecto de la NASA para desarrollar bases en Marte.

Las ventajas de estas impresiones son notables: disminuyen costos, tiempos, mano de obra, materiales, maquinaria y emisiones de dióxido de carbono en los procesos constructivos. Aun así, hay desafíos por vencer, como la aceptación de la población que considera estas edificaciones inseguras, poco durables o poco estéticas; la capacitación de personal que pueda emplear estas tecnologías; la fabricación más eficiente de las impresoras y productos especializados; vencer

restricciones y normas burocráticas de construcción que no consideran este método constructivo, así como adaptarse a la topografía del terreno, ya que actualmente sólo se edifica sobre superficies lisas o compactadas.

La relevancia de este método de construcción radica en que, junto a su desarrollo comercial o incluso interplanetario, permite disminuir el déficit de vivienda, sin importar la región o el clima. Además, brinda respuestas rápidas a necesidades de refugio y podría levantar centros de salud inmediatos en sitios afectados por catástrofes ambientales o conflictos humanos. Su uso para brindar estas soluciones en favor de la humanidad debe ser priorizado. **H**



Traslado de casa impresa en 3D.



Vivienda impresa en 3D.

¿Es la hibridación una aberración?

Dr. Alfredo López Caamal / hqc5dj@virginia.edu
Universidad de Virginia, Estados Unidos

Desde la antigüedad, la especie humana ha imaginado criaturas fantásticas cuyos cuerpos están conformados por partes de varios animales. Minotauros, dragones y serpientes emplumadas son sólo algunos ejemplos. Es claro que estas criaturas no existen en la naturaleza. Pero, ¿acaso existen organismos con características de dos o más especies? Contrario a la creencia popular (y a la de algunos científicos), éstos son más frecuentes de lo que se cree. La cruce entre especies diferentes, o hibridación, da como resultado este tipo de organismos. En este artículo, explico con qué frecuencia ocurre este fenómeno, además de dar algunos ejemplos de híbridos naturales y artificiales.

Los híbridos y su supuesta rareza

En la cultura occidental, existe la concepción generalizada de la hibridación como un evento que pocas veces ocurre, y que cuando llega a darse, resulta en individuos infértiles. La mula resultante de la cruce entre una yegua y un burro es el ejemplo por excelencia. Las razones por las cuales existe esta idea son variadas y van desde argumentos filosóficos, religiosos e incluso científicos. Estos argumentos consideran que la cruce entre especies atenta contra un supuesto orden natural, considerando a los híbridos como creaciones “antinaturales” o “engendros”. Afortunadamente, la naturaleza no se rige por las concepciones humanas. Ahí radica su belleza.

La hibridación ocurre constantemente. Algunas veces resulta en individuos infértiles, como en el caso de la mula. En otras, da lugar a individuos capaces de dejar descendencia fértil. La fertilidad de los híbridos depende de muchos factores, siendo los de mayor importancia la genética de las especies y el ambiente en el que se desarrollan. Para darte una idea de la frecuencia con la que ocurre la hibridación, se estima que 10% de los animales y 25% de las plantas son resultado de este fenómeno. ¡Una de cada cuatro especies vegetales pudo haberse originado por hibridación! Por lo tanto, una de sus consecuencias más importantes es la creación de nuevas especies. No obstante, el hombre puede facilitar la cruce entre especies de forma intencional. Algunos de estos híbridos constituyen una parte fundamental de nuestra alimentación. A continuación, te presento varios ejemplos de híbridos artificiales y un ejemplo de hibridación natural.



Híbridos, más que engendros

Lunes por la mañana. Suena el despertador, lo apago y me quedo dormido... ¡Otra vez! Al salir con prisa de casa, me acerco a un puesto para comprar comida. Al tratar de decidirme entre unos chilaquiles y una pieza de pan dulce, aún con prisa, me doy tiempo para recordar que los ingredientes de ambos provienen de híbridos. El trigo harinero, con el cual se elabora el pan, es un híbrido de varias especies del género *Triticum*, mientras que el maíz es un cultivo originado en México que ha tenido cruces recurrentes con su pariente silvestre. Me decido por los chilaquiles. Mientras como, pienso en otros híbridos de los cuales nos alimentamos: la uva y la sandía sin semilla, el plátano. Al mirar a mi alrededor veo una variedad de nochebuena adornando los jardines. También es un híbrido. Están por todos lados. En mi camino al trabajo, me pregunto, ¿acaso estamos rodeados de engendros antinaturales? La respuesta es sencilla: no. La hibridación es un fenómeno natural. Puede ocurrir sin la intervención de la especie humana o con ella. Al llegar a mi trabajo, me peino rápidamente en el baño. Al verme en el espejo recuerdo que, en algún momento de la historia, se cree que la especie humana tuvo cruces con otras especies emparentadas, ahora extintas. Así que no sólo estamos rodeados de híbridos, sino que incluso es probable que seamos uno. Después de esto, ¿qué opinas ahora sobre la hibridación? **H**

Cazadores de átomos

M.C. Jorge Luis Rodríguez Alejandro/ 0708183c@umich.mx
 Dra. Nabanita Dasgupta-Schubert / nabanita.schubert@umich.mx
 Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas,
 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Todo está compuesto de átomos. Los átomos de cada elemento tienen una estructura única compuesta por las entidades subatómicas del núcleo y los electrones que lo rodean. Es la configuración electrónica de los átomos de cada elemento la que determina las propiedades de los elementos. En la actualidad sabemos de qué están hechas la mayor parte de las cosas, como el agua (de elementos hidrógeno y oxígeno) o los vidrios que usamos en nuestras ventanas (silicio), pero hay una pregunta que todavía no podemos responder completamente: ¿De qué estamos hechos los seres humanos?

La composición básica del cuerpo humano, más conocido como el CHONPS (carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre) no es la historia completa; los seres humanos tenemos dentro de nosotros otro tipo de elementos, como el selenio, boro, cromo, cobre, flúor, molibdeno, silicio, estaño, vanadio y zinc.

La física nos propone diferentes formas de observar la interacción de los átomos sin necesidad de ver los átomos directamente. Cada elemento de la tabla periódica tiene una "huella digital"; esta huella digital es la energía fluorescente del átomo.

Recordemos el modelo atómico de Bohr (el más usado para fines ilustrativos) donde observamos a los electrones orbitando el núcleo del átomo en diversos niveles definidos por su energía (figura 1). La transición de los electrones en niveles de mayor energía a niveles de menor energía producirá un fotón (partícula/onda de luz), este fotón producido tendrá una energía única que dependerá del átomo que lo produjo (calcio, sodio, potasio, fósforo, azufre, selenio, entre otros). Los fotones resultantes de cada interacción son únicos de cada elemento químico, son la huella digital de los elementos. Este mecanismo recibe el nombre de fluorescencia de rayos X (figura 2).

Imaginemos el átomo estable con sus electrones orbitando, cuando de pronto un rayo de radiación lo golpea tan fuerte

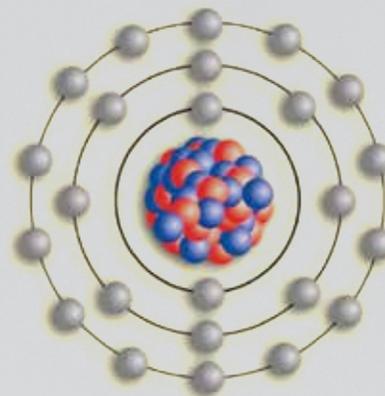
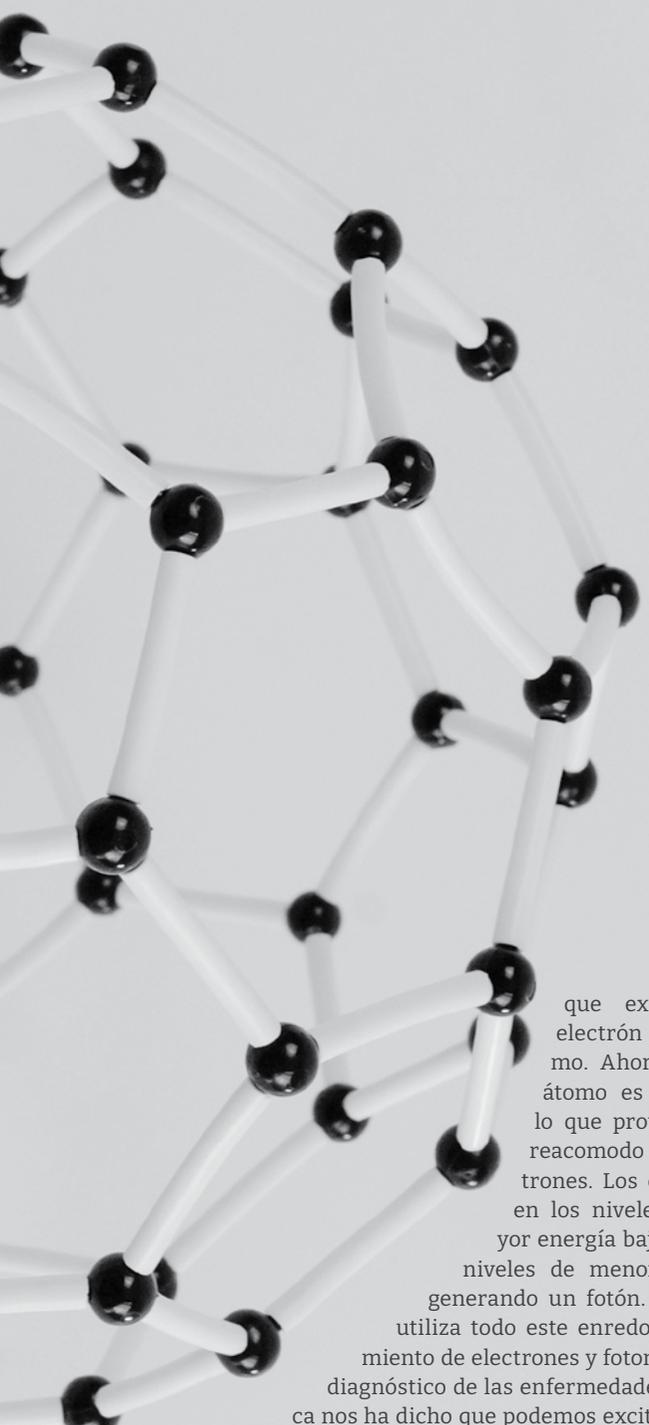


Figura.1 Modelo atómico de Bohr. Fuente: geoenciclopedia.com



sentido, las concentraciones de elementos sirven como una señal de enfermedad asociada con exceso (o deficiencia, en su caso) de este elemento.

La física ha sido una aliada de la biomédica para el desarrollo de nuevas tecnologías de la salud. La nueva pregunta es: ¿Dónde debemos buscar los átomos? Esta pregunta, mis estimados lectores, es la pregunta que se hace parte de la comunidad científica en estos momentos. Si buscamos en la sangre podremos encontrar elementos tóxicos que están transportándose en el cuerpo de manera incógnita, sin ser reconocidos o detectados. Un grupo de científicos europeos se preguntó qué encontraría en la sangre de pacientes con Alzheimer y, para su sorpresa, encontraron cantidades elevadas de aluminio, arsénico y plomo.

El cuerpo humano es una gran incógnita que el esfuerzo de muchos científicos ayudará a resolver. ¡La cacería de átomos continúa! **H**

que expulsa un electrón del átomo. Ahora nuestro átomo es inestable, lo que provocará un reacomodo de electrones. Los electrones en los niveles de mayor energía bajarán a los niveles de menor energía, generando un fotón. ¿Cómo se utiliza todo este enredo de movimiento de electrones y fotones para el diagnóstico de las enfermedades? La física nos ha dicho que podemos excitar átomos para producir fotones que nos dirán qué átomos/elementos específicos tenemos frente a nosotros.

Algunas enfermedades son producidas por el exceso de elementos químicos en el cuerpo humano como el plomo, cadmio, selenio, uranio, entre otros.

Podemos analizar la orina, esto podría revelar detalles del sistema excretor o las células para saber si están absorbiendo algún elemento tóxico, algo útil para saber la efectividad en quimioterapia, analizar una célula tumoral para saber si la quimio alcanzó realmente los tumores.

Algunas enfermedades, como la intoxicación por plomo o selenio, suelen mostrar los síntomas hasta que existen concentraciones muy altas en la sangre. Con estos análisis podemos detectar las enfermedades en etapas tempranas. En este

Fenómeno físico de la XRF

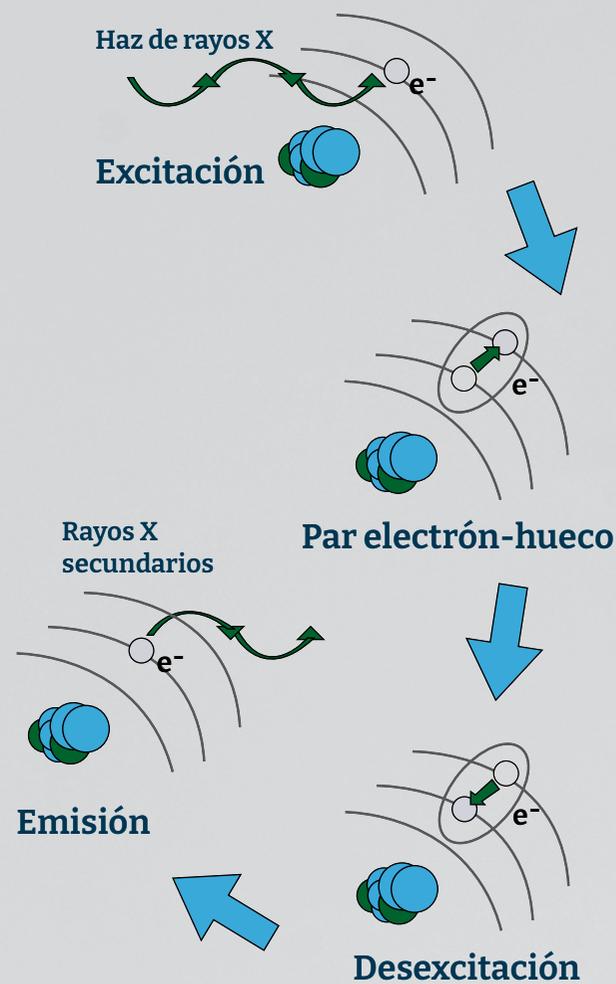


Figura. 2 Fluorescencia de rayos X.

Fuente: Modificado de Fernández-Ruiz, 2000.

coagulación transita por varias fases (figura 1). Durante la iniciación, el daño a la pared de los vasos sanguíneos da la señal de alerta exponiendo las células endoteliales. Estas células liberan proteínas llamadas factor tisular (FT) unido al Factor VII activo, activando a otros factores hasta la formación de pequeñas cantidades de trombina (FIIa). La trombina convierte proteínas llamadas fibrinógeno en fibrina para formar coágulos (figura 2).

Durante el conteo, los engranes comienzan a rodar. En la siguiente fase de la coagulación se engloban la amplificación de la señal de daño y la propagación de la respuesta. En la amplificación, la trombina activa las plaquetas y otros factores importantes en la fase de propagación. Las plaquetas activadas muestran en su membrana celular una clase especial de fosfolípidos, a los que se anclan las proteínas que se activan en cascada, generando un coágulo estable en la fase de la propagación.

En nuestro laboratorio estudiamos, mediante modelado molecular, el reconocimiento de la superficie de plaquetas activadas, usando recursos de supercómputo de la UAEM y del Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México. Este trabajo es una estancia postdoctoral financiada por el CONACyT.

¡Todo lo que inicia tiene que terminar!

En el cronómetro, el temporizador de inicio activa el mecanismo y el temporizador de paro da fin al conteo. En la coagulación existen mecanismos que detienen la formación del coágulo y evitan la formación a destiempo o excesiva de coágulos. En la figura 1, estos mecanismos se muestran con un símbolo en forma de T. Al igual que en los componentes

de un cronómetro, si alguno no trabaja correctamente, hay defectos en su funcionamiento. Los trastornos de la coagulación aparecen cuando alguno de los componentes es deficiente o está ausente. Se puede producir, por una parte, un aumento descontrolado en la activación de la trombina o su falta de inhibición, lo cual lleva a la formación de coágulos de forma excesiva. Por otra parte, la falla de los factores que promueven la coagulación ocasiona poca formación de trombina, que lleva a la pérdida de sangre sin control, como sucede en las hemofilias. La coagulación es uno de los procesos fundamentales para la vida, con el fino equilibrio que requiere mantener la sangre en circulación y la resolución pronta y efectiva de su pérdida. Esto se denomina hemostasis, es decir, el cronómetro funcionando a la perfección.

¿Cómo se pueden corregir o tratar los trastornos de la coagulación?

Al igual que en un cronómetro en el que algún componente falla, reemplazar esa pieza podría restablecer el funcionamiento. Por ejemplo, la terapia de reemplazo en la hemofilia A y B (deficiencia o ausencia de los factores VIII y IX, respectivamente) alivia la deficiencia de estas proteínas. Algunos trastornos como la hemofilia A y B presentan síntomas similares (hemorragias en diferentes partes del cuerpo), por lo que se necesita un diagnóstico preciso para administrar el tratamiento adecuado. Siguiendo con la analogía del cronómetro, reemplazar un engrane de diferente tamaño no corregirá el problema. Actualmente, el desarrollo biotecnológico en la medicina muestra avances sorprendentes como la terapia génica, sin embargo, este tema amerita otra historia con las ingeniosas soluciones que se generan gracias al conocimiento que tenemos sobre el mecanismo de la coagulación. **H**



Inteligencia artificial para predecir la estructura de proteínas

M. en C. Israel Lara Vega / isralv@outlook.com
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN

Las proteínas son los productos finales del proceso de decodificación del ADN; como caballos de batalla de las células, las proteínas realizan múltiples funciones de gran importancia que permiten mantener la vida. Aunque mucha gente piensa que sirven sólo para crear músculos, las funciones de las proteínas son varias y bien diferenciadas, que van desde formar parte de elementos estructurales, como el colágeno, hasta realizar prácticamente todas las reacciones bioquímicas que ocurren en los seres vivos: transportar oxígeno (hemoglobina), identificar antígenos (anticuerpos), aumentar la velocidad de reacciones químicas (enzimas), producir cambios metabólicos (hormonas) o reparar daños.

Las funciones de las proteínas son específicas de cada tipo y se basan en la estructura tridimensional que adopta cada una al ser sintetizada. La estructura de las proteínas reúne las propiedades de disposición en el espacio de los aminoácidos (los componentes de todas las proteínas), pero también de las características físicas de su entorno y la presencia de compuestos simples o complejos que las estabilicen o conduzcan a un plegamiento específico.

La forma final adoptada por una proteína suele ser la más estable o favorable desde el punto de vista energético.

A medida que las proteínas se pliegan, prueban una variedad de conformaciones antes de alcanzar su forma final, que es única y compacta. Las proteínas plegadas se estabilizan mediante enlaces débiles entre aminoácidos. Por ejemplo, las proteínas disueltas en el citoplasma tienen grupos químicos hidrófilos (amantes del agua) en sus superficies, mientras que sus elementos hidrófobos (que rechazan el agua) tienden a estar metidos en el interior. Por el contrario, las proteínas que se insertan en las membranas celulares muestran algunos grupos químicos hidrofóbicos en su superficie,

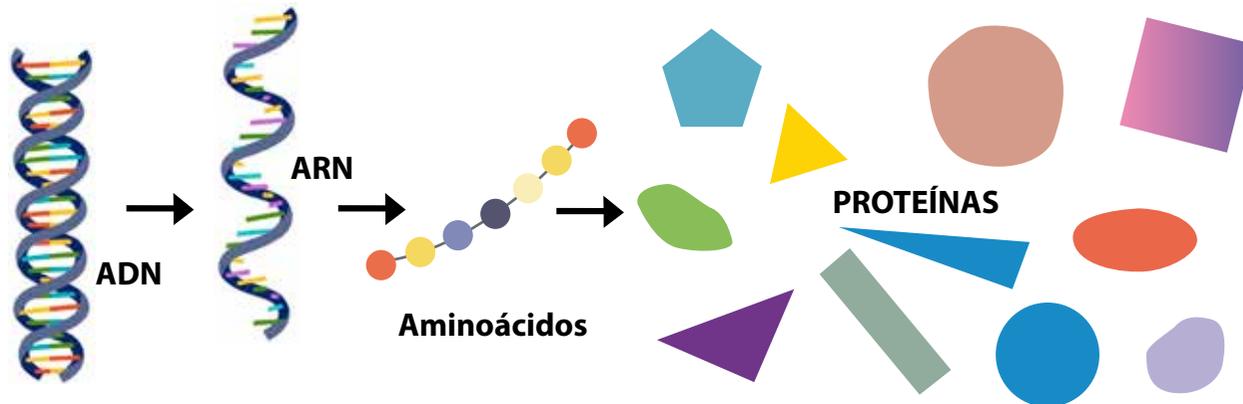


Figura 1. Representación del proceso de formación de proteínas y diversidad de estructuras.

específicamente en aquellas regiones donde la superficie de la proteína está expuesta a los lípidos de la membrana.

La inteligencia artificial ayuda a conocer la estructura de las proteínas

Conocer la estructura de una proteína tiene implicaciones enormes para la ciencia, por ejemplo, cuando un virus nuevo emerge en la población (como es el caso del SARS-Cov-2) podríamos necesitar saber cómo es la estructura tridimensional de la proteína del virus con la que logra unirse a las células del huésped para poder crear compuestos que se unan primero a estas proteínas y evitar una infección, con ello lograríamos tener un medicamento antiviral.

El problema es que, aunque las proteínas se consideran macromoléculas, son demasiado pequeñas para visualizarlas, incluso con un microscopio. Entonces, los científicos deben usar métodos indirectos para descubrir cómo se ven y cómo

se doblan. El método más común utilizado para estudiar estructuras de proteínas es la cristalografía de rayos X. Con este método, los cristales sólidos de una proteína purificada se colocan en un haz de rayos X y el patrón de rayos X desviados se usa para predecir las posiciones de los miles de átomos dentro del cristal de proteína.

Estos métodos, sin embargo, son muy costosos y requieren de mucho tiempo para lograr obtener una estructura tridimensional; además, las estructuras de proteínas más grandes o unidas a otras moléculas son más difíciles de obtener.

Afortunadamente, la estructura de las proteínas se ha logrado también predecir mediante programas informáticos. Si bien hace algunos años estos programas apenas podían predecir con exactitud algunas proteínas, hoy en día hacen uso de inteligencia artificial y han logrado predecir con exactitud muchas estructuras de proteínas que han sido ya previamente descubiertas por métodos tradicionales y, lo más importante, han logrado predecir estructuras de proteínas nuevas o de organismos recién descubiertos de los que sólo conocemos su secuencia genética o ADN. **H**

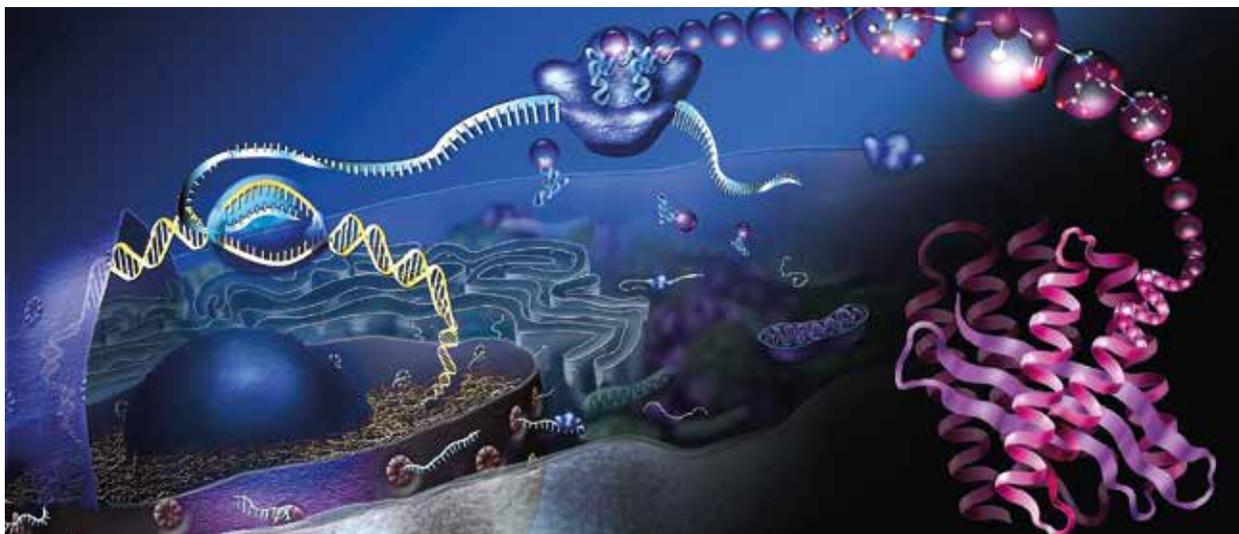


Imagen: Nicolle Rager, National Science Foundation.

Ellas también se visten de gala

Ser o no ser pintoresco, esa es la cuestión

Biól. Adán Martínez Torres / adanmartinez@uaem.edu.mx
Centro de Investigaciones Biológicas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

De colores poco llamativos a los colores más brillantes y vistosos, ya sea para bien o para mal, los cambios de color forman parte de la vida de muchas lagartijas y, afortunadamente, estos animales aprendieron a sacarle el mayor provecho posible. Debemos tomar en cuenta que para los seres vivos es vital desarrollar estrategias que les permitan sobrevivir y ser muy llamativo en el mundo silvestre puede ser una mala idea; por ello, la mayor parte del tiempo, muchas lagartijas suelen inclinarse por los colores que les permiten confundirse con su entorno, pero son capaces de cambiar su atuendo en ocasiones especiales. Es por lo anterior que los colores en las lagartijas pueden ser tan interesantes, dado que nadie en su sano juicio quiere estar en la mira de un depredador y mucho menos tener un color que facilite tu localización. Pero las lagartijas están dispuestas a pagar tan alto precio por una ocasión tan importante como la reproducción.

En la mayoría de las especies de lagartijas son los machos quienes suelen ser los más vistosos, lo que significa que es poco frecuente encontrar hembras que presenten estas características; esto hace recordar aquello de que los hombres viven menos que las mujeres por lo intrépidos que son algunos y por las locuras que cometen otros. Sin embargo, existen especies donde las hembras son las únicas que presentan cambios de color, incluso pueden ser más grandes

Figura 2. Chintete macho de garganta azul (*S. h. horridus*) en época de reproducción.





que los machos; pero que la mayoría de las hembras no presenten cambios de color tan llamativos no es necesariamente algo negativo, probablemente al igual que las mujeres, las hembras de lagartijas sobreviven más que los machos al no exponerse tanto a los peligros.

Entonces, ¿a quién le interesa ser llamativo? Por lo general, se ha observado que sólo uno de los dos cambia de colores opacos a llamativos; además, es común que no presenten más de dos patrones de color, es decir, no es frecuente observar que en machos de una especie haya algunos de color azul, otros amarillos y algunos más de color naranja. Sin embargo, ese no es el caso de la lagartija “chintete” (*Sceloporus horridus horridus*), ya que tanto machos como hembras presentan cambios de color al mismo tiempo, algo que no es común de encontrar. Estas lagartijas podemos encontrarlas en el centro de México, han sido vistas en la cuenca del río Balsas, en los estados de Oaxaca, Guerrero, sur de Puebla y en la región centro y sur de Morelos.

Se encuentran mayormente en áreas de selva baja caducifolia, lo que podría explicar sus colores opacos la mayor parte del tiempo, entre los que se encuentran colores grises, cafés, negros y blancos (figura 1).

Las “chintetes” se caracterizan por pertenecer a un grupo conocido como “lagartijas

espinosas”, el club de las lagartijas en el que debes tener escamas puntiagudas que asemejen espinas para poder entrar; y pese a la intimidación que genera su aspecto en algunas personas, estas lagartijas son completamente inofensivas. Probablemente, sus colores también estén siendo malinterpretados por las personas, ya que los machos de esta especie presentan tres tipos de patrones de color: el azul (figura 2), el naranja y el amarillo (figura 3); estos colores se concentran principalmente en el área inferior de la garganta y parte de sus lados posteriores. A diferencia de algunas especies de serpientes, sus colores brillantes no son un sinónimo de peligro.

Si bien su color no se relaciona con la presencia de venenos, sí se ha relacionado con el tamaño del cuerpo: los machos que tiene la garganta azul son los de mayor tamaño, mientras que los machos de garganta amarilla son los más pequeños.

Por otro lado, las hembras son más pequeñas que los machos (dimorfismo sexual) y presentan cambios de color principalmente en el área superior de la cabeza. Hasta el momento sólo se han caracterizado dos patrones que se basan en el color naranja y rojo (figura 4).

Algunas hembras mantienen su color base en todo momento, el café; la moda no es para todos, pero quizá estas hembras tengan sus motivos. En mi experiencia, en la realización de distintos estudios he podido observar una mayor pérdida de la cola en hembras con cabeza roja. La autotomía (autoamputación de algún miembro del cuerpo) es una estrategia de supervivencia, por lo que a simple vista podría mostrarnos que las hembras rojas reciben mayor cantidad de ataques, a diferencia de las hembras con cabeza café.



Figura 1. Hembra de chintete (*S. h. horridus*) con sus colores observados durante la mayor parte del año.



Figura 3. Chintetes macho (*S. h. horridus*) en época de reproducción: garganta naranja (izquierda) y garganta amarilla (derecha).

Llega verano y con él los cambios

Para las lagartijas “chintetes”, la temporada de verano es el momento idóneo para relucir sus mejores prendas, ya que durante los meses de marzo a julio se concentran en su temporada de reproducción. Pero como ya sabemos, los colores más intensos representan un gran reto, puesto que los machos y hembras con estas características deben tener la capacidad no sólo de desarrollarlos, sino también de mantenerlos, esto es debido a que la producción de color también conlleva un gasto energético y, con un mayor gasto de energía, se hace indispensable ser bueno en conseguir territorios de alta calidad; algo así como cuando nosotros buscamos una casa con buenos servicios de agua, luz, internet, drenaje, etcétera. Por lo tanto, para los “chintetes” el verano no sólo trae consigo cambios a nivel estructural, sino también de forma conductual. Si quieren dejar descendencia, las lagartijas luchan en varios frentes, deben defender su territorio y su alimento, alejar a posibles competidores y cortejar a varias posibles parejas, y todo mientras continúan escapando de la vista de los depredadores; nadie dijo que sería fácil.

Todo lo anterior hace que podamos observar un comportamiento más agresivo o dominante durante la temporada de reproducción. Si bien es fácil observar e intuir que los machos son quienes se vuelven más agresivos, es importante aclarar que las hembras también pueden tener estos comportamientos de dominancia. Las hembras pueden competir o defender áreas de mejor calidad de otras hembras, principalmente por las áreas de alimentación, de refugios, áreas de termorregulación y sitios de anidación. Son peleas como las que nuestros tíos tienen en la época de Navidad

por los terrenos de los abuelos, pero nosotros no desarrollamos colores que nos indiquen la agresividad del otro. En lagartijas, las hembras que desarrollan colores llamativos suelen ser más grandes y agresivas, por lo que también suelen ser más dominantes con aquellas que son más pequeñas y poco coloridas.

Para las lagartijas, los colores son parte fundamental de su comunicación, sirven para poder identificar el sexo, la salud, sus capacidades, su agresividad, entre otras señales, pero en la reproducción es donde los cambios de color cobran mayor importancia. Para tal valioso objetivo se requiere de una importante elección, todo mundo quiere que su descendencia sea sana y se desarrolle de la mejor forma posible, y para las lagartijas, los colores llamativos pueden ser una señal de buena calidad genética. En este punto nos percatamos del valor de tanto sacrificio; en general, para las lagartijas, los colores brillantes son más atractivos por las múltiples señales de buena calidad. Esto es porque el desarrollo y mantenimiento de colores llamativos no es gratuito, como ya se ha mencionado antes, se requiere de buenas capacidades.

Por lo tanto, las hembras ven con mejores ojos a los machos con colores tan llamativos, pues lo asocian con un macho de alta calidad, capaz de ofrecer un territorio de buenas características donde pueden satisfacer sus necesidades. Hasta este punto pareciera que las hembras son interesadas, pero ¿qué hay de los machos? Ellos también suelen verse atraídos por ciertos colores, pero a diferencia de las hembras, los machos pueden relacionar su color y tamaño con la salud, y por consiguiente, con el tamaño y cantidad de huevos que pueden poner las hembras. Por lo tanto, hembras y machos son interesados, no por las mismas cosas, pero sí por un objetivo muy importante: ofrecer lo mejor a su descendencia.



Figura 4. Dimorfismo sexual.

Con todo lo ya mencionado, la presencia de varios colores hace que nos preguntemos, ¿por qué continúa habiendo más de un patrón de color?, es decir, la teoría nos habla de las ventajas que pueden existir de un patrón de color a otro distinto, lo cual eventualmente llevaría a que sólo uno prevaleciera, sin embargo, no es así. Aún los machos más pequeños o débiles no dejan de intentar conseguir pareja, cada uno puede tener sus propias estrategias que les permitan perpetuar sus genes. Un claro ejemplo de lo anterior se ha reportado para la “lagartija de costado manchado” (*Uta stansburiana*); en esta especie los machos también presentan tres patrones de color: azul, naranja y amarillo; pero a diferencia de las “chintetes”, en esta especie, los machos anaranjados son los más grandes.

Los machos amarillos son los más pequeños, por lo que han desarrollado principalmente estrategias conductuales, ellos no defienden un territorio, se adentran en el territorio de alguien más (principalmente el de los machos anaranjados) y se aparean con las hembras. Son muy listos. En cambio, los machos azules defienden un territorio menor en comparación al territorio que defienden los machos anaranjados, pero lo que les caracteriza es su capacidad de

establecer alianzas con otros machos azules para defender sus territorios; la defensa de territorios pequeños y su estrategia de cooperación es buena para la detección de los machos amarillos. Finalmente, los machos anaranjados son los más agresivos y suelen competir bien contra los machos azules, pero cuidar un territorio grande los hace vulnerables a la infiltración de los amarillos. Pareciera una lucha de pandillas, pero son sólo unas inocentes lagartijas esforzándose por dejar descendencia.

Como podemos darnos cuenta, incluso los individuos que parecen competir en desventaja pueden sacar provecho de sus cualidades, los machos amarillos de la “lagartija de costado manchado” son un ejemplo de ello, incluso siendo apodados como “machos con zapatillas” ya que se cree que parte de su estrategia es aparentar ser otra hembra, lo cual no es difícil debido al tamaño de cuerpo similar, esto hace difícil su identificación cuando se adentra en territorio ajeno. Con esto aprendemos que hay distintas estrategias que pueden ser más o menos efectivas y nos demuestran que en ocasiones hacerla reír puede hacer que se le olvide que no son tan atractivos.

En cuanto a las “chintetes”, hace falta realizar estudios sobre el comportamiento tanto en machos como en hembras; tal vez nos demuestren estrategias diferentes que nos hagan admirar cada una de sus cualidades. Es una especie que a diferencia de la “lagartija de costado manchado” se ha encontrado más de dos patrones de color en las hembras, lo que podría sugerir tanto elección masculina como femenina, aumentando las incógnitas de lo que ocurre en esta especie.

En el mundo natural pocas cosas pueden ocurrir por casualidad, hasta los detalles que pensamos que no tienen importancia pueden ser el reflejo de una estrategia de supervivencia. Por todo lo ya mencionado, los distintos colores dentro de una misma especie resultan interesantes, nos dan un panorama de cómo ha actuado en ellas la selección natural y sexual, sobre todo en una especie donde los machos y hembras tienen distintos colores y tamaños. Debemos recordar siempre que la naturaleza es fascinante, colorida, misteriosa e importante, por eso ellas visten de gala. **H**



Autor: Adán Martínez Torres.

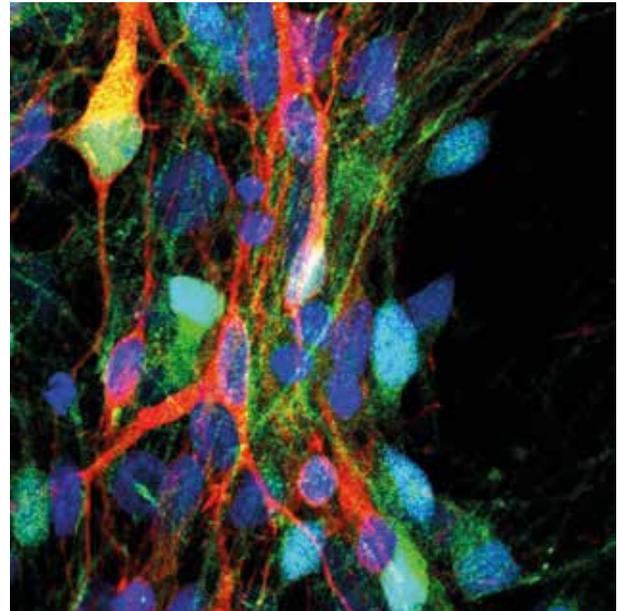
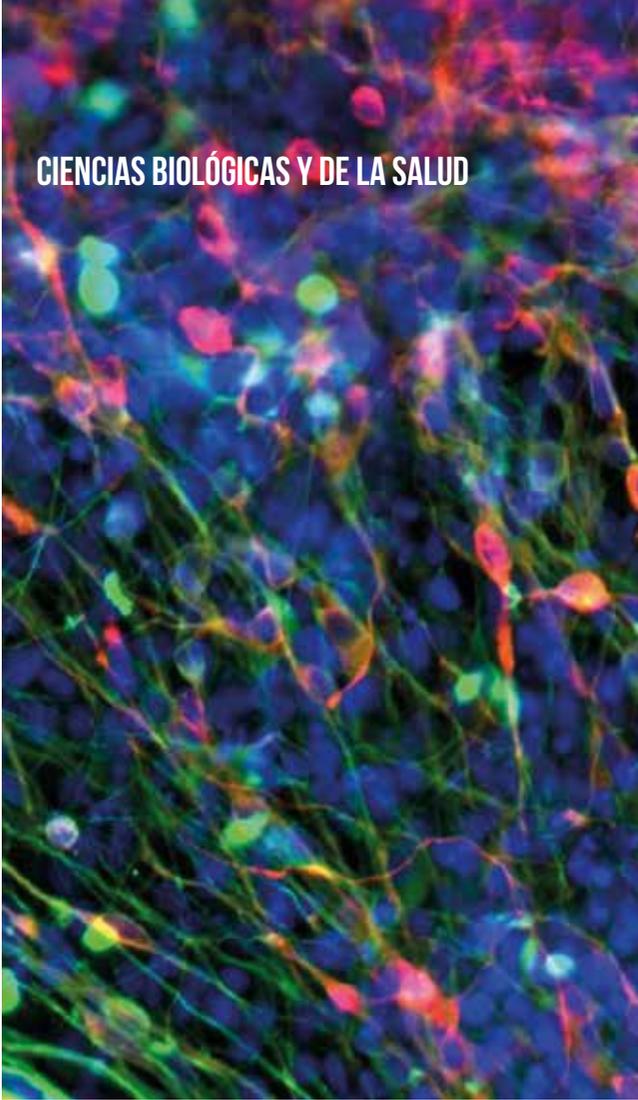


Figura 1. Neuronas derivadas de células troncales pluripotentes inducidas. (Fuente: Peña-Martínez, V. & Bernal-Conde L. D., 2022).

¿Te has preguntado cómo se controlan nuestros movimientos? Como podrás imaginar, nuestro cerebro es el encargado de ello, por lo que realizar tareas cotidianas depende de su adecuado funcionamiento y de las células que lo componen. Lamentablemente, el daño en ciertas regiones de este órgano puede inducir padecimientos como la enfermedad de Parkinson, que se produce por la muerte de las células conocidas como neuronas dopaminérgicas. Esta enfermedad se presenta en personas mayores de 50 años y se caracteriza por síntomas motores como temblor en reposo, inestabilidad postural y rigidez. Un factor preocupante es que el diagnóstico se realiza cuando una cantidad importante de neuronas ha muerto. Si bien es posible mejorar la calidad de vida del paciente a través del tratamiento enfocado en reducir los síntomas, aún no existe un tratamiento que detenga o retrase la muerte neuronal. Por ello, se han desarrollado múltiples modelos de la enfermedad que permiten estudiarla y explorar alternativas de tratamiento, siendo las células troncales pluripotentes uno de los más útiles.

Pero, ¿qué son las células troncales pluripotentes y cómo se emplean para estudiar la enfermedad de Parkinson?

Células troncales: piezas clave en el estudio de la enfermedad de Parkinson

LBD. **Andrea J. Balbuena Olvera** / balbuena@ifc.unam.mx
Biól. Verónica Peña-Martínez / veronicap_m@ciencias.unam.mx
Dra. Magdalena Guerra-Crespo / mguerra@ifc.unam.mx
Instituto de Fisiología Celular
Facultad de Medicina
Universidad Nacional Autónoma de México

Estas son conocidas comúnmente como células madre y son aquellas capaces de generar alrededor de 200 tipos diferentes de células de nuestro cuerpo, habilidad conocida como pluripotencia. Sin embargo, se obtienen a partir de embriones humanos, lo que representa un dilema ético. Una alternativa fue diseñar una estrategia que permite generarlas al someter células diferenciadas, por ejemplo, de la piel, al proceso conocido como reprogramación celular, en la que

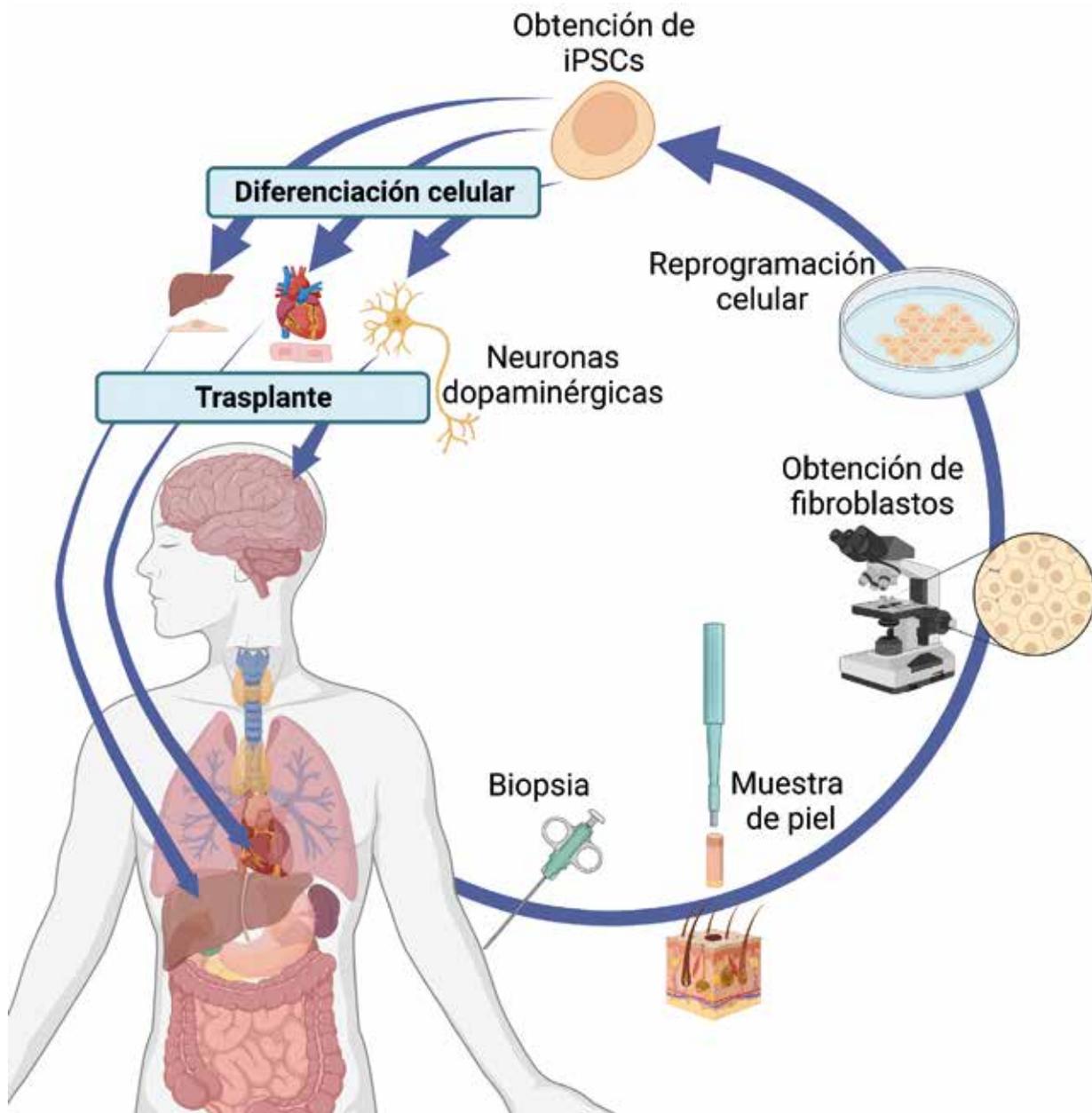


Figura 2. Generación de células troncales pluripotentes inducidas (iPSC) a partir de células de la piel (fibroblastos) (Peña-Martínez, V., 2022).

adquieren la capacidad de regresar al estado pluripotente y a partir de allí con protocolos específicos de cultivo, convertirse nuevamente en cualquier tipo celular, entre ellos el neuronal (figura 2). A estas células se les conoce como células troncales pluripotentes inducidas (iPSC, por sus siglas en inglés), y han sido producidas a partir de personas con diferentes padecimientos, entre ellos, la enfermedad de Parkinson, por lo que funcionan como modelo para estudiar a las neuronas provenientes de los pacientes sin tener que tomar muestras de tejido de forma invasiva.

En el laboratorio de Medicina Regenerativa de la Facultad de Medicina de la UNAM, se cuenta con iPSC obtenidas de un paciente con enfermedad de Parkinson hereditario. Estas células han permitido obtener neuronas dopaminérgicas en las que se investiga cómo se desarrolla la enfermedad en diferentes etapas de las neuronas afectadas. Además, las

investigaciones no se limitan a analizar cómo ocurre la enfermedad en cultivo.

También se analizan los procesos celulares que ocurren al trasplantarlas en etapa de precursor neuronal en la zona lesionada por la enfermedad en el cerebro de roedores.

Ambas estrategias, con la finalidad de identificar mecanismos que lleven en un futuro a diagnósticos y tratamientos que sean eficaces en la prevención de la pérdida neuronal.

Como imaginarás aún falta mucho camino por recorrer, pero las iPSC han abierto nuevas posibilidades en busca de nuevos tratamientos y mejora de las condiciones de vida de las personas con enfermedad de Parkinson. **H**

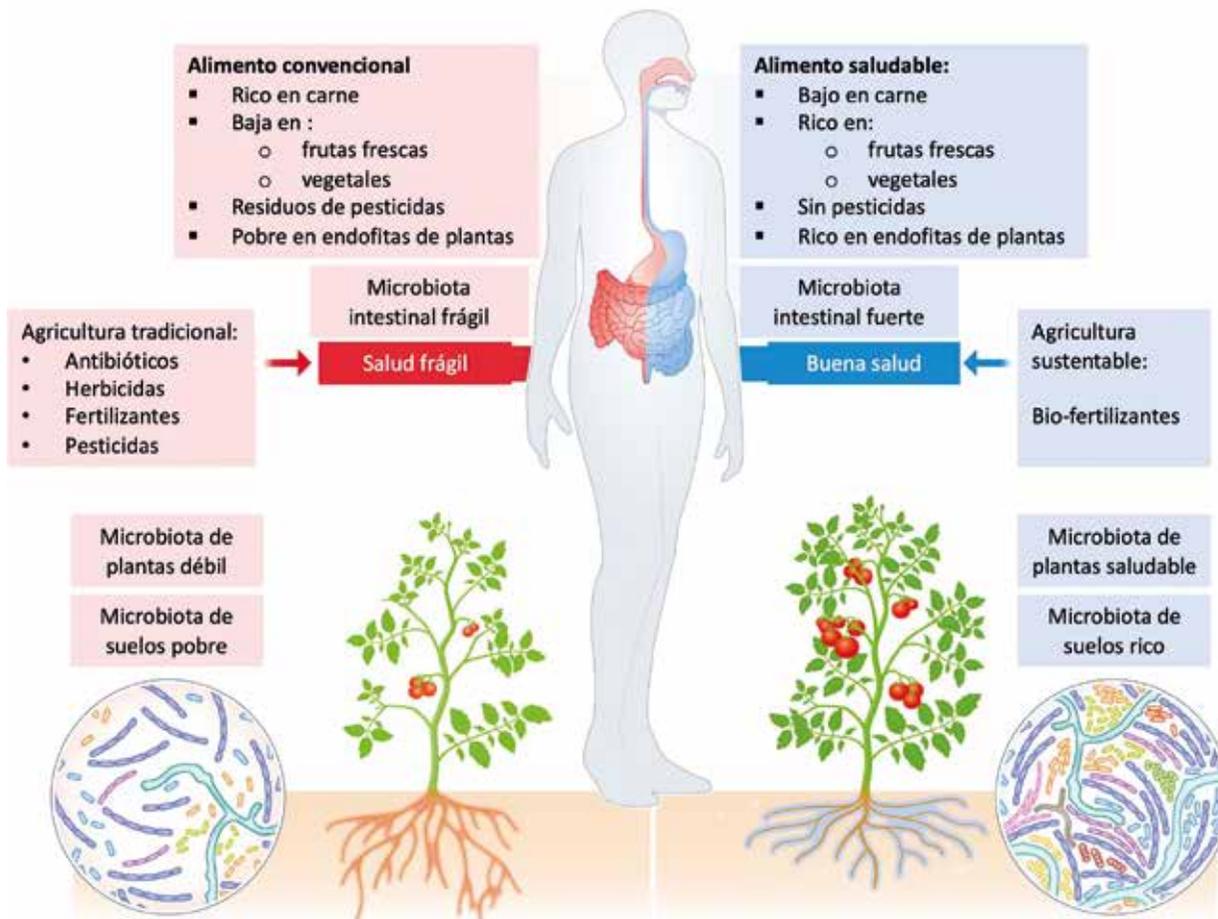


Figura 1. Efectos de la microbiota de plantas en la salud intestinal del humano. Tomado y modificado de Hirt H. (2020) EMBO Reports.

Bacterias endófitas en la salud humana

Dra. Josefina Duran-Bedolla / josefina.duran@insp.mx
 Dr. Humberto Barrios-Camacho / humberto.barrios@insp.mx
 Centro de Investigación sobre Enfermedades Infecciosas del Instituto Nacional de Salud Pública

Las bacterias son organismos microscópicos que han poblado la tierra desde millones de años antes que nosotros. Tienen la capacidad de duplicarse cada 30 minutos y una sola persona tiene mil veces más bacterias que la cantidad de población total del planeta. Su exitosa evolución se debe a la capacidad que tienen para adaptarse a cualquier ambiente, adquirir nutrientes y sobrevivir. Aunque algunas bacterias pueden causar

enfermedades, muchas otras ayudan a conservar la salud de plantas, animales y humanos. En los humanos, a las bacterias dentro de nuestro cuerpo se les denomina microbiota, la cual contribuye especialmente al funcionamiento del aparato digestivo. En el interior de las plantas también hay bacterias, llamadas endófitas. Éstas se encuentran dentro de las hojas, tallos, cáscara, pulpa y semillas. Su función es ayudar a las plantas a obtener nutrientes, favorecer su crecimiento y ayudar a su adaptación frente a cambios ambientales. Además, las defienden de otros microorganismos que les puedan causar daño.

Estas endófitas también son benéficas para la salud de los seres humanos. Por ejemplo, al comer una manzana adquirimos alrededor de 100 millones de bacterias endófitas, tal vez de ahí el dicho:

“Una manzana al día mantiene al doctor en la lejanía”.

La microbiota intestinal de los humanos está determinada por el tipo de alimentos que consumimos. Por ejemplo, en la microbiota de los japoneses, que consumen algas con el

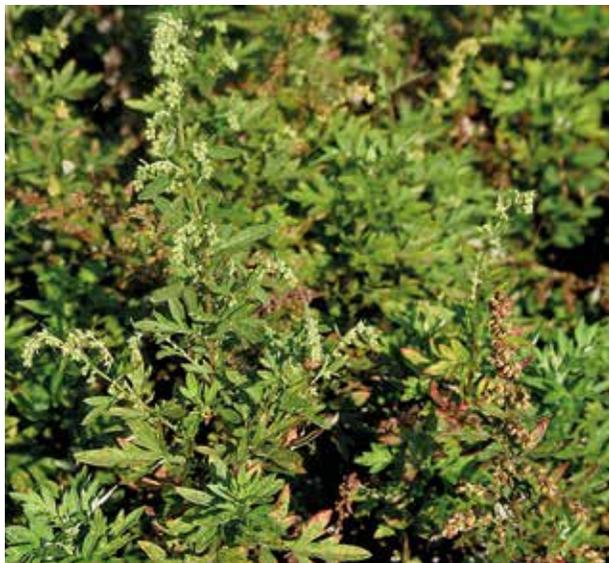
sushi, se encuentra la presencia de bacterias marinas, esto difiere de la microbiota de la población que consume sólo —o en su mayoría— plantas terrestres.

Sin embargo, diversas prácticas de la actividad humana están afectando a las plantas y a sus endófitas. En la agricultura, el uso de antibióticos utilizados para mantener la salud de los suelos, los herbicidas, la excesiva fertilización y el inapropiado manejo de los suelos con químicos tienen efectos adversos en la microbiota de las plantas. Los cambios en el ambiente también afectan a las endófitas y pueden modificar la calidad, sabor y textura de las plantas y sus frutos. Más aún, las frutas y vegetales que adquirimos en el supermercado recorren largas distancias y pasan largos periodos de tiempo almacenados. La conservación de estos productos no sería posible sin el tratamiento con pesticidas y antibióticos para su preservación. Esto lleva a que las endófitas de estos productos sufran más cambios, y como consecuencia, también la microbiota del humano al consumirlos.

Nuestro actual estilo de vida produce contaminación de los suelos y aguas con bacterias patógenas, debido a que tienen contacto con desechos de humanos, animales y como consecuencia, las medidas de higiene y desinfección de productos vegetales para no enfermarnos también se han incrementado. Esto ha llevado a que nuestra microbiota sufra más cambios. Aunado a esto, el incremento en el consumo de alimentos procesados y de antibióticos ha llevado a que la diversidad de la microbiota intestinal sufra serias modificaciones, produciendo enfermedades intestinales crónicas.

Afortunadamente, nunca es tarde para mejorar la salud, ya que el consumo de una dieta rica en plantas y sus endófitas se refleja con un cambio en la composición y abundancia de la microbiota intestinal en sólo una semana. La presencia de las endófitas en la salud humana va más allá de incrementar

la barrera intestinal y favorecer la buena digestión. También estimula la respuesta inmune y produce sustancias que matan a bacterias patógenas, como si fueran antibióticos. En la medicina tradicional, durante años se consideró que el aceite y los extractos de las hojas de la *Artemisia nilagirica* curaban enfermedades de la piel e inflamación. Actualmente, se ha identificado que son las endófitas de sus hojas las que tienen las propiedades curativas, incluyendo actividad antibacteriana. Esto abre un nuevo campo en la investigación científica para el futuro desarrollo de medicamentos basados en la actividad de las endófitas de las plantas para la salud de los humanos. **H**



Artemisia (Artemisia nilagirica).





La contaminación del agua y del medio ambiente, provocada por un mal manejo de aguas residuales provenientes de la industria agrícola, farmacéutica y minera se ha convertido en una preocupación nacional muy importante debido a los efectos negativos que puede provocar a la salud. De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos Mexicanos, la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) y la Organización Mundial de la Salud, los contaminantes de aguas residuales se han clasificado como prioritarios, siendo importante la eliminación de toxinas del agua para no rebasar los límites considerados seguros para la salud.

Desechos del campo como nanofiltros: una alternativa para la purificación de agua contaminada

Dr. Naveen Kumar Reddy Bogireddy

naveenbogireddy@fisica.unam.mx

Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México

Mtra. Yetzin Rodríguez Mejía | **niztey11@gmail.com**

Facultad de Química

Universidad Autónoma del Estado de México

Dra. Vivechana Agarwal | **vagarwal@uaem.mx**

Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

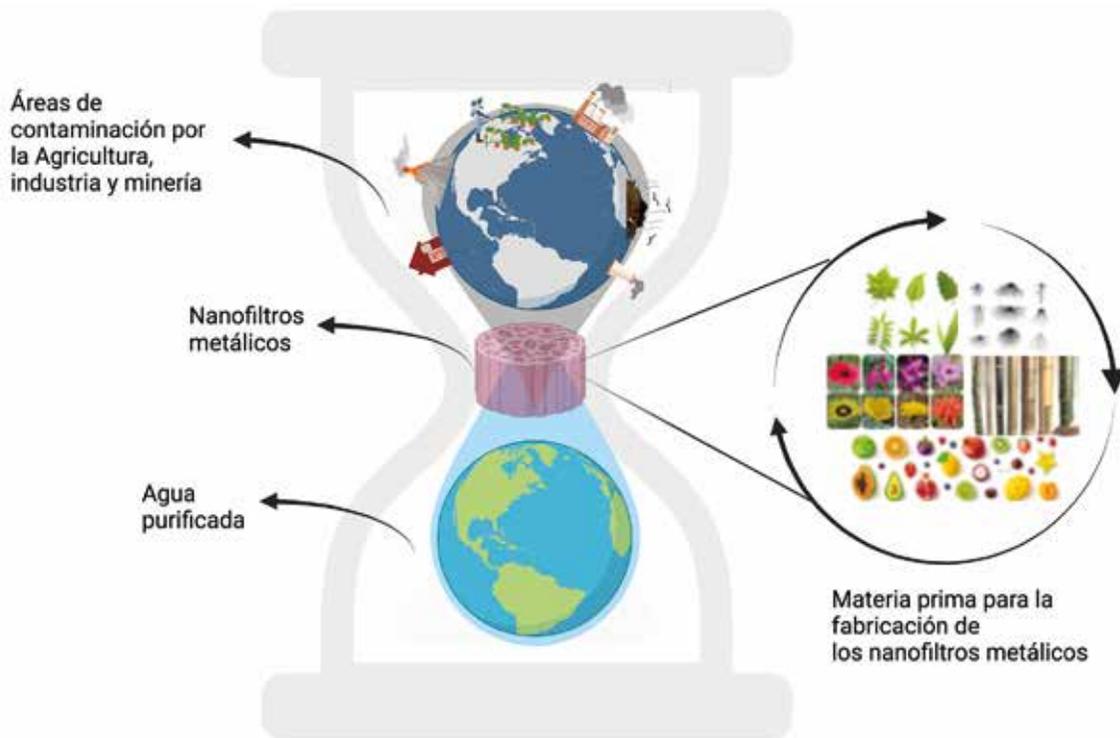


Figura 1. Flujo de agua contaminada a través de diferentes nanofiltros.

En esta investigación se propone el uso de nanomateriales metálicos sustentables, ecológicos y económicos que actúen como nanofiltros capaces de eliminar contaminantes tóxicos en el agua para reducir los riesgos en la salud.

La purificación del agua proveniente de la actividad agrícola, industrial y minera permite una mejor calidad de vida, al disminuir la propagación de contaminantes tóxicos (metales pesados, pesticidas y colorantes) en ríos y mares, evitando enfermedades gastrointestinales, cutáneas, cerebrovasculares y cancerosas causadas por la ingesta de alimentos y agua contaminados.

Los tipos de contaminación del agua pueden clasificarse de acuerdo con la causa o la localización de las fuentes de agua, de la siguiente forma:

contaminación por sedimentos, química, térmica, microbiológica, por desechos sólidos, por absorbentes de oxígeno, por nutrientes (eutrofización).





Actualmente, se tienen que elaborar e implementar políticas públicas urgentes que permitan la aplicación de tecnología sustentable en la industria y en áreas contaminadas por la agricultura y la minería (figura 1), como se ha practicado en otros países, para fortalecer su desarrollo.

Para reducir la contaminación del agua, es importante utilizar de manera urgente tecnologías sustentables que permitan la reducción de contaminantes tóxicos en ríos y mares. El uso de los nanofiltros metálicos permitiría reducir el nivel de toxinas en el agua, tales como metales pesados, colorantes, pesticidas, entre otros. Además, son fáciles de usar y guardar.

Los nanofiltros son materiales con pequeños canales de diámetros mucho menores a un cabello y tienen forma similar a una esponja. Los nanofiltros metálicos son fabricados a partir de métodos ecológicos con el ambiente, usando hojas, flores, semillas, raíces y cortezas de plantas o rastrojo. Al tener un área superficial grande, presentan buenas propiedades para la eliminación de contaminantes tóxicos en el agua. Además, son baratos, abundantes, seguros y eficientes.

El uso de nanofiltros metálicos mejoraría la calidad de vida de la sociedad en cuestiones de salud y promovería la protección del medio ambiente, ya que este tipo de nanotecnología se fabrica a partir de residuos agrícolas; de esta manera, se promueve la química verde como tecnología principal.



Los resultados están enfocados en cumplir los Objetivos del Desarrollo Sostenible 3 y 6 promovidos por la Organización de las Naciones Unidas. Esto se hará mediante la unión de la ciencia y la tecnología para mitigar los efectos secundarios ocasionados por el sector industrial y agrícola, permitiendo el desarrollo sostenible nacional. **H**

La pandemia digital de malware

Dr. Jesús Arturo Pérez Díaz / jesus.arturo.perez@tec.mx
 Nahim Medellín Torres / A01700190@tec.mx
 Tecnológico de Monterrey, Campus Querétaro

Con la llegada de la pandemia por COVID-19 también salió a relucir una pandemia digital. El informe anual *Panorama de Amenazas en América Latina 2021* de Kaspersky reveló un aumento de 24% en ciberataques en esta región en 2021, en comparación con el 2020. Se estima que, en promedio, se realizan 35 ataques por segundo, mientras que, en México, el promedio es de 299 por minuto, siendo el segundo país con más intentos de infección en Latinoamérica. Se estima también que, en 2020, se crearon 6.95 millones de nuevas páginas fraudulentas y de *phishing*¹; los principales temas que emplean son COVID, tarjetas de regalo y *hacks* o atajos para videojuegos. La infección de *malware* aumentó en 600% en comparación con 2019 y se estima más de 1 billón de dólares en pérdidas a nivel global como resultado de crímenes cibernéticos, lo que dio origen a una pandemia digital de *malware*. La finalidad de este escrito es dar a conocer al lector las amenazas más comunes hoy en día, las cuales se aprecian en la figura 1, así como algunas sugerencias para evitarlas.

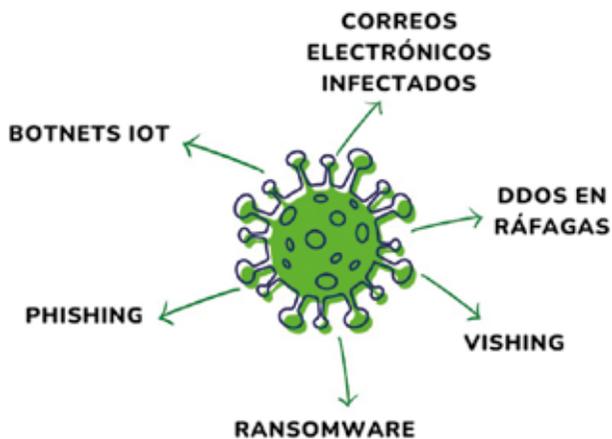


Figura 1. Amenazas más comunes en 2021 (Pérez, 2022).

¹ El phishing se refiere a las técnicas de ingeniería social que utilizan los hackers para obtener información de empresas o personas a través de medios electrónicos.



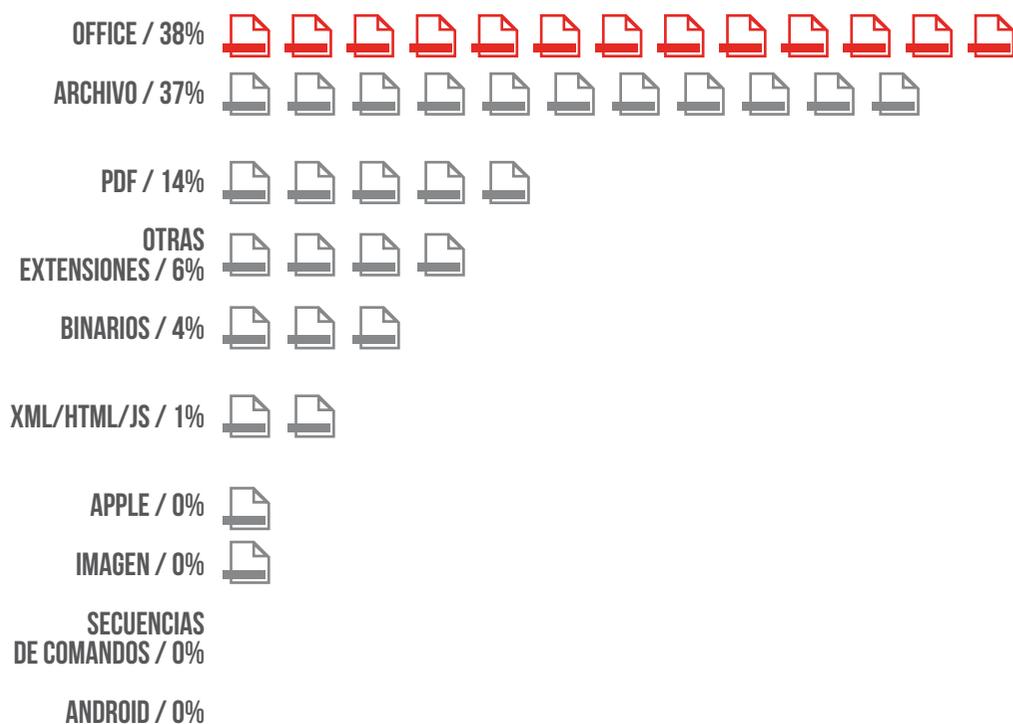


Figura 2. Principales 10 extensiones de archivos maliciosos (Cisco, 2018).

De acuerdo con el *2021 Imeperva Bad Bot Report*, 25.6% del tráfico en sitios web correspondió a *botnets* en 2020, lo que representa una cifra alarmante. Una *botnet* es un conjunto de dispositivos conectados a internet que un atacante tiene intervenidos y los controla. En los últimos años muchas de estas *botnets* están creadas por dispositivos del *Internet of Things* (IoT), lo que permite a los atacantes tenerlas disponibles las 24 horas. Las *botnets* son utilizadas para hacer ataques de denegación de servicio distribuidos (DDoS), siendo los más comunes los ataques de ráfagas, así como para enviar *spam* y distribuir más *malware*.

El correo electrónico sigue siendo la herramienta más usada para la distribución de *malware*, tanto de *phishing* como de archivos infectados, siendo entre las extensiones infectadas más comunes en estos correos, 38% documentos de Microsoft Office, seguidos con un 37% por archivos con extensiones .zip y .jar, luego PDF, tal como se muestra en la figura 2.

En 2017 se detectó un secuestro de equipos a nivel global derivado de una vulnerabilidad en varias versiones de Windows. Se trató del *ransomware* *WannaCry*, un programa diseñado para cifrar la información del usuario y que exige un rescate monetario para restaurar los archivos cifrados. *WannaCry* se propagó rápidamente por el mundo, 40 hospitales fueron afectados en Reino Unido, deteniendo sus servicios de emergencia. En España, varias compañías y aerolíneas reportaron paro de sus actividades debido a



computadoras secuestradas. La cantidad de dispositivos infectados en el mundo fue de 300 mil en más de 179 países. En la actualidad, esta amenaza ha mutado, ya que ahora se pide el rescate no sólo por la clave para recuperar la información, sino también para no dar a conocer la información secuestrada.

El *phishing* ha sido por años el principal ataque para obtener las credenciales de los usuarios, normalmente distribuido por correo. Para ello, el atacante busca suplantar la identidad de una institución o compañía reconocida y confiable con un sitio web idéntico y fraudulento de donde roba las credenciales de autenticación del usuario.

La pandemia de COVID motivó a que el *phishing* tuviera una variante: el *vishing*, que tiene el mismo propósito de utilizar ingeniería social para obtener información del usuario, pero lo hace a través de una llamada de voz, siendo más efectivo porque el usuario no tiene tiempo de reaccionar.

Estar protegidos ante ataques de *malware* no es imposible, pero sí exige conocimiento y compromiso, ya que tener un dispositivo electrónico nos implica cierto grado de responsabilidad. Para estar protegidos, se debe realizar al menos las tareas señaladas en la figura 3, que representan “vacunas” contra el *malware*. No obstante, se debe tener presente



que usando sólo tecnología para mitigar *malware* podremos detener apenas 25% de los ataques, mientras que el 75% restante sólo se logrará detener definiendo buenas políticas de seguridad en las compañías y con el compromiso de todos los usuarios. ¿Podrías vacunarte para terminar con la pandemia digital de *malware*? **H**

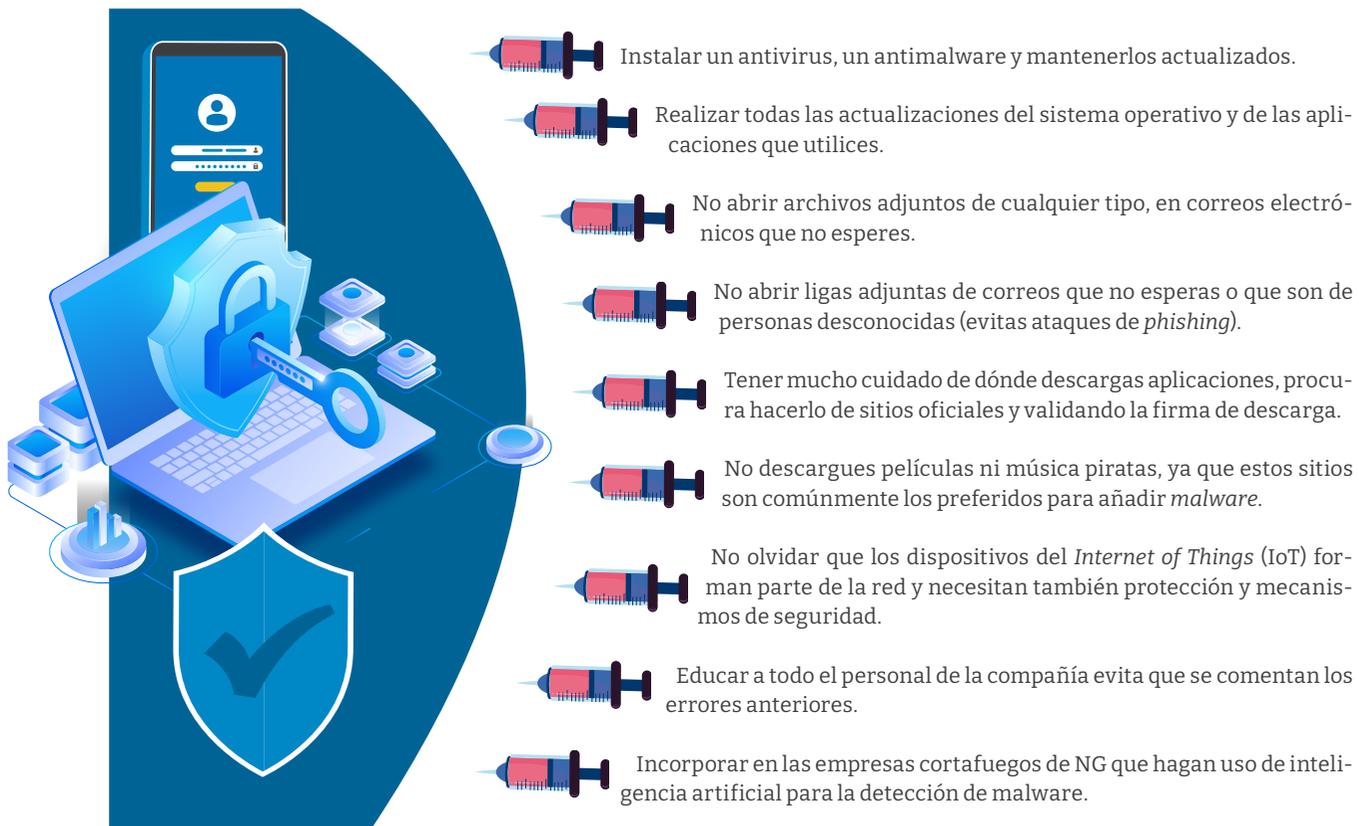


Figura 3. Vacunas contra la infección de *malware* (Pérez, 2022).

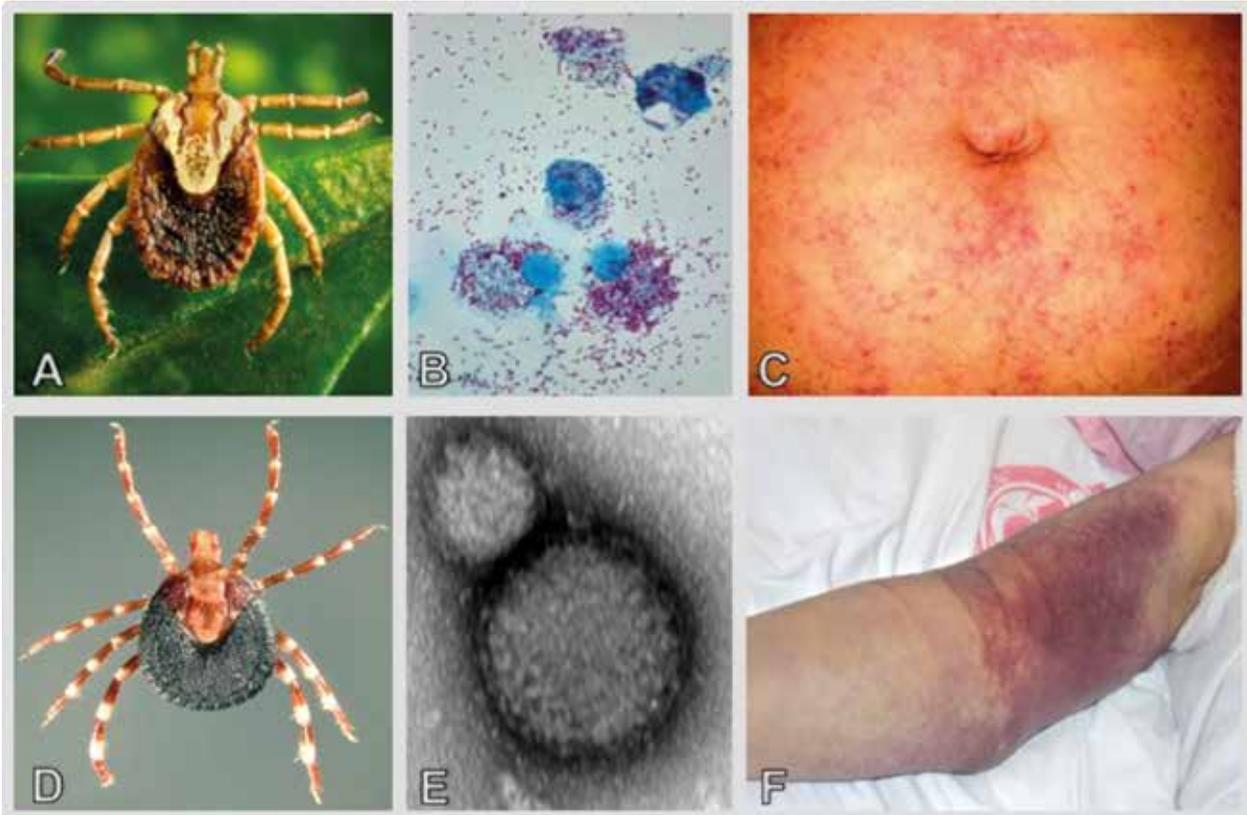


Figura 1. Garrapatas transmisoras de enfermedades. (A) *Amblyomma cajennense*, vector transmisor de *Rickettsia*. (B) *Rickettsia* sp. infectando células Vero (células epiteliales de riñón) (Oteo, 2014). (C) Exantema en un individuo con infección por *Rickettsia*, una de las principales manifestaciones clínicas (Abarca K, 2014). (D) *Amblyomma variegatum*, vector transmisor del virus de la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo (FHCC). (E) Micrografía electrónica de transmisión de una partícula del virus de la FHCC (Garrison, 2020). (F) Hematoma en el brazo de un paciente con FHCC (Elaldi, 2014).

Las garrapatas: portadoras de patógenos que afectan al ser humano

Las garrapatas son artrópodos que pueden transmitir bacterias, virus o parásitos al ser humano, animales domésticos y silvestres durante su alimentación con sangre (denominada hematofagia). La infección del ser humano con alguno de estos patógenos causa manifestaciones clínicas variadas, que incluyen reacciones cutáneas, fiebre, escalofríos, dolor abdominal, náuseas, artralgias, mialgia y afectaciones al estado general. Las garrapatas pueden pegarse a la ropa y adherirse a la piel en zonas como las axilas, la ingle y el cuero cabelludo, en donde succionarán sangre y podrán transmitir el patógeno con el que estén infectadas. Cuando disfrutes de actividades al aire libre (caminar en el bosque, ir de campamento, trabajar en el jardín) o tengas contacto con animales de granja y mascotas no olvides tomar precauciones para evitar las picaduras de estos animalitos.

Dr. Santos Ramírez Carreto / carreto83@yahoo.com.mx
 Dra. Victoria Pando-Robles / victoria.pando@insp.mx
 Centro de Investigación Sobre Enfermedades Infecciosas
 Instituto Nacional de Salud Pública

El papel de las garrapatas como portadoras de patógenos es preocupante, en consecuencia, los sistemas de salud a nivel mundial están en alerta, mejorando sus sistemas de vigilancia epidemiológica. En las últimas dos décadas, las garrapatas se han asociado con enfermedades emergentes y re-emergentes como fiebre manchada de las Montañas Rocosas (bacteria *Rickettsia rickettsi*), enfermedad de Lyme (bacteria *Borrelia burgdorferi*), erliquiosis (bacteria *Ehrlichia sp*), anaplasmosis (bacteria *Anaplasma phagocytophilum*) y babesiosis (parásito *Babesia spp*).

También se ha reportado un incremento de casos de infecciones virales ocasionadas por virus transmitidos por garrapatas, como el virus Powassan en Estados Unidos, Canadá y Rusia, el virus de la encefalitis en Europa, el virus de la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo en África, Asia, el sudeste de Europa y Oriente Medio.

En México no existe reporte de virus transmitidos por garrapatas, probablemente porque no se han buscado.

Algunas recomendaciones para evitar ser picado por garrapatas:

- Si sales al campo, usa ropa clara que cubra la piel, como camisas de manga larga, pantalón y botas.
- Después de haber estado entre arbustos y césped alto, lugares donde es típico encontrarse con garrapatas, revisa tu ropa. Pon la ropa en la secadora a temperatura alta por 10 minutos.
- Examina a tus mascotas, animales de corral y consulta a su veterinario para iniciar un tratamiento.
- Usa repelente para garrapatas cuando salgas a acampar o hacer tareas agrícolas.



A nivel mundial, se han reportado alrededor de 900 especies de garrapatas. En México, se han descrito alrededor de 100 especies, principalmente de las familias *Ixodidae* y





Argasidae. No obstante, la información sobre la diversidad de especies de garrapatas y de los patógenos que pueden transmitir, es limitada en nuestro país.

Durante el 2021 se notificaron un total de 185 infecciones asociadas a bacterias del género *Rickettsia* a nivel nacional, de éstas, 10 fueron provocadas por *R. felis*, 115 por *R. rickettsi* y 60 casos de *Rickettsia* sin clasificación de especie; del total de casos (185), 24 fueron reportados en Morelos.

Respecto a la enfermedad de Lyme, los reportes en México son escasos, no obstante, los estados que presentan mayor número de casos son Aguascalientes, Nuevo León y Guanajuato.

Las enfermedades causadas por patógenos transmitidos por garrapatas están estrechamente relacionadas con la pobreza, el hacinamiento y las malas condiciones higiénicas; además, existe evidencia de casos reportados en personas que realizan actividades al aire libre. Las condiciones geográficas, demográficas y socioeconómicas de nuestro país favorecen la transmisión de patógenos por este vector y, por lo tanto, el surgimiento de brotes epidémicos. Sin embargo, existe un subregistro a nivel estatal y nacional de estas enfermedades.

Las infecciones zoonóticas emergentes son eventos inesperados e impredecibles. Estas nuevas enfermedades seguirán confrontando y desafiando la resiliencia y respuesta oportuna de las autoridades nacionales de salud. Es por ello, que en nuestro laboratorio estamos iniciando la exploración de la diversidad de microbios (bacterias y virus) en las garrapatas del estado de Morelos con el objetivo de alertar al sistema de salud sobre el potencial que tendrían estos patógenos emergentes en el desarrollo de brotes a nivel estado que podrían extenderse a nivel nacional. **H**



Automóviles y metales pesados: ¡No sólo plomo!

Dra. Margarita Mondragón Chaparro | mmondragon@ipn.mx
 Instituto Politécnico Nacional (IPN), CIIDIR-Unidad Oaxaca

En los centros urbanos donde no se realizan actividades industriales, las emisiones contaminantes que provienen de los automóviles y camiones son la principal fuente de contaminación del aire. Sin embargo, los gases de combustión expulsados por el tubo de escape de estos vehículos de transporte, como el monóxido y dióxido de carbono, no son los únicos contaminantes del aire relacionados con el tránsito de estos vehículos.

Hay otros contaminantes importantes, que además de ser emitidos por los tubos de escape también son emitidos por otras fuentes, a los que no prestamos atención o no conocemos y cuyo efecto nos impacta. Son los metales pesados, llamados así por ser mucho más densos que el agua, como el antimonio (Sb), cadmio (Cd), cobre (Cu), cromo (Cr), hierro (Fe), manganeso (Mn), mercurio (Hg), níquel (Ni), zinc (Zn) y plomo (Pb). Este último elemento está asociado a las gasolineras con plomo que actualmente están desapareciendo. Las otras fuentes comunes de estos metales pesados son los productos del desgaste del revestimiento de las pastillas de frenos y del desgaste de los neumáticos, así como las fugas de aceite (figura 1).

El revestimiento de las pastillas de frenos se fabrica con materiales de fricción que presentan, en su conjunto, resistencia y durabilidad excepcional. Los primeros materiales empleados incluían asbestos, pero eso cambió en la década de los 80. Actualmente, los materiales de fricción consisten en una amplia variedad de componentes como fibras de acero, vidrio y plástico, que sirven como agentes reforzantes; así como también de algunos metales pesados como el cadmio, cromo, cobre, níquel, plomo, antimonio y zinc, que preocupan al ser emitidos durante el desgaste de estos revestimientos.

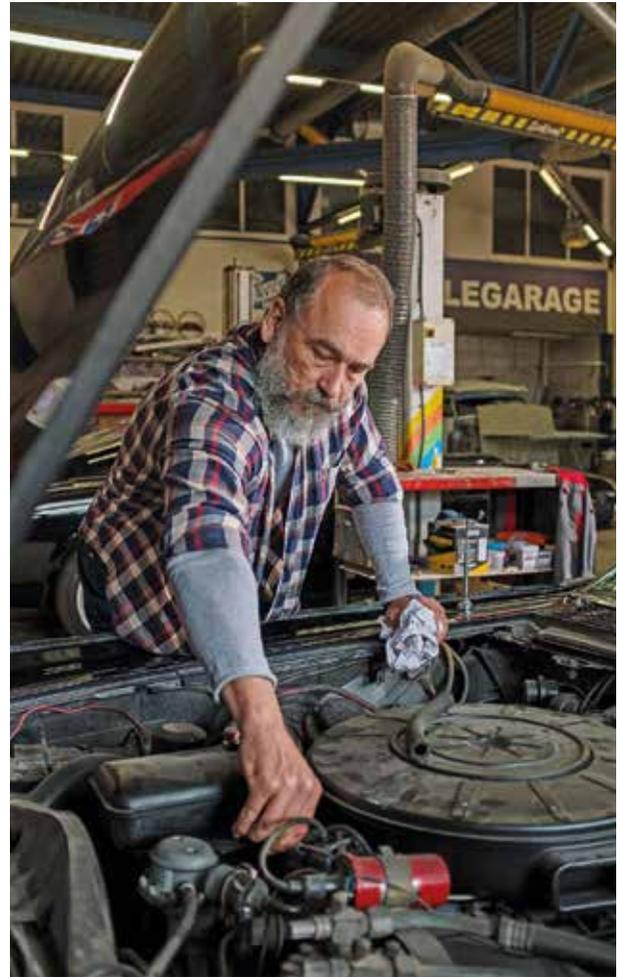
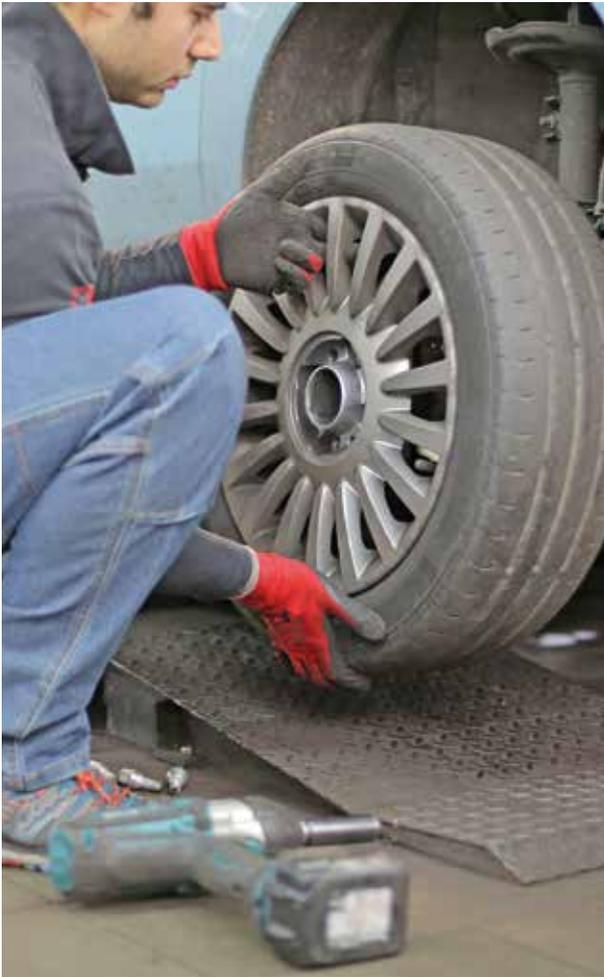
Los productos de desgaste de las llantas son otra fuente importante de metales pesados. El zinc se considera especialmente preocupante, ya que se absorbe por los pulmones y por el tubo digestivo, provocando temblores, dolores, escalofríos, vómito y cansancio. Las llantas tienen cantidades detectables de algunos otros metales como el cadmio, cobalto, cromo, cobre, mercurio, manganeso, níquel y plomo.

En las fugas de aceite usado, hay diferentes fuentes que contribuyen a su contenido metálico, entre las que se encuentran los aditivos químicos que se le añaden, como el zinc y los metales que arrastran de las superficies metálicas con las cuales tienen contacto, como el hierro, cobre y antimonio.

Estos metales quedan en el suelo y son resuspendidos cuando sopla el viento o es agitado por el tránsito vehicular, entrando en el aire como partículas o asociados con partículas que incluyen a las inhalables de tamaños



Figura 1. Fuentes de metales pesados (Mondragón, 2022).



menores a un grano de polen, las cuales pueden causar severos problemas de salud.

Es necesario, por tanto, considerar estas partículas resuspendidas cuando se trata de evaluar el impacto de los vehículos de motor en la salud de los seres humanos y en el medio ambiente, ya que contribuyen casi en la misma cantidad que las partículas contaminantes que salen de los tubos de escape. Aún así, la mayoría de los estudios sobre contaminación atmosférica vehicular se centran principalmente en los contaminantes expulsados por los tubos de escape.

En diversas partes del mundo, las plantas como musgos, líquenes y epífitas se han utilizado para monitorear simultáneamente los diferentes metales pesados asociados al tráfico vehicular en calles y avenidas de zonas urbanas de manera efectiva y a bajo costo, en comparación con los instrumentos altamente especializados que se usan para medir la calidad del aire.

La mayoría de las estaciones ambientales caracterizan los llamados contaminantes criterio como dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), partículas en suspensión (PM₁₀, PM_{2.5}), ozono (O₃) y dióxido de nitrógeno (NO₂).



Aunque los metales pesados tienden a acumularse en las partículas pequeñas, su detección y cuantificación específica por este medio convencional es cara y no tan específica como si se hiciera usando plantas, por lo que hay un gran interés en implementar este monitoreo en diversos lugares de nuestro país. **H**



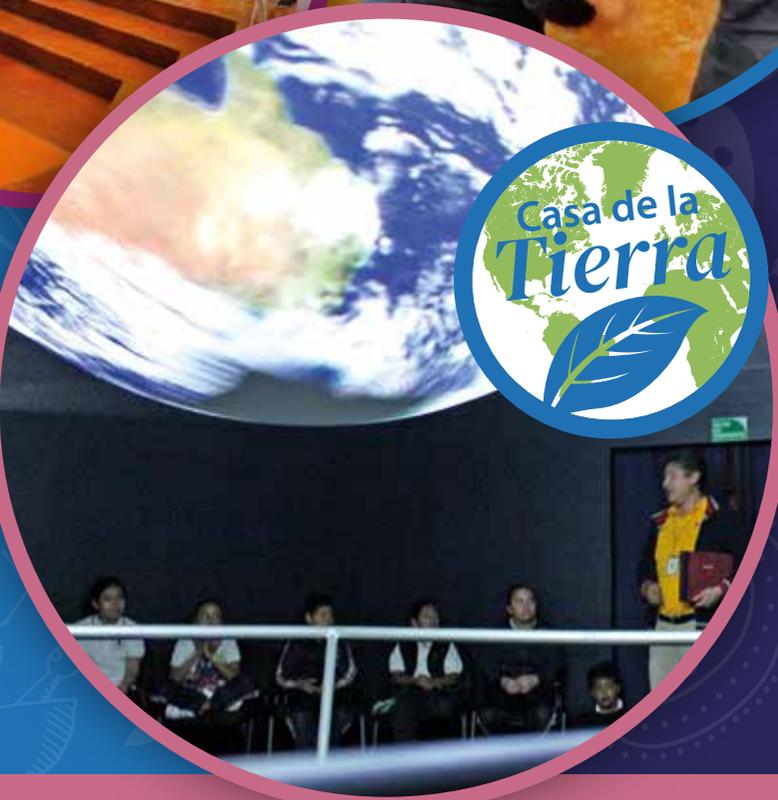
Acompáñanos en este recorrido virtual para conocer el **Museo de las Ciencias de Morelos** y visítanos para disfrutar de nuestras instalaciones.



No olvides descargar nuestra aplicación de **realidad aumentada**.



Museo de Ciencias de Morelos



MUSEOCIENCIASMOR

- Martes a viernes de 9:30 a 17:00 horas
- Sábados, domingos y días festivos de 10:00 a 17:00 horas

INFORMES

777 312 3979, extensión 8

PARQUE SAN MIGUEL ACAPANTZINGO

Calle La Ronda #13, colonia Acapantzingo, Cuernavaca, Morelos, CP 62440.



Hypatia en el catálogo de

