



# CIENCIA UANL

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



- **Microorganismos al rescate**
- **Senescencia, las células caprichosas**
- **Protocolos universitarios contra el hostigamiento y acoso sexual**
- **Tecnología 4.0 contra el SARS-CoV-2**



Año 25,  
Número 112  
marzo - abril 2022

ISSN: 2007-1175

Una publicación 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 editorial

Melissa Martínez Torres  
Coordinadora editorial

Consejo editorial  
Dr. Sergio Estrada Parra / Dr. Jorge Flores Valdés /  
Dr. Miguel José Yacamán / Dr. Juan Manuel Alcocer González /  
Dr. Bruno A. Escalante Acosta /  
Dr. José Mario Molina-Pasquel Henríquez

Redes y publicidad: Jessica Martínez Flores  
Diseño: Mónica Lozano  
Correctora de inglés: Mónica L. Balboa  
Corrección: Luis Enrique Gómez Vanegas

Asistente administrativo: Claudia Moreno Alcocer  
Portada: Francisco Barragán Codina  
Webmaster: Mayra Silva Almanza  
Diseño de página web: Rodrigo Soto Moreno

Ciencia UANL Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Año 25, N° 112, marzo-abril de 2022. Es una publicación bimestral, editada 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. Director editorial: Dr. Guillermo Elizondo Riojas. 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 No. 16547. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: 1437043. Impresa por: Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 Sur, Centro, C.P. 64000, Monterrey, Nuevo León, México. Fecha de terminación de impresión: 1 de marzo de 2022, tiraje: 1,800 ejemplares. Distribuido por: la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación.

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.

Impreso en México  
Todos los derechos reservados  
© Copyright 2022

revista.ciencia@uanl.mx

Ciencia UANL

## COMITÉ ACADÉMICO

CIENCIAS DE LA SALUD  
Dra. Lourdes Garza Ocañas

CIENCIAS EXACTAS  
Dra. Ma. Aracelia Alcorta García

CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Dra. María Julia Verde Star

CIENCIAS NATURALES  
Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab

CIENCIAS SOCIALES  
Dra. Veronika Sieglin Suetterlin

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
Dra. María Idalia del Consuelo Gómez de la Fuente

CIENCIAS DE LA TIERRA  
Dr. Carlos Gilberto Aguilar Madera

## COMITÉ DE DIVULGACIÓN

CIENCIAS DE LA SALUD  
Dra. Gloria María González González

CIENCIAS EXACTAS  
Dra. Nora Elizondo Villarreal

CIENCIAS AGROPECUARIAS  
Dr. Hugo Bernal Barragán

CIENCIAS NATURALES  
Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez

CIENCIAS SOCIALES  
Dra. Blanca Mirthala Taméz Valdés

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
Dra. Yolanda Peña Méndez

CIENCIAS DE LA TIERRA  
Dr. Héctor de León Gómez

# ÍNDICE

◆◆◆ — — ◆◆◆

6

## EDITORIAL



8

### CIENCIA Y SOCIEDAD

Microorganismos al rescate

Fabiola Murguía Flores, Miriam Martínez Chávez



14

### OPINIÓN

El desafío del cambio climático: movimientos socioambientales y partidos verdes en México y Nicaragua

Manzanares G. G.



22

### EJES

Senescencia, las células caprichosas

Joselyn Sánchez-Olivares, Mariel Maldonado

29

### SECCIÓN ACADÉMICA

30

Protocolos universitarios contra el hostigamiento y acoso sexual y la violencia contra las mujeres en los espacios académicos

Karla Rodríguez-Burgos, Juliette Kourouma Lima, Evelyn Meza Lizardi

36

### CURIOSIDAD



Estudio de los dispositivos con tecnología de industria 4.0 usados en el combate al SARS-CoV-2

Daniela Juanita López-Araujo, Nohemí Alvarez-Jarquin

40

### CIENCIA DE FRONTERA



Conservar alimentos más allá del plástico, el reto de desarrollar envases biodegradables. Entrevista con la doctora Herlinda Soto Valdez

María Josefa Santos Corral

49

### SUSTENTABILIDAD ECOLÓGICA



Ciudades del conocimiento y su contribución a la sustentabilidad

Pedro César Cantú-Martínez

59

### CIENCIA EN BREVE



### COLABORADORES

60

## EDITORIAL 112

\* CARMEN AMELIA  
MOLINA TORRES

La participación de las mujeres en la ciencia ha sido desde tiempos inmemorables un proceso con muchas dificultades. Quizá el nombre de la científica que más nos suena es el de Marie Curie, conocida por sus investigaciones sobre la radioactividad y ganadora de dos Premios Nobel, el de Física en 1903 y el de Química en 1911. Marie atravesó por una serie de inconvenientes desde pequeña teniendo que acudir incluso a una universidad clandestina y trabajar como institutriz para costearse los estudios. Fue la primera mujer científica en recibir el Premio Nobel y la primera catedrática de la Universidad de la Sorbona de París.

Otras mujeres han hecho enormes aportes a la ciencia, pero sus nombres son poco conocidos. Sólo por mencionar algunas, tenemos a Mary Anning, paleontóloga inglesa que describió el primer pterosaurio y los primeros esqueletos de ictiosaurio y plesiosaurio; Hedy Lamarr, inventora y actriz austriaca, coautora de la tecnología en la que se basan las redes móviles; Rosalind Franklin, química y cristalógrafa inglesa, quien tomó la primera foto de la doble hélice del ADN; Vera Rubin, astrónoma estadounidense que realizó investigaciones sobre la rotación espiral de las galaxias; Valentina Tereshkova, astronauta rusa y primera mujer en volar al espacio exterior, con un viaje de 48 vueltas a la tierra durante 71 horas, en 1963. En México destaca Helia Bravo-Hollis, mexicana que en 1927 se convirtió en la primera bióloga titulada en el país. Pionera en el estudio de Biología y especialmente de las cactáceas, tema en el que fue referente internacional.

El número de mujeres en la ciencia y la ingeniería está incrementando, pero aún los hombres continúan sobre-

\*Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Contacto: carmelia7@hotmail.com

“Hay que perseverar y, sobre todo, tener confianza en uno mismo”

- Marie Curie

“Las mujeres deben saber que tienen un lugar en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las Matemáticas y que tienen derecho a participar en el progreso científico.

- Audrey Azoulay, directora general de la UNESCO



pasando en número, especialmente en los niveles más altos de estas profesiones. En el libro *¿Por qué tan pocas?* Catherin Hill *et al.*, habla de los recientes hallazgos sobre los factores sociales y ambientales que contribuyen a una baja representación de las mujeres en la ciencia y la ingeniería. Hace treinta años había 13 niños por cada niña que obtenía una puntuación superior a 700 en el examen de Matemáticas SAT a los 13 años; hoy, esa proporción se ha reducido a alrededor de 3:1. Este aumento en el número de niñas identificadas como “matemáticamente dotadas” sugiere que la educación pude y marca una diferencia en los niveles más altos de rendimiento matemático. Mientras las diferencias biológicas de género, aún por entender bien, pueden jugar un papel, y claramente no son la historia completa. Otro hallazgo muestra que cuando los maestros y los padres cominan a las niñas a aprender y a que confíen en su inteligencia obtienen mejores resultados en las pruebas y es más probable que digan que quieren seguir estudiando Matemáticas en el futuro. Es decir, hacerles creer en su potencial de crecimiento intelectual, en sí mismas, mejora los resultados.

Según Catherine Hill *et al.*, la mayoría de las personas asocian los campos de ciencias y Matemáticas con “masculino” y los campos de humanidades y artes con “femenino”. El sesgo implícito es común, incluso entre individuos que rechazan activamente estos estereotipos. Este sesgo no sólo afecta las actitudes de los individuos hacia los demás, también puede influir en la probabilidad de que las niñas y las mujeres cultiven su propio interés por las ciencias.

El techo de cristal también sigue siendo un obstáculo para las carreras de las mujeres en el mundo académico, a pesar de algunos avances. A nivel mundial, las mujeres han alcanzado la paridad numérica (45-55%) en los

niveles de estudio de grado y máster y están en puertas de conseguirla en los niveles de doctorado (44%), según el Instituto de Estadística de la UNESCO. En México, si bien los datos de la participación de las catedráticas en proyectos de investigación resultan alentadores, puesto que ellas representan 40.8%, aún es necesario impulsar la participación de las mujeres en campos como el conocimiento del universo, la energía y el desarrollo tecnológico. El Sistema Nacional de Investigadores (SNI), órgano que reconoce la labor de las personas dedicadas a producir conocimientos científicos y tecnológicos, en 2017, mostró que sólo 36.7% de quienes pertenecían al Sistema eran mujeres. La diferencia se agudiza conforme el nivel del SNI aumenta.

El sesgo de género también se constata en los procesos de revisión por pares y en los congresos científicos, en los que se invita a hombres a hablar en paneles científicos dos veces más que a mujeres (los datos sobre la proporción mundial de mujeres investigadoras se basan en la información recopilada en 107 países en el periodo 2015-2018 por el Instituto de Estadística de la UNESCO).

Bajo este panorama, concluyo que el progreso educativo de las mujeres y su mayor inclusión en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las Matemáticas es aún un tema pendiente. El Estado y las organizaciones científicas tienen el compromiso de implementar estrategias en el sistema educativo para aumentar el interés de las niñas por la ciencia y la tecnología. Asimismo, se deben garantizar legislaciones y políticas públicas que favorezcan el acceso igualitario a becas, programas y fondos de investigación para las mujeres científicas. Por último, como sociedad debemos promover la eliminación de roles y estereotipos de género que masculinizan y por tanto acaparan el ámbito de la ciencia y la tecnología.

# Microorganismos al rescate

FABIOLA MURGUÍA FLORES\*, MIRIAM MARTÍNEZ CHÁVEZ\*



\* Universidad Nacional Autónoma de México.  
Contacto: fmurguia@cieco.unam.mx

## GASES DE EFECTO INVERNADERO Y TEMPERATURA

Los gases de efecto invernadero son llamados así ya que atrapan calor dentro de la atmósfera, manteniendo una temperatura constante y agradable para toda la vida del planeta. La atmósfera terrestre está compuesta en su mayoría por nitrógeno y oxígeno, con una abundancia relativa de 78 y 21%, respectivamente; el 0.9% restante de gases está compuesto por helio, hidrógeno, argón y kriptón. En esta fracción menor de gases atmosféricos (aproximadamente 0.04%) se encuentran los de efecto invernadero: el dióxido de carbono –el más abundante–, metano, compuestos organofluorados y óxido nitroso. Los cuales, si bien parecen una fracción ínfima, son fundamentales para la regulación climática terrestre.

La concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera controla la temperatura terrestre y ambos, en conjunto, han cambiado a través de la historia del planeta. En los períodos en los que estaban más concentrados, hizo más calor, y cuando disminuyó su presencia, el planeta se hizo más frío y hasta se congeló en algunos períodos (Barnett y Schlesinger, 1987). En la actualidad, el problema es que desde la Revolución Industrial, las actividades humanas han producido muchos gases de efecto invernadero –principalmente dióxido de carbono y metano–, y esto ha sido en muy poco tiempo, para los estándares planetarios. Como resultado, el planeta se está calentando a



ritmos sin precedentes y la necesidad de encontrar soluciones para mitigar el cambio climático se vuelve cada día más apremiante.

Una vía es reducir los gases de efecto invernadero a través de su consumo por los seres vivos. En particular, el dióxido de carbono y el metano son producidos y consumidos de manera natural por distintos microorganismos, seres muy pequeños cuyo cuerpo se compone de una sola célula –ya sea procariota como las bacterias, arquea o eucariota como las algas o los hongos–. En la actualidad están presentes en los ciclos globales de estos gases que tanto amenazan nuestra existencia, consumiendo una gran cantidad de ellos (Cavicchioli *et al.*, 2019) ¿quieres saber cómo?

## LOS QUE CONSUMEN DIÓXIDO DE CARBONO

El dióxido de carbono es el gas de efecto invernadero más abundante en la atmósfera, desde la Revolución Industrial, por ahí de 1760, su abundancia en la atmósfera se ha duplicado. Este gas es producido de manera natural por todos los seres vivos aerobios del planeta –es decir, los que respiran oxígeno–, pero también es el producto principal de la quema de combustibles fósiles, como la gasolina de tu carro o el gasóleo que se quema para producir electricidad. De manera natural, este gas es consumido o removido de la atmósfera por los organismos fotosintéticos –los que utilizan la energía del sol y el dióxido de carbono como fuente de energía–, principalmente las plantas, pero también



hay algas y bacterias fotosintéticas. Gracias a los bosques, selvas y praderas llenas de vegetación, se consume como 30% de todo el dióxido de carbono emitido cada año, pero también hay otros organismos que ayudan a removerlo de la atmósfera, vamos a conocerlos.

Comencemos por el ambiente marino. Existen unas bacterias fotosintetizadoras que se llaman cianobacterias, y junto con una gran variedad de especies de algas unicelulares (de una sola célula eucariote), forman el fitoplancton marino. Estos organismos consumen cerca de 22% de todo el dióxido de carbono que se emite tanto de fuentes naturales como humanas. El fitoplancton se encuentra suspendido en la columna de agua, y son los primeros organismos en usar el carbono del CO<sub>2</sub> y distribuirlo en el mar a través de la cadena trófica, ya que es el alimento de muchos organismos en el mar, y a todos les viene bien el carbono. El fitoplancton se encarga de 90% de la producción de oxígeno del planeta y la captura de dióxido de carbono que realizan a diario es casi equivalente al que realizan las plantas (Falkowski, 2012).

Hasta aquí todo muy bien, pero seguro te preguntarás, si el fitoplancton es tan bueno consumiendo dióxido de carbono, ¿por qué no motivamos su crecimiento por todos lados? El problema con las algas y las cianobacterias es que su crecimiento desmedido –que se conoce como florecimientos– puede ser nocivo para la fauna marina o para otros organismos fotosintéticos, debe haber un equilibrio entre su consumo y su proliferación.



Así que regarlos por todo el mar no es una opción viable. Pero por suerte contamos con su ayuda en este combate.

En el ambiente terrestre, los microorganismos a observar, y de preferencia con microscopio, son los hongos, ¡así como lo lees, los hongos! Estos seres extraordinarios pueden consumir de manera indirecta el dióxido de carbono de la atmósfera de dos maneras. La primera es asociándose con unas algas fotosintetizadoras formando una estructura conocida como líquen. Existen alrededor de 18 mil especies descritas de líquenes, la mayoría son simbiosis entre algas verdes y hongos, pero también las hay con cianobacterias. Los líquenes han existido en nuestro planeta desde hace aproximadamente 417 millones de años, y actualmente suelen vivir en todo tipo de ecosistemas terrestres, desde las regiones polares y boreales hasta los trópicos. Se calcula que forman entre 40 y 70% de la cobertura viva en regiones polares y desérticas. Estos seres fotosintéticos consumen cerca de 1% de todo el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, de acuerdo con una estimación de Philip Porada y colegas de la Universidad de Hamburgo en 2014. Tal vez 1% te suene poco, pero representa 1.5 petagramos de C, es decir, un  $1.5 \times 10^{15}$  g o un 1.5 seguido de 15 ceros y de no haber líquenes, todo este gas estaría flotando en la atmósfera, calentando aún más el planeta.

La segunda manera en que los hongos actúan como consumidores indirectos de dióxido de carbono también es en una asociación mutualista, pero esta vez con plantas, se les conocen como micorrizas. Los



hongos micorrícos extienden parte de su cuerpo llamado micelio –que son como hilos que se extienden por todos lados y es microscópico– y lo introducen en las raíces de las plantas. Los hongos proporcionan nutrientes a las plantas y las plantas les proporcionan carbono en forma de azúcares, esta asociación con hongos aumenta el potencial de la vegetación para consumir el CO<sub>2</sub> de la atmósfera y almacenarlo en los suelos. Gracias a ello se les atribuye 60% del almacenamiento de carbono de los bosques. Recientemente, Nadejda Soudzilovskaia y colegas de la Universidad de Leiden, en Países Bajos, en un estudio publicado en 2019, hicieron una estimación de la cantidad de carbono que se puede almacenar en suelos con y sin micorrizas, revelando que los ecosistemas con vegetación micorrizada capturaron doce veces más carbono. Se calcula que la interacción puede establecerse con 250 mil especies de plantas, por lo que se encuentran en todo tipo de ecosistemas. Sin embargo, son muy sensibles a debilitar o romper la interacción ante la pérdida de vegetación nativa y la deforestación, por lo que una solución para mantenerlos es evitar la fragmentación desmedida de los ecosistemas por la agricultura y el pastoreo. Al final queremos seguir contando con su ayuda.

## LOS QUE COMEN METANO

El metano es un gas hidrocarburo –ya que se compone de carbono e hidrógeno– bastante abundante en el aire que respiramos y es el segundo gas de efecto invernadero más concentrado en la atmósfera, con un poder de retener calor hasta 23 veces más eficiente que el dióxido de carbono. Su concen-



tración ha aumentado casi al triple desde la Revolución Industrial.

Los microorganismos que se comen este gas se llaman metanótrofos y son unas bacterias muy particulares. En los ambientes terrestres, las bacterias metanótrofas viven casi por todos lados, son muy abundantes en los suelos de todos los ecosistemas, incluso en suelos agrícolas. También se han encontrado metanótrofos en ríos, lagos, lagunas, pantanos, suelos congelados y hasta en el fondo del mar, siempre que haya metano ellos llegan a la fiesta.

Estos microorganismos consumen 10% de todo el metano de la atmósfera cada año, de acuerdo con una estimación realizada por Fabiola Murguía-Flores y colegas de la Universidad de Bristol, en una publicación de 2018. De nuevo te sonará poco 10%, pero es mucho, son como 34 teragramos o  $3.4 \times 10^{12}$  gramos al año. Si no fuera por ellos habría 10% más metano en la atmósfera y una temperatura global mucho mayor, ya que el metano es muy eficiente atrapando calor dentro del planeta. Otro hecho importante es que se comen hasta 90% del metano que se produce en el suelo y el fondo marino, impidiendo que llegue a la atmósfera.

Muchos científicos nos hemos preguntado cómo podemos motivar a estas bacterias para que consuman más metano y sean una alternativa de mitigación del cambio climático. Bueno, la respuesta no es sencilla ya que hay muchos factores que afectan a los metanótrofos. Sin embargo, dentro de las posibilidades está el manejo de los suelos agrícolas, y en particular

disminuir el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados. Esto se debe a que a estas bacterias también les gusta el nitrógeno, como el que tienen los fertilizantes, y si pueden escoger entre metano y nitrógeno –resulta que son de gustos caros–, prefieren este último. Por lo anterior, en las zonas agrícolas hay una disminución del consumo de metano por parte de estos organismos. Si queremos que nos sigan ayudando, debemos evitar excedernos con nitrógeno en los campos agrícolas.

## UNA LECCIÓN DE LOS MÁS CHIQUITOS

El consumo de carbono y metano por parte de estos seres microscópicos no es pequeño, ya que nos libran de grandes cantidades de gases de efecto invernadero, también son reguladores, año con año, de los niveles globales de estos dos gases. Pese a su tamaño, su gran importancia radica en su número y su distribución, ya que se encuentran por todos lados, tanto en el mar como en la tierra. Finalmente, la moraleja que nos dejan estos microorganismos es que las pequeñas acciones –hasta las de los más pequeñitos–, si las hacemos entre todos, repercuten en todo el mundo.

## REFERENCIAS

- Berner, R.A. (2003). The long-term carbon cycle, fossil fuels and atmospheric composition. *Nature*. 426(6964):323-326.
- Barnett, T.P., y Schlesinger, M.E. (1987). Detecting changes in global climate induced by greenhouse gases. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 92(D12):14772-14780.
- Cavicchioli, R., Ripple, W.J., Timmis, K.N., *et al.* (2019). Scientists' warning to humanity: microorganisms and climate change. *Nature Reviews Microbiology*. 17(9):569-586.
- Falkowski, P. (2012). Ocean science: the power of plankton. *Nature*. 483(7387):S17-S20.
- Porada, P., Weber, B., Elbert, W., *et al.* (2014). Estimating impacts of lichens and bryophytes on global biogeochemical cycles. *Global Biogeochemical Cycles*. 28(2):71-85.
- Soudzilovskaia, N.A., Bodegom, P.M., van, Terrer, C., *et al.* (2019). Global mycorrhizal plant distribution linked to terrestrial carbon stocks. *Nature Communications*. 10:5077-5086.

# EL DESAFÍO DEL CAMBIO CLIMÁTICO: movimientos socioambientales y partidos verdes en México y Nicaragua

MANZANARES G., G.\*

Santes-Álvarez (2015) considera que la Convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático (CMNUCC) implícitamente define al cambio climático (CC) como “una alteración atribuible directa o indirectamente a la actividad humana que modifica la composición atmosférica y que se suma a la mutabilidad natural detectada en períodos de tiempo comparables” (Santes-Álvarez, 2015:90). La influencia de la actividad humana sobre el CC implica que es una problemática global, social, económica y política. Es un problema global porque afecta a todo el planeta, y por tanto implica llegar a convenios globales a cerca de los objetivos a seguir; es un problema social porque se requiere replantear los niveles de las relaciones sociales para lograr la mitigación y adaptación. También es un problema económico porque es necesario internalizar los costos ambientales que genera la actividad humana, así como destinar recursos para la adaptación y mitigación de los efectos del CC.

\* Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Contacto: gonzalezrenataresearch@gmail.com

Asimismo, el CC es un problema político porque requiere la toma de decisiones a través de la negociación de diferentes actores: sociales, políticos y económicos, y en diferentes niveles: global, nacional y local. En ese sentido, en este ensayo se analizan los movimientos socioambientales, partidos verdes y el desafío del cambio climático desde una perspectiva de ecología política. Desde esta perspectiva (Bryant y Bailey, 2000; Durant, Figueroa y Guzmán, 2011; Taylor, 2015) se considera que existen relaciones de poder desiguales entre el poder político, económico y social, en detrimento del poder social. Y se plantea la necesidad del empoderamiento social en la toma de decisiones como un desafío para lograr que los costos y beneficios del cambio climático se distribuyan de forma equitativa y de esa manera evitar que las desigualdades se sigan reforzando.

## CONTEXTO GLOBAL-NACIONAL

En primer lugar hay que reconocer los avances que se han dado en la lucha contra el CC con la firma de acuerdos a nivel global desde Estocolmo (1972), Río de Janeiro (1992), Johannesburgo (2002), Río de Janeiro (2012), hasta París (2015). Este último ratifica los conciertos anteriores y busca hacer realidad los objetivos

de la CMNUCC, algunos de los puntos clave del Acuerdo de París son: aumentar y conservar los sumideros de gases de efecto invernadero, adoptar medidas para controlar el aumento de la temperatura media mundial; aumentar la capacidad de adaptación y mitigación, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al CC; así como promover un desarrollo con bajas emisiones de gases y flujos financieros acordes con un desarrollo resiliente del clima.

Estas medidas se deberán implementar con un modelo de gobernanza participativo, transparente y fomentando el desarrollo sustentable. Además, el Acuerdo de París reconoce que el CC es un desafío mundial que requiere la integración de todas las escalas de actores: locales, subnacionales, nacionales, regionales e internacionales (ONU, 2015).

Cabe destacar que todos estos acuerdos se plantean de forma más operativa en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM 2000-2015) y los Objetivos de Desarrollo Sustentables (ODS 2015-2030). En ese sentido, otro logro a nivel global es que los ODM y ODS han permeado en la escala nacional ya que se han adoptado como directrices en las agendas de desarrollo de la mayoría de los países del mundo (PNUD, 2016).

Por ejemplo, en Nicaragua, el Plan Nacional de Desarrollo Hu-

no (PNDH) 2012-2016 propone una serie de estrategias para la mitigación, adaptación y gestión de riesgo ante el CC, incluyendo la internalización de costos por la adaptación al cambio climático, gestión integral de residuos sólidos, inversión para el reciclaje, control y tratamiento de los vertidos de aguas residuales y gestión de riesgos ante desastres climáticos. Asimismo, el Programa Nacional de Desarrollo Humano 2018-2021 menciona que se “desarrollarán acciones acordes en el marco de Naciones Unidas sobre el cambio climático, incluyendo el Acuerdo de París. Se formulará una política de desarrollo económico y social de bajas emisiones de carbono y se implementará el plan nacional de adaptación al cambio climático” (PNDH, 2018-2021:6). Sin embargo, no hay datos sobre los resultados de estas propuestas.

En el caso de México, el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) propone “fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado del medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono” (PND 2013-2018:135); las principales líneas de acción de esta política se basan en desarrollar herramientas institucionales para el Sistema Nacional de Cambio Climático, promover el uso de tecnologías de alta eficiencia para disminuir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y el manejo integral de residuos sólidos.

Asimismo, el PND 2019-2024 propone reducir la degradación ambiental y fortalecer la adaptación ante el cambio climático de poblaciones, ecosistemas e infraestructura estratégica. Sin embargo, según Velazco y García (2019), entre 2013-2018 hubo mayor avance en los objetivos de adaptación respecto a los de mitigación y sugieren mejorar las consistencias entre las líneas de acción, metas, indicadores y objetivos de la política climática en México.

## ECOLOGÍA POLÍTICA

La implementación de los convenios globales se da en un contexto mundial en el que los países “desarrollados” tienen mayor poder de decisión que los “en desarrollo”, ya que los países “subdesarrollados” son condicionados principalmente a través de los préstamos que reciben de los organismos multilaterales; en cambio, los países “desarrollados” pueden reusarse a firmar pactos, por ejemplo, el caso de Estados Unidos, Australia y China que no firmaron el Protocolo de Kioto (que busca reducir las emisiones de GEI en el planeta y promueve el crecimiento sustentable).

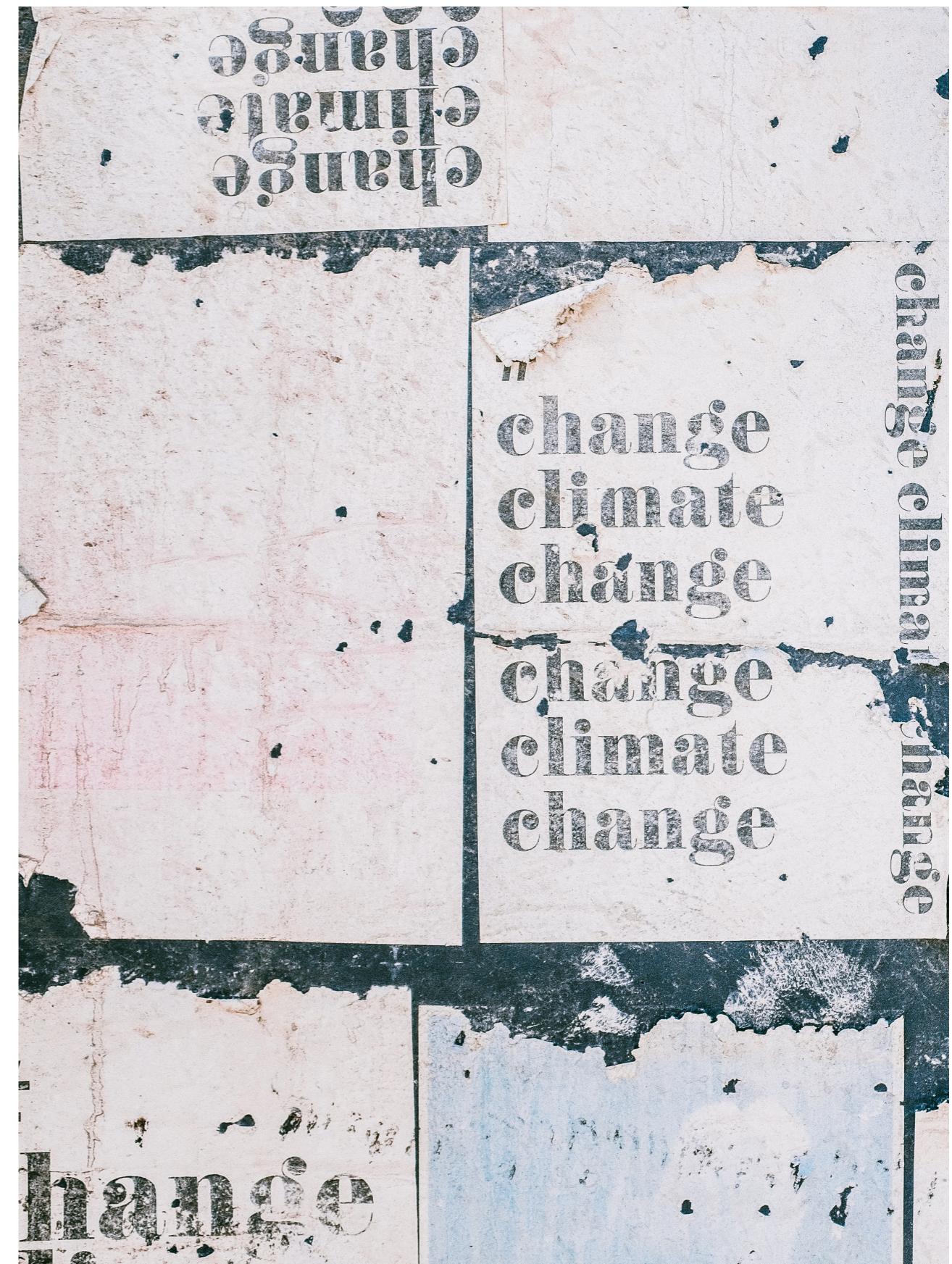
Asimismo, existe una distribución desigual de los impactos del CC. Acorde al informe del *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2007), en América Latina hay muchas probabilidades de que aumenten los tornados, granizo, olas de calor, precipitaciones, temperaturas extremas, la intensidad y frecuencia de huracanes, el nivel del mar y

se extingan especies. El IPCC (2007) también estimó que en 2020 el número neto de personas sufriendo estrés por la escasez de agua aumentaría entre 7 y 77 millones, y en 2050 aumentaría entre 60 y 150 millones. Sin embargo, según el Banco Mundial (2010), se espera que los impactos más severos del CC se concentren en el sur global, especialmente en las zonas rurales.

## DESAFÍO POLÍTICO A ESCALA NACIONAL Y LOCAL: MOVIMIENTOS SOCIOAMBIENTALES Y PARTIDOS VERDES

Estos efectos diferenciados del CC exigen la integración de la gobernanza global y local para diseñar estrategias de adaptación y mitigación institucionalizadas más allá de la “adaptación autónoma”, de tal manera que se atenúe la doble carga de las personas pobres y marginadas que además de enfrentar las desigualdades existentes tienen mayores riesgos frente al CC (Taylor, 2015).

En ese orden de ideas, Taylor (2015) propone integrar la conceptualización de cambio climático con los procesos inherentes de transformación social, debido a que los seres humanos no están fuera de sus entornos. En ese contexto, la ecología política es fundamental “porque sus herramientas analíticas nos ayudan a captar cómo los procesos climáticos están incrustados en las relaciones sociales ordenadas jerárquicamente de manera que producen paisajes sorprendentemente desiguales y, a menudo, profundamente frágiles” (Taylor, 2015:13).



En Latinoamérica, algunos movimientos socioambientales se han transformado en partidos verdes con el objetivo de obtener el poder político como un medio para alcanzar los fines del poder social (Toledo, 2015). Por ejemplo, según Acosta y Machado (2012), el Partido Verde de México es de los de mayor influencia en Latinoamérica, ya que llegó a ser la cuarta agrupación política mexicana en cuanto al número de representantes en el Congreso nacional. Al respecto mencionan que “la opción verde se estima que cuenta con 2 millones de votos, pero que, en las últimas elecciones [2012] presidenciales, montados sobre caballo ganador, han corrido de la mano en alianza electoral con el tan cuestionado Partido Revolucionario Institucional (PRI)” (Acosta y Machado, 2012:87); de igual manera hicieron alianza con el Partido Acción Nacional (PAN) en 2000, con lo que se posicionó a Vicente Fox como presidente (Acosta y Machado, 2012).

A pesar de la presencia de la “agenda verde” en el gobierno nacional, durante las elecciones estatales y municipales de este año muchas comunidades indígenas denunciaron la usurpación de candidaturas indígenas por parte de personas mestizas (*AJ+Español*, 02 de junio de 2021) con lo cual se trata de silenciar las demandas contrahegemónicas (a nivel social, ambiental y político) de los pueblos originarios.

De manera similar, el Partido Yá-tama de Nicaragua surgió como un movimiento que luchaba por los derechos territoriales y autónomos de los pueblos indígenas. Los dirigentes



de este partido formaron parte de los actores clave que lograron la aprobación del Estatuto de Autonomía de las Regiones de la Costa Caribe de Nicaragua. Sin embargo, luego de varias alianzas con otros partidos se han perdido los ideales con los que fue creado; en parte estas alianzas han causado que intereses de partidos políticos permeen la estructura organizativa de los pueblos indígenas, influenciando así las decisiones en la gestión de la naturaleza a favor

de un modelo de desarrollo extractivista y su consecuente efecto en el CC. En este contexto, defensoras de derechos humanos constantemente denuncian un etnocidio debido al enfrentamiento entre indígenas y mestizos por la invasión de territorios indígenas con fines extractivistas (CEJIL, 2020).

Al respecto, los resultados de una investigación del *Organized Crime and Corruption Reporting Project*



(OCCRP) en Nicaragua mostraron que Osorno Coleman Salomón, miembro del Partido Yátama y diputado de la Asamblea Nacional por la Alianza con el Frente Sandinista de Liberación Nacional (FSLN), tiene 10% de participación en la empresa Vida Group, el principal exportador de resina de pino en Nicaragua, que ha sobreexplotado los recursos forestales del Caribe Norte del país, brindando empleos precarios a los indígenas, sin cumplir sus compromisos de reforestación. Esto ha sido posible por la influencia de Coleman en las comunidades indígenas, quienes lo reconocen como “cacique”, y a la vez por los pactos políticos que éste ha establecido con el partido de gobierno, los cuales le facilitan la obtención de permisos de explotación y exportación al margen de la ley. Cabe destacar que Coleman es candidato para su reelección como diputado de esta misma alianza.

Los ejemplos anteriores respaldan la tesis de Acosta y Machado (2012), quienes afirman que los partidos verdes en Latinoamérica han perdido conexión con el frente social ambiental, han disminuido su influencia como agentes de cambio para la transformación social y se han convertido en una plataforma de alianzas electorales en busca de cargos políticos e institucionales. Esto se refleja en la desconexión de los gobiernos mexicanos y nicaragüense con los movimientos indígenas cuyas demandas exigen la reconfiguración de las estructuras existentes, la defensa de los recursos naturales, oposición al extractivismo y el respeto a los derechos colectivos de los pueblos originarios.

Si bien los movimientos indígenas no se autoperciben como ecologistas, sus saberes, estilos de vida y modos de producción evidencian que otros mundos son posibles. Adicionalmente, Aldunce *et al.* (2020) consideran que los pueblos originarios experimentan una vulnerabilidad diferenciada a las consecuencias del CC debido a su estrecha relación material, espacial y espiritual con la naturaleza, en la cual se fundamenta su cultura, estructura organizativa y productiva y su conjunto de valores y creencias.

## CONCLUSIONES

La lucha contra el CC ha tenido logros en la esfera global con la firma de arreglos internacionales y su posterior operativización en los ODM y ODS. Asimismo, en la esfera nacional se han adoptado los ODM y ODS como directrices de las agendas de desarrollo. En México ha habido mayores avances en la adaptación respecto a la mitigación, sobre Nicaragua no hay datos, y según Aldunce *et al.* (2020), en América Latina ha habido avances en la integración de la adaptación con la mitigación del CC, no obstante, estos esfuerzos han sido mayores en temas de infraestructura, sistemas naturales y biodiversidad, y en menor medida con la dimensión social. Es decir, la dimensión social es el eslabón más débil de la lucha contra el CC.

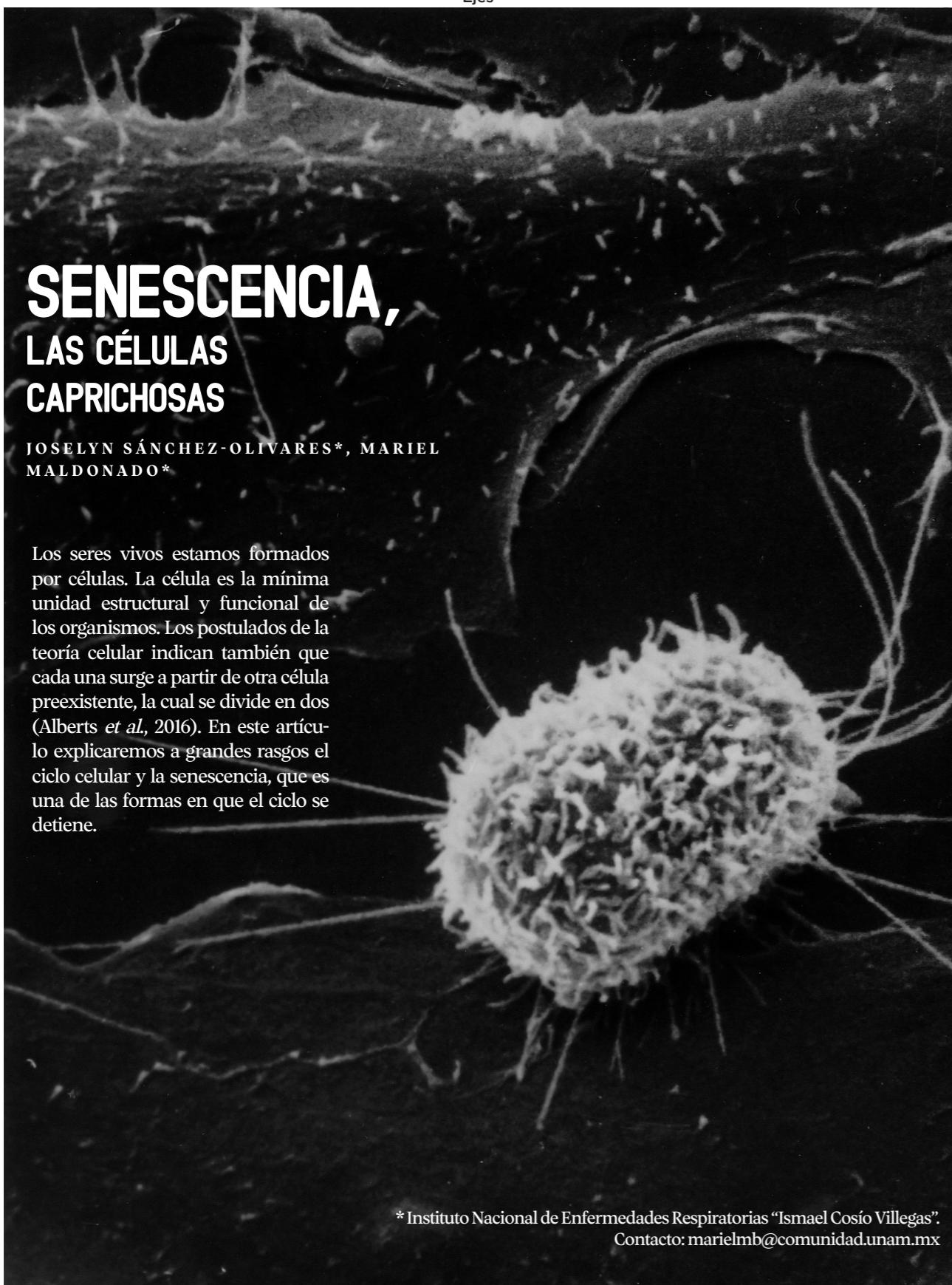
En ese sentido, la experiencia de los movimientos socioambientales y partidos verdes de Nicaragua y México muestran que el empoderamiento sociopolítico es el mayor desafío del CC porque hay una cooptación

de las iniciativas socioambientales que surgen “desde abajo” y representan los intentos del capitalismo por colonizar el clima (Lohman, 2012); y como se mostró en los Planes de Desarrollo de estos dos países, las estrategias de adaptación y mitigación del CC terminan siendo un negocio para reciclar el carbono. “Y lo que resulta más preocupante es que la atmósfera se transforma cada vez más en una nueva mercancía diseñada, regulada y administrada por los mismos actores que provocaron la crisis climática y que reciben ahora subsidios de los gobiernos con un complejo sistema financiero y político” (Acosta y Machado, 2012:72).

Ante esta problemática, se requiere la transformación de visiones, valores y de la organización social y política que desarrolle alternativas con una visión decolonial del mundo, que promueva relaciones horizontales entre los diversos actores de la sociedad, así como herramientas y mecanismos que logren integrar al ser humano y la naturaleza (Acosta y Machado, 2012; Gorz y Bosquet, 1975). Y de esta manera construir modelos de gobernanza en los que todos los actores tengan capacidad de influir la toma de decisiones para la resolución de las problemáticas relacionadas al CC, sobre todo que los grupos más vulnerables sean tomados en cuenta de tal forma que se integren sus saberes, vivencias y experiencias con el conocimiento científico y técnico (Aldunce *et al.*, 2020).

## REFERENCIAS

- Acosta, A., y Machado, D. (2012). Movimientos comprometidos con la vida. Ambientalismos y conflictos actuales en América Latina. *OSAL* XIII(32):67-95. Disponible en: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/osal/20120927103642/OSAL32.pdf>
- AJ+ Español. (2021). Las candidaturas indígenas usurpadas por mestizos en México. *AJ+ Español*. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=qCPwq0v-Q4Q>
- Aldunce, P., González, M.P., Lampis, A., *et al.* (2000). *Third World Political Ecology*. London and New York: Routledge.
- Aldunce, P., González, M.P., Lampis, A., *et al.* (2020). Sociedad, gobernanza, inequidad y adaptación. En Moreno, J.M., C. Laguna-Defior, V. Barros, *et al.* (eds.). *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos-Informe RIOCCADAPT*. Pp. 49-89. McGraw-Hill, Madrid, España.
- CEJIL. (2020). Ante Corte IDH: el mayor temor del pueblo indígena miskitu nicaragüense es el etnocidio. *CEJIL*. Disponible en: <https://cejil.org/comunicado-de-prensa/ante-corte-idh-el-mayor-temor-del-pueblo-indigena-miskitu-nicaraguense-es-el-etnocidio/>
- Chavkin, S., Mendoza, C., Moskowitz, E., *et al.* (2021). Líder indígena nicaragüense que se le alineó con el gobierno obtiene recompensa oculta. *Organized Crime and Corruption Reporting Projectc (OCCRP)*. Disponible en: <https://www.occrp.org/en/investigations/nicaraguan-indigenous-leader-who-aligned-with-government-reaps-hidden-reward>
- Durand S., L., Figueroa D., F., y Guzmán Ch., M.G. (2009). *La ecología política en México ¿Dónde estamos y para dónde vamos?* ND: CRIM-UNAM, CEIICH-UNAM, El Colegio de San Luis, A.C.
- Gobierno de la República (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Estados Unidos Mexicanos.
- Gobierno de la República (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. Estados Unidos Mexicanos.
- Gorz, A., y Bosquet, M. (1975). *Ecologie et Politique*. Paris: Seuil.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change 2007*. Disponible en: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Acuerdo de París*. París. 12 de diciembre de 2015.
- Pleyers, G., y Álvarez-Benavides, A. (2019). La producción de la sociedad a través de los movimientos sociales. *Revista Española de Sociología*. 28(1):141-149. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/res/article/view/66435>
- PNUD. (2016). *Apoyo del PNUD para la implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Disponible en: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/librarypage/poverty-reduction/undp-support-to-the-implementation-of-the-2030-agenda.html>
- Santes-Álvarez, R.V. (2015). Gobernanza del cambio climático en México: expectativas de reformas en el contexto subnacional. *Desenvolvimento Regional em debate: DRd*. 5(1): 88-110.
- Taylor, M. (2015). *The Political Ecology of Climate Change Adaptation: Livelihoods, agrarian change and the conflicts of development*. London: Routledge.
- Toledo, V.M. (2015). ¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad? Una propuesta ecológico político. *Revista Interdisciplina*. 3(7):35-55.
- Velazco R., A., y García M., G. (2019). *Evaluación de la Política Climática en México. Diagnóstico del cumplimiento de metas del Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018*. CEMDA. Disponible en: [https://mx.boell.org/sites/default/files/cemda\\_evaluacion\\_politica\\_climatica\\_v2final.pdf](https://mx.boell.org/sites/default/files/cemda_evaluacion_politica_climatica_v2final.pdf)
- Zibechi, R. (2017). *Movimientos sociales en América Latina. El “mundo otro” en movimiento*. Bogotá: Ediciones desde abajo. Pp.71-107.



# SENECENCIA, LAS CÉLULAS CAPRICHOSAS

JOSELYN SÁNCHEZ-OLIVARES\*, MARIEL  
MALDONADO\*

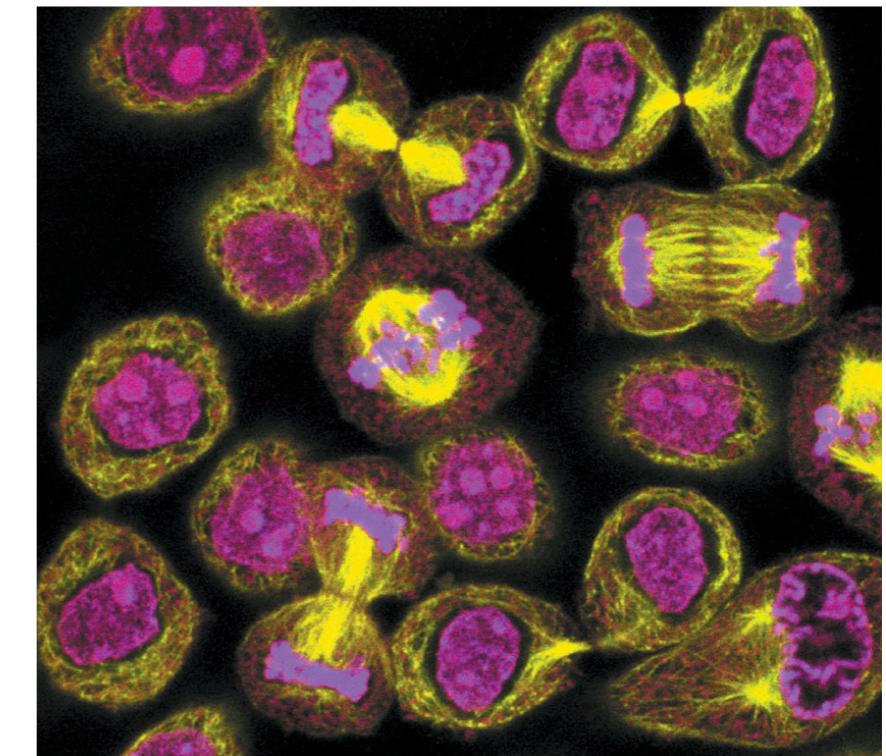
Los seres vivos estamos formados por células. La célula es la mínima unidad estructural y funcional de los organismos. Los postulados de la teoría celular indican también que cada una surge a partir de otra célula preexistente, la cual se divide en dos (Alberts *et al.*, 2016). En este artículo explicaremos a grandes rasgos el ciclo celular y la senescencia, que es una de las formas en que el ciclo se detiene.

\* Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Ismael Cosío Villegas”.  
Contacto: marielmb@comunidad.unam.mx

## CICLO CELULAR

El ciclo celular está constituido por una serie ordenada de acontecimientos en la cual la célula duplica su contenido y se divide en dos células hijas. La duración del ciclo varía según el tipo celular, siendo la duración media de 24 horas. El ciclo celular está compuesto por interfase y mitosis (o meiosis). La interfase representa 95% del ciclo, consta de tres etapas: G1, S y G2, así como una fase G0 para las células que dejan de dividirse y que coloquialmente se les refiere como en reposo; por ejemplo, las neuronas o las del músculo esquelético. Reposo porque dejan de proliferar, pero claro que su actividad continúa. Se les llama G por *gap*, intervalo en inglés (Lodish *et al.*, 2015; Alberts *et al.*, 2016).

La fase G1 es la primera del ciclo, en ella se observa crecimiento celular con síntesis de RNA y proteínas. Es el periodo que transcurre entre el fin de una mitosis y el inicio de la síntesis de DNA. Tiene una duración de entre 6 y 12 h, y en el transcurso de esta etapa la célula aumenta su tamaño y masa. En esta fase, la célula es diploide o 2n. Continúa con la fase S que es la de síntesis o replicación del DNA, tiene una duración promedio de 6 a 8 h. Después sigue la fase G2, la cual ocurre entre la duplicación del DNA y el inicio de la mitosis; en esta fase continúa la síntesis de RNA y proteínas, y el contenido de DNA es tetraploide o 4n, tiene una dura-



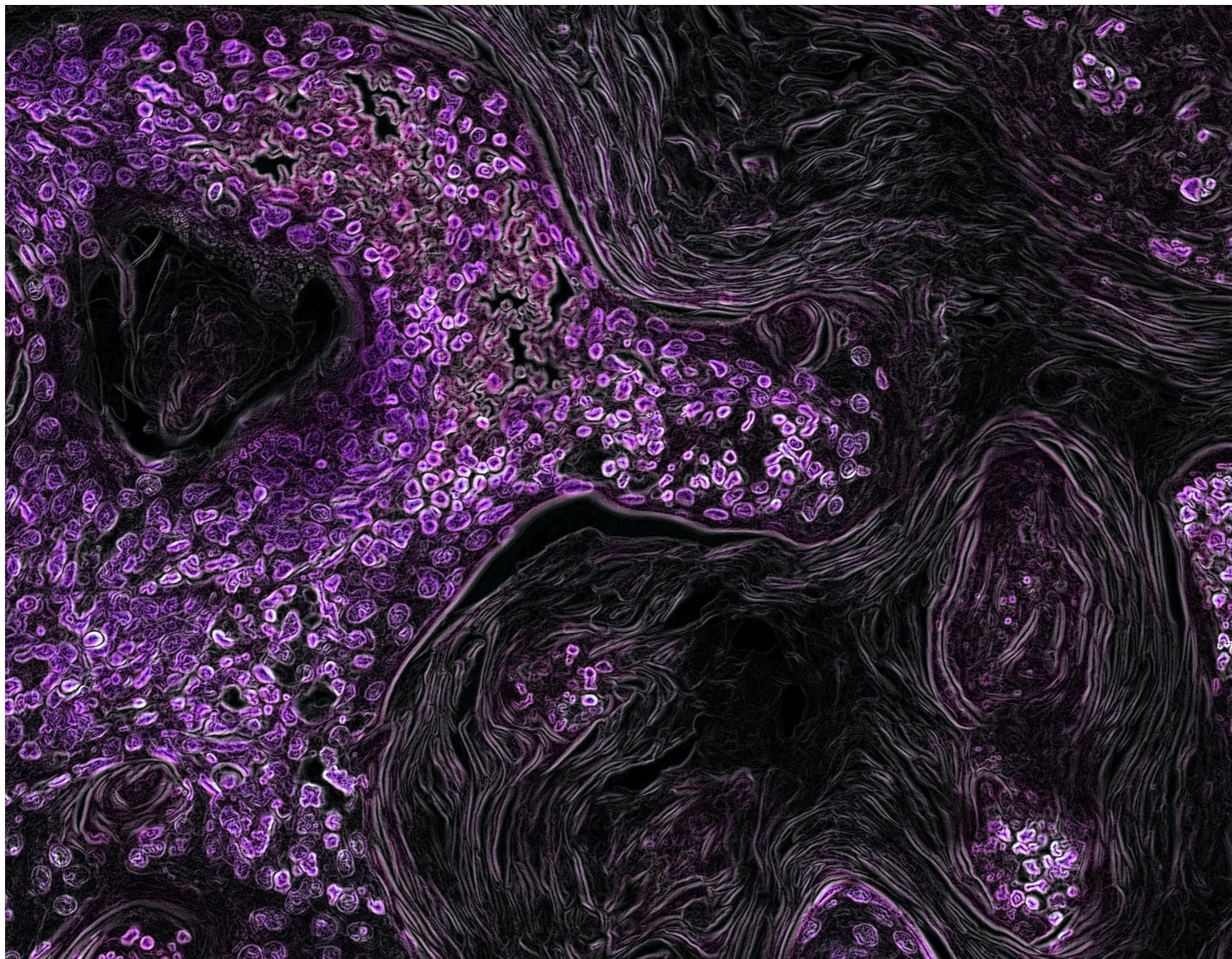
ción promedio de entre 3 y 4 h. Por último, separado de la interfase, se pasa a la mitosis, la cual puede durar desde pocas horas hasta varios días, dependiendo del tipo celular. Incluye la cariocinesis, que es la división del núcleo 4n en dos núcleos 2n (para células somáticas) y la división de la célula como tal en dos células hijas, proceso llamado citocinesis (Sánchez González *et al.*, 2006).

Para regular el paso de una etapa a la siguiente existen proteínas llamadas ciclinas que aumentan o disminuyen su expresión de acuerdo con las características metabólicas de la

## SENECENCIA CELULAR

La senescencia es un estado celular caracterizado por la detención o arresto del ciclo celular con características secretoras específicas que se describirán más adelante, daño macromolecular como el observado en DNA y metabolismo alterado. La senescencia se considera irreversible porque ningún estímulo fisiológico conocido puede hacer que las células senescentes vuelvan a entrar en el ciclo celular, se quedan en fase G0. En condiciones fisiológicas normales, la senescencia contribuye a la remodelación tisular durante el desarrollo embrionario de los mamíferos, puesto que forma parte del proceso para eliminación de células que consta de *a*) inducción de senescencia, *b*) limpieza de células senescentes por parte de células fagocíticas, y *c*) regeneración.

No obstante, también está implicada en varias respuestas en el organismo adulto, debido a que se puede activar en caso de daño como en la reparación de heridas o en enfermedades fibróticas, entre otras. Usualmente, al inicio limita la expansión de las células dañadas (por ejemplo, con daño al DNA), pero en etapas avanzadas puede contribuir a agravar la patología en caso de que las células senescentes se acumulen. Diversos factores pueden conducir a senescencia celular en el organismo adulto: oncogenes, disfunción mitocondrial, acortamiento acelerado de telómeros, daño al DNA, o bien, estrés como la hiperoxia o el generado por patógenos (Muñoz Espín *et al.*, 2013; Storer *et al.*, 2013; Regulski, 2017;



Hernández-Segura *et al.*, 2018; Gorgoulis *et al.*, 2019; Barnes *et al.* 2019).

En el arresto del ciclo celular suele observarse un aumento de la expresión de las proteínas llamadas inhibidores de las CDK: p21 (CDKN1A), p16 (CDKN2A), p15 (CDKN2B) y p27 (CDKN1B). Cuando se inhiben las CDK no se puede fosforilar Rb, lo cual resulta en una detención irreversible del ciclo en la fase G1 (figura 1). Otras características observables en las células senescentes son las marcas de daño al DNA que se muestran evidentes por microscopía de los focos de heterocromatina asociados a la senescencia (SAHF), tinción de algunas proteínas de reparación, fosforilación de la histona H2AX, o bien por el acortamiento acelerado de los telómeros.

Se considera acortamiento acelerado cuando el largo de los telómeros se encuentra abajo del percentil diez de la población a evaluar, esto es, dentro de 10% de los más cortos. Otras características de células arrestadas son la actividad de  $\beta$ -galactosidasa asociada a la senescencia (SA- $\beta$ Gal), alteraciones citoesqueléticas y otros cambios fenotípicos como el aplanamiento celular. Sin embargo, ninguna de estas características es esencial para la senescencia ya que no hay un solo marcador específico de este proceso, es por eso que para decir que una célula es senescente es necesario identificar más de dos características (Echeverría-Machado *et al.*, 2002; Lozano-Torres *et al.*, 2019).

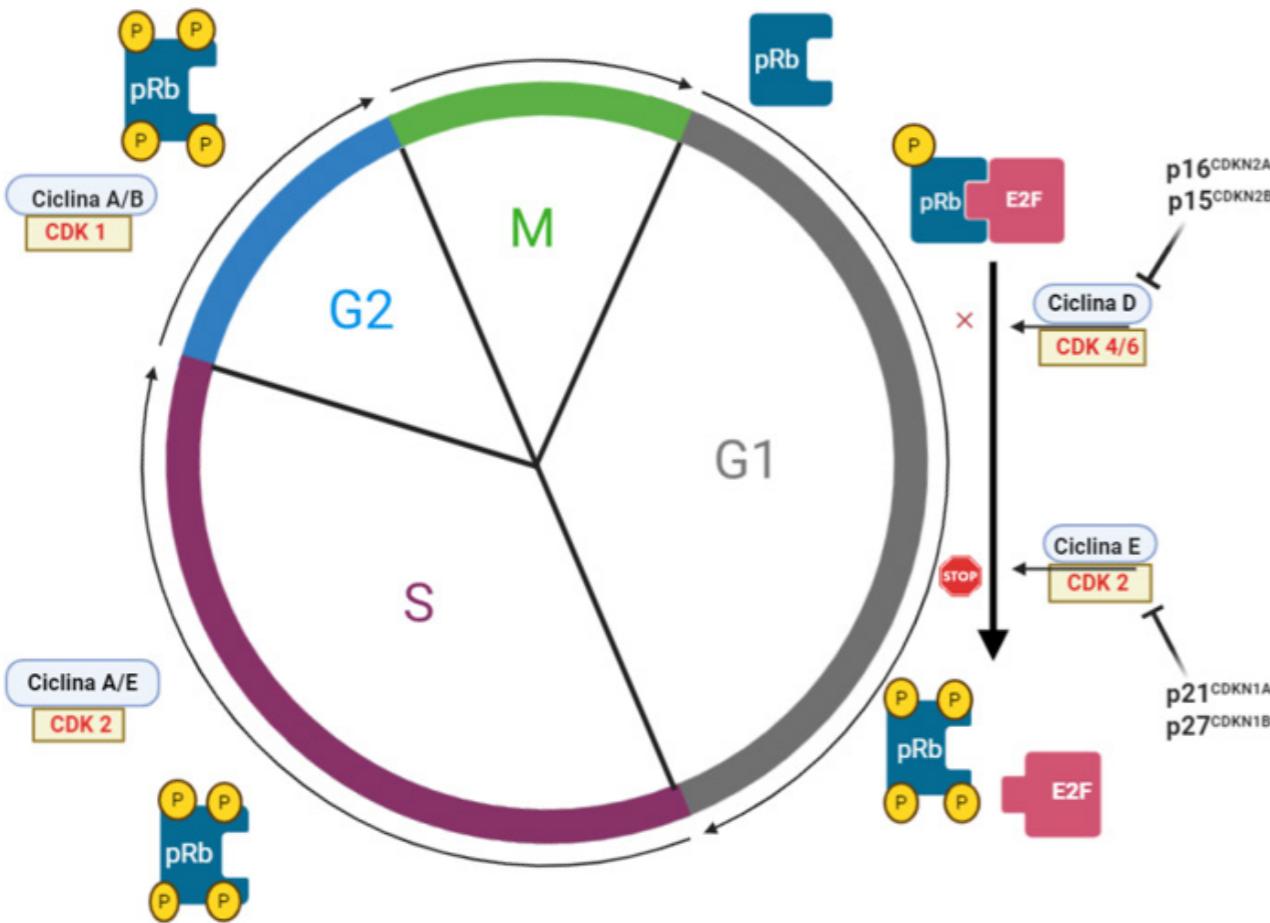
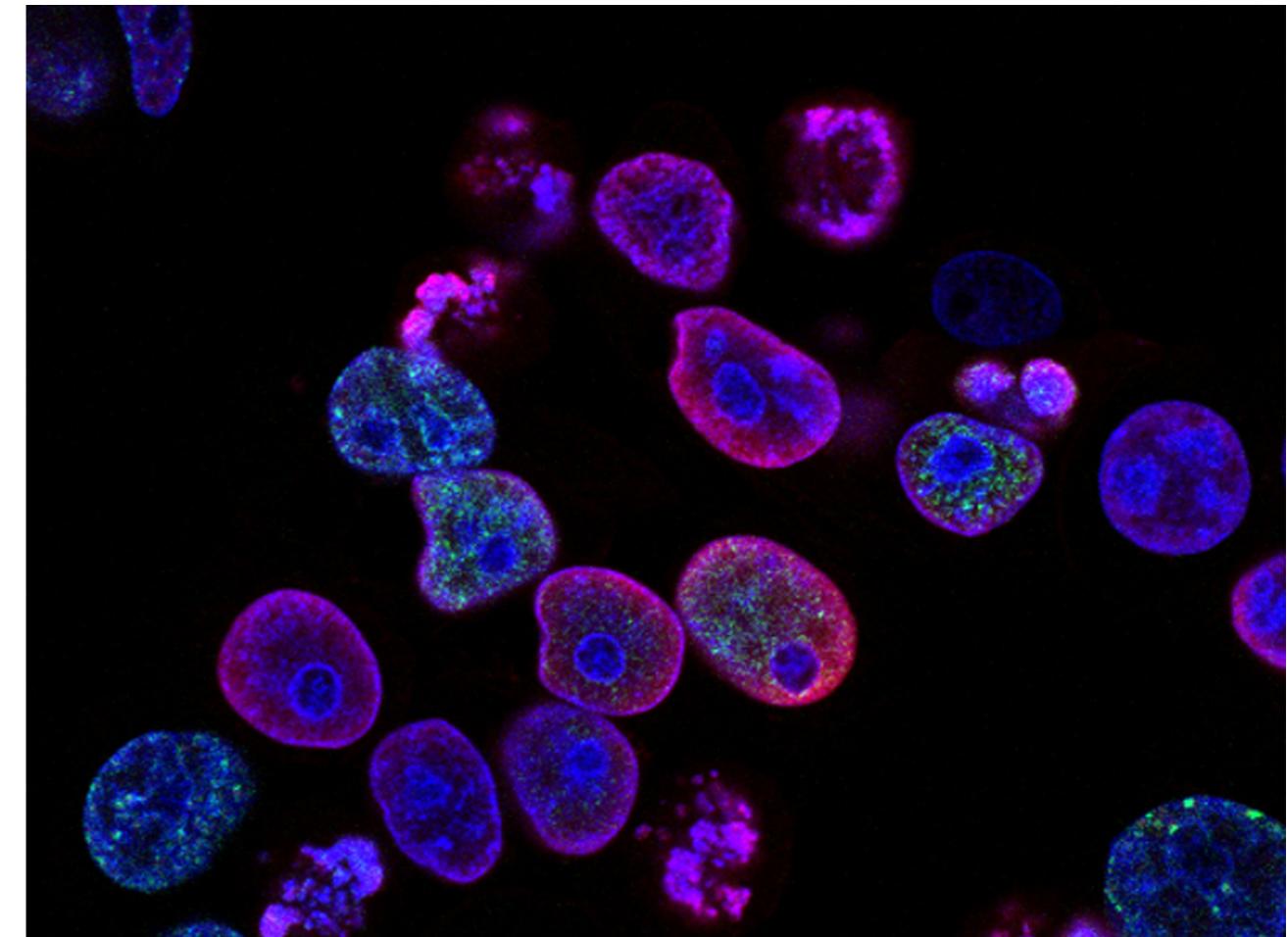


Figura 1. Ciclo celular y proteínas reguladoras. El ciclo celular avanza de G1, a S, a G2 y a M. En cada fase aumentan una o varias ciclinas. Durante la fase G1 la proteína Rb (pRb) es fosforilada por las cinasas dependientes de ciclina (CDK) 1, 4 y 6. Distintos tipos de estrés llevan al aumento de inhibidores de CDK como p15, p16, p21 y p27, en tales circunstancias, pRb permanece hipofosforilado y la célula se detiene en G1 (G0).

Las células senescentes secretan una gran cantidad de moléculas que incluyen citocinas y quimiocinas proinflamatorias, moduladores del crecimiento, factores angiogénicos y metaloproteasas de matriz (MMP), denominados colectivamente fenotipo secretor asociado a la senescencia (SASP), la mayoría de sus factores están regulados transcripcionalmente por el factor nuclear  $\kappa$ B (NF- $\kappa$ B) y CCAAT/proteína de unión a potenciador  $\beta$  (CEBP- $\beta$ ). A través de los factores del SASP se lleva a cabo una señalización parácrina, de manera que las células senescentes también pueden iniciar un mecanismo de retroalimentación positiva perju-

dicial, al promover la inducción de la senescencia a las células cercanas, ya sea por la secreción de los componentes del SASP al medio extracelular de manera libre, o bien, dentro de vesículas como los exosomas y las microvesículas. Asimismo, se ha visto que en este proceso resulta relevante la señalización yuxtácrina, que se refiere a aquella en la que las células involucradas tienen contacto directo entre sí. Por ejemplo, en determinados contextos la inducción de la senescencia hacia las células contiguas depende de Notch (Casella *et al.*, 2019; Gorgoulis *et al.*, 2019; Misiawa *et al.*, 2020).



senescencia observada en desarrollo embrionario, el mismo SASP atraiga a las células del sistema inmune que fagocitarán a las senescentes; sin embargo, en otros casos como en patologías, el SASP no llama a ninguna célula que pueda eliminar a las senescentes, al contrario, parece promover la senescencia en las demás células (Casella *et al.*, 2019; Gorgoulis *et al.*, 2019).

Los hallazgos recientes relacionados con rutas moleculares que afectan el SASP sugieren que es posible manipular los efectos parácrinos de la senescencia. Por ejemplo, la inhibición de ciertas cinasas o de NF- $\kappa$ B en células senescentes es suficiente para disminuir los efectos parácrinos perjudiciales regularmente asociados a este proceso. Manipular el

SASP podría ser un blanco terapéutico prometedor, así como la eliminación directa de las células senescentes a través de las llamadas drogas senolíticas (Malaquin *et al.*, 2016).

## CONCLUSIÓN

Este es, *grossó modo*, el proceso mediante el cual las células senescentes detienen su ciclo celular, pareciera que “se ponen en huelga”, “se vuelven piki” o “se ponen exquisitas”, por eso nos atrevemos a decir que son “células caprichosas”, se detienen en fase G1 y aunque continúan con actividad metabólica, es diferente a la que suelen realizar pues no se dividen, no inician procesos de muerte celular y la maquinaria de reparación de daño al material genético no se da abasto, no es suficiente

Aunque pareciera un tema bien conocido, en realidad es necesario seguir haciendo investigación experimental en el campo del ciclo celular y la senescencia. Por ejemplo, para describir a profundidad el contenido del SASP dependiendo del tipo celular, así como el alcance de sus efectos, o bien, cómo promover que el sistema inmune fagocite a las células senescentes.

La senescencia es un mecanismo importante en el desarrollo de diversas enfermedades crónicas de hígado y pulmón, por ejemplo. Nosotras

en el laboratorio nos avocamos a intentar descifrar el papel de la senescencia en las células epiteliales y en los fibroblastos en el contexto de la fibrosis pulmonar idiopática. Nos interesa investigar cómo ocurren los fenómenos de senescencia y señalización lateral tanto paracrína como yuxtacrína entre células epiteliales alveolares y fibroblastos del pulmón. Si se conoce a detalle el proceso, entonces sería posible diseñar tratamientos dirigidos a un blanco en particular que evite esta comunicación paracrína y que quizá también evite la omnipresencia de células senescentes de una manera más eficiente. Con esas bases podrían plantearse nuevos modelos usando no sólo fármacos senolíticos, sino otro tipo de compuestos que alteren el proceso de comunicación de senescencia paracrína con el objetivo de evitar la progresión

Esperamos que las condiciones de la pandemia actual nos permitan regresar pronto a realizar los experimentos de laboratorio para seguir aportando con nuestro granito de arena al conocimiento de la senescencia, cuyo fin último es descifrar los mecanismos patogénicos, la etiología de las enfermedades y con ello mejorar la calidad de vida de los pacientes.

## REFERENCIAS

- Alberts B., Johnson A., Lewis J., *et al.* (2016). *Biología molecular de la célula*. España:Editorial Omega. 969-1026.
- Barnes, P. J., Baker, J., y Donnelly, L.E. (2019). Cellular Senescence as a Mechanism and Target in Chronic Lung Diseases. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 200(5):556-564.
- Casella, G., Munk, R., Kim, K.M., *et al.* (2019). Transcriptome signature of cellular senescence. *Nucleic Acids Research*. 47(21):11476.
- Echevarría-Machado, I., Loyola-Vargas, V. M., y Hernández-Sotomayor, T. (2002). La proteína del retinoblastoma en las plantas. *Revista de la Sociedad Química de México*. 46(1):17-22.
- Gorgoulis, V., Adams, P.D., Alimonti, A., *et al.* (2019). Cellular Senescence: Defining a Path Forward. *Cell*. 179(4):813-827.
- Hernandez-Segura, A., Nehme, J., y Demaria, M. (2018). Hallmarks of Cellular Senescence. *Trends in cell biology*. 28(6):436-453.
- Lodish, H., Lodish, H., Berk, A., *et al.* (2015). *Biología celular y molecular*. México:Editorial Médica Panamericana. 873-922.
- Lozano-Torres, B., Estepa-Fernández, A., Rovira, M., *et al.* (2019). The chemistry of senescence. *Nature Reviews Chemistry*. 3(7):426.
- Malaquin, N., Martínez, A., Rodier, F. (2016). Keeping the senescence secretome under control: Molecular reins on the senescence-associated secretory phenotype. *Experimental Gerontology*. 82:39-49.
- Misawa, T., Tanaka, Y., Okada, R., *et al.* (2020). Biology of extracellular vesicles secreted from senescent cells as senescence-associated secretory phenotype factors. *Geriatrics & Gerontology International*. 20(6):539-546.
- Muñoz-Espín, D., Cañamero, M., Máraver, A., *et al.* (2013). Programmed cell senescence during mammalian embryonic development. *Cell*. 155(5):1104-18.
- Regulski, M.J. (2017). Cellular Senescence: What, Why, and How. *Wounds: A Compendium of Clinical Research and Practice*. 29(6):168-174.
- Sánchez-González, D., Orjuela-Henry, D., Pérez-Astudillo L., *et al.* (2006). Nacimiento celular. Ciclo celular. En: Sánchez González, D., Trejo Bahena, N., *Biología celular y molecular*. México:Editorial Alfil. 139-192.
- Storer, M., Mas, A., Robert-Moreno, A., *et al.* (2013). Senescence is a developmental mechanism that contributes to embryonic growth and patterning. *Cell*. 155(5):1119-30.



# SECCIÓN ACADÉMICA

## Protocolos universitarios contra el hostigamiento y acoso sexual y la violencia contra las mujeres en los espacios académicos

# Protocolos universitarios contra el hostigamiento y acoso sexual y la violencia contra las mujeres en los espacios académicos

Karla Rodríguez-Burgos\*, Juliette Kourouma Lima\*, Evelyn Meza Lizardi\*

DOI: <https://doi.org/10.29105/cienciauanyl25.112-1>

## RESUMEN

El hostigamiento y acoso sexual (HAS) así como la violencia contra las mujeres (VCM) en México es una problemática que ha ganado relevancia en años recientes. Puntualmente, el HAS y la VCM dentro de las instituciones universitarias se ha hecho cada vez más visible gracias a movimientos en redes sociales como el #MeToo y #AcosoEnLaU y en actividades de protesta como tendederos de acosadores. Esto ha traído atención a la particular manera en que se vulnera, entre otras cosas, el derecho a la educación de las mujeres.

La importancia de la presencia de acciones contra el HAS y la VCM dentro de los protocolos de acoso y legislaciones universitarias reside en que es una de las maneras de hacerle frente a dichas problemáticas y así crear espacios más seguros para que las alumnas, docentes, investigadoras y trabajadoras puedan desarrollarse libremente, ya sea en el estudio o en el trabajo. Es así que el objetivo de este artículo es comparar los protocolos universitarios de cinco universidades mexicanas, así como su respectivo cumplimiento con las variables propuestas por la ONU Mujeres para erradicar la VCM en las universidades. Entre los resultados encontrados, la Ibero es la que más se apega a dichas propuestas, mientras que la UANL es la que presenta mayor área de oportunidad para la atención y prevención de la VCM y el HAS.

Palabras clave: violencia contra las mujeres, hostigamiento y acoso sexual, entorno universitario, protocolo, México.

## ABSTRACT

*Harrasment and Molestation (HM) and the Violence Against Women (VAW) in Mexico is an issue that has gained relevance in recent years. Specifically the HM and VAW within university institutions has been made more visible because of movements in social networks like the #MeToo and #AcosoEnLaU, and in protest activities such as the aggressor's exposure line. This has brought attention to the particular way that women's right to education is being undermined.*

*The importance of the presence of actions against HM and VAW within the universities' legislations is one of the ways of facing said issues and thus creating safer spaces for female students, teachers, researchers and workers so they can develop freely in their education or jobs. The purpose of this article is to compare the compliance of five university protocols with the guidelines proposed by UN Women for the eradication of VAW in universities. Among the results obtained, Ibero is the university that's closer to fulfilling the guidelines, whereas UANL is the one with most areas of opportunity for the attention and prevention of VAW and of HM.*

Keywords: sexual harassment, university sports, coaches.

\* Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Contacto: karoburgos@yahoo.com.mx

Una de las herramientas que las instituciones de educación superior tienen para disminuir e intentar erradicar la violencia contra las mujeres (VCM) y el hostigamiento y el acoso sexual (HAS) es por medio de la legislación universitaria y los protocolos de acoso, de ahí la importancia de compararlos y evaluarlos para conocer su alcance y áreas de oportunidad. El objetivo principal del presente artículo es comparar los protocolos que, de la mano de las respectivas legislaciones universitarias, tratan los casos de HAS y la VCM. Las universidades escogidas fueron el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) en todos sus campus, la Universidad de Monterrey (UDEM), la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Universidad Iberoamericana (Ibero).

La metodología de evaluación se basa en el *Paquete de servicios esenciales para mujeres y niñas que sufren violencia* (ONU Mujeres, 2015), herramienta de evaluación emitida por la Organización de las Naciones Unidas Mujeres. Para su adaptación al contexto universitario, se utilizó el informe *Guidance note On campus violence prevention and response* (ONU Mujeres, 2018) de la misma organización.

## VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES, HOSTIGAMIENTO Y ACOSO SEXUAL EN LOS ESPACIOS UNIVERSITARIOS

En la Declaración sobre la Eliminación de la Violencia contra la Mujer de 1993, se define la violencia contra las mujeres (VCM) como: “todo acto de violencia basado en la pertenencia al sexo femenino que tenga o pueda tener como resultado un daño o sufrimiento físico, sexual o psicológico para la mujer (...) tanto si se producen en la vida pública como en la vida privada” (OACNUDH, 1993). Entendemos entonces que la VCM es un comportamiento históricamente gestado que se basa en cánones antiguos de comportamientos socialmente aceptados que reducen a la mujer como un sujeto inferior al hombre, poniendo obstáculos para que ambos puedan desarrollarse de manera plena y justa. La importancia de garantizar el acceso a la educación a las mujeres es, como menciona la ONU Mujeres (s.f), para que tengan posibilidades de

desarrollarse plenamente, ya que con educación no sólo contarán con la posibilidad de acceder a trabajos mejor remunerados, sino que también se abre la posibilidad de alejarse de un ambiente de violencia (Rodríguez-Burgos et al., 2020).

El acoso y hostigamiento sexual es definido por MacKinnon (1989) como la afirmación de un lugar dentro de una jerarquía. Shultz (2018), en lo que denomina como una nueva teoría del acoso sexual, incluye dentro del concepto comportamiento expresamente sexual, actitudes no sexuales, pero hostiles, de agresión física, tratamiento condescendiente, ridiculización personal, la exclusión, marginalización, negación de información y el saboteo laboral por razón del sexo o género de la persona. De acuerdo con lo escrito por Echeverría, Paredes y Evila (2018), es importante notar con esto la normalización del HAS en entornos universitarios y que la falta de información sobre los procesos de denuncia y su efectividad juega un papel muy importante en la decisión de denunciar de la víctima.

## METODOLOGÍA

ONU Mujeres (2015a) recomienda que para abordar este problema deben existir ciertos pasos mínimos. En el documento expone diez puntos esenciales para dar servicios jurídicos de calidad y así combatir la violencia, por lo que fue tomado como documento base para contrastar y calificar los protocolos de las universidades con adecuaciones basadas en la *Guidance note: On campus violence prevention and response* (ONU Mujeres, 2018).

Para la elaboración del presente estudio se contrastan los protocolos más recientes de atención al HAS de cinco universidades mexicanas, dos públicas y tres privadas: ITESM, UDEM, UANL, UNAM e Ibero. Los protocolos se obtuvieron de las páginas oficiales de estas instituciones, siendo éstos el *Protocolo de actuación para la prevención y atención de violencia de género* del ITESM, de noviembre de 2020 (ITESM, 2020; s.f); el *Protocolo para la prevención y atención de los casos de violencia, hostigamiento, acoso, abuso y discriminación* de la UDEM, de septiembre de 2020 (Universidad de Monterrey, 2020); el *Protocolo de atención para casos de acoso u hostigamiento sexual* de la UANL, de 2019 (UANL, 2019; 2020), el

*Protocolo para la atención de casos de violencia de género en la UNAM*, de marzo de 2019 (UNAM, 2019; s.f.), y el *Protocolo para la prevención y atención de la violencia de género en la Ibero*, de marzo de 2019 (Universidad Iberoamericana, 2020a; 2020b).

La evaluación se realizó de la siguiente manera: se considera con un puntaje de 3 si los requisitos propuestos están completos o son eficientes; con un puntaje de 2 si los requisitos propuestos para esta categoría se encuentran y funcionan en su mayoría; con un puntaje de 1 si los requisitos propuestos para esta categoría no se encuentran completamente en el documento o existe evidencia de que son deficientes, mientras que un 0 indica que la información sobre los requisitos de categoría no existen o no están disponibles al público para su análisis.

## RESULTADOS

El ITESM tiene una comunicación deficiente con las denunciantes y las estudiantes organizadas, lo que provoca que sus acciones y procesos no sean lo suficientemente sensibles a las necesidades de las denunciantes, como la falta de información de contacto accesible para denuncias

En la tabla I se presentan las evaluaciones y cumplimiento de los protocolos universitarios por las cinco universidades analizadas.

Tabla I. Nivel de cumplimiento de los protocolos universitarios.

VARIABLES	UNIVERSIDADES				
	ITESM	UDEM	UANL	UNAM	Ibero
Prevención	1	2	1	2	2
Contacto	1	1	1	2	2
Investigación	2	2	2	2	2
Proceso prejudicial	2	2	1	2	2
Procesos judiciales	2	2	2	2	1
Rendición de cuentas	1	2	1	1	2
Seguridad y protección	2	1	2	1	2
Apoyo y asistencia	2	2	2	2	2
Comunicación	2	1	1	2	2
Coordinación intrauniversitaria	1	2	2	1	1
<b>TOTAL (MÁXIMO 30 PUNTOS)</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>18</b>

Fuente: elaboración propia.

y preguntas, así como la falta de especificaciones sobre reparaciones para la víctima. A pesar de que contempla un Plan de Igualdad de Género, éste no fue encontrado para consulta en sus portales oficiales.

Con respecto a la UANL, se menciona la incorporación de la perspectiva de género a nivel institucional, sin embargo, no se encontró suficiente evidencia de esto. Las posibles sanciones van desde la admonestación verbal o por escrito a la expulsión, pero la Universidad no ha presentado ningún reporte de resultados que lo demuestre. Además, contempla apoyo psicológico hasta la finalización del procedimiento de investigación y la resolución.

Por su parte, la UDEM considera plazos de acción, procesos de supervisión a las recomendaciones, pero no reparaciones y el archivamiento de casos conocidos si la persona agredida decide no iniciar el procedimiento.

Por otro lado, se observó que la Ibero cumple casi en su totalidad con los parámetros establecidos. Además se encontró que requiere que el dictamen final incluya medidas con enfoque restaurativo y considera casos no previstos.

Finalmente, la UNAM, en el portal web del CIG, demuestra iniciativas educativas de diversos tipos. El protocolo mantiene la confidencialidad y la debida diligencia como principios rectores y un proceso de denuncia por diversos medios. No se mencionan las posibles sanciones, solamente se menciona la reparación y seguimiento cuando se habla del procedimiento alternativo.

## CONCLUSIONES

El resultado de esta investigación encontró muchas áreas de oportunidad en los protocolos de HAS y VCM en las universidades estudiadas, así como en su aplicación, específicamente en el área de rendición de cuentas y asistencia prejudicial a las personas denunciantes. La Ibero es la que más alto puntaje obtuvo, presentando, además, grandes avances en cuanto al cumplimiento de los puntos por la ONU Mujeres, aunque presenta áreas de oportunidad para llegar al completo cumplimiento (nivel 3).

La UNAM resultó ser un ejemplo en cuanto a transparencia por parte de los organismos encargados de llevar los procesos de denuncia del protocolo. Lo que podría mejorarse es sin duda la rendición de cuentas por parte de los agresores, ya que limitarse a levantar un acta administrativa no sólo deja en riesgo a la víctima, si no que pone en riesgo a las demás personas.

Las áreas de oportunidad detectadas dentro del protocolo de la UANL fueron las de prevención y la necesidad de brindar más apoyo a Uniigénero, ya que ésta es crucial durante todo el proceso de atención y prevención en casos de HAS. Además, en la actualidad no hay transparencia ni un sistema de rendición de cuentas por parte de los organismos encargados de aplicar el protocolo, lo cual es una herramienta que permite medir la efectividad del protocolo.

En el caso de la UDEM, es necesario volver a evaluarla en tanto el CEGI presente su primer reporte de actividades, dado que el protocolo y el organismo son de reciente creación, es difícil evaluar cabalmente el correcto funcionamiento del protocolo. Las áreas de oportunidad que encontramos se podrían resolver una vez el

CEGI presente la forma en la que ha estado trabajando y sus resultados.

Es importante que las universidades establezcan mecanismos propios de evaluación y que se apeguen a las recomendaciones y guías técnicas emitidas por los organismos internacionales. Con lo anterior, y considerando que tres de los cinco protocolos estudiados son de reciente actualización, se considera que es necesario volver a conducir la investigación, igual o con modificaciones, una vez que hayan tenido un periodo considerable de actuación.

Asimismo, es importante que cumplan con recomendaciones internacionales con sus respectivas legislaciones y protocolos de acoso, ya que es una de las herramientas con las que cuentan para erradicar el HAS y la VCM en sus aulas e instalaciones, ayudando así al desarrollo pleno de las mujeres estudiantes, investigadoras, docentes y trabajadoras en sus instituciones.

## REFERENCIAS

- Albor-Chadid, L., Filut, D., Valero-Díaz, B., *et al.* (2019). Propuesta de modelo de innovación pedagógica para disminuir la deserción escolar en Colombia desde la experiencia de Israel. *Revista de Estudios de Literatura, Cultura e Alteridade–Igarapé*. 12(4):120-145.
- Alianza Grito Violeta [@alianza.gritovioleta]. (2020). *La confianza en las instituciones, en este caso el @ tecdemonterrey y las Oficinas de Género, se gana con acciones, no con promesas vacías #tecgritavioleta*. [Instagram post]. 9 de diciembre. Disponible en: <https://www.instagram.com/p/CHZiqbjp0Ds/>
- Cortazar R., F.J. (2019). Acoso y hostigamiento de género en la Universidad de Guadalajara. Habla el estudiantado. *La ventana. Revista de estudios de género*. 6(50):175-204. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-94362019000200175&lng=es&t\\_lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-94362019000200175&lng=es&t_lng=es)
- Echeverría E., R.; Paredes G., L.; Evia A., N., *et al.* (2018). Caracterización del hostigamiento y acoso sexual, denuncia y atención recibida por estudiantes universitarios mexicanos. *Revista de Psicología*. 27(2):1-

12. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26459604005>
- Facultad de Psicología, UANL. (s.f.). *Unidad de Servicios Psicológicos*. Facultad de Psicología UANL. Disponible en: <http://psicologia.uanl.mx/servicios/usp/>
- Frente Feminista, UDEM. (2020). *Después de un verano de silencio por la UDEM, hay muchas actualizaciones...* [Facebook post]. 14 de septiembre. Disponible en: [shorturl.at/kHLR3](https://shorturl.at/kHLR3)
- Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey. (2020). *Protocolo de actuación para la prevención y atención de violencia de género*. México: ITESM. Disponible en <https://tec.mx/sites/default/files/2020-11/Protocolo-Violencia-Genero-09112020.pdf>
- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. (s.f.). *Oficina de Género y Comunidad Segura*. ITESM. Disponible en: <https://tec.mx/es/dignidad-humana/genero-y-comunidad-segura>
- MacKinnon, C. (1989). *Toward a Feminist Theory of the State*. Harvard University Press, Cambridge.
- Méjico. Ley Federal. (2006). *Ley General de Igualdad entre Mujeres y Hombres*. Diario Oficial de la Federación. Disponible en [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGIMH\\_140618.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGIMH_140618.pdf)
- Méjico. Ley Federal. (2020). *Ley General de Acceso de las Mujeres a una Vida Libre de Violencia*. Diario Oficial de la Federación. Disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAMVLV\\_130420.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAMVLV_130420.pdf)
- Miranda-Medina, C., Ruiz-Gómez, G., Rodríguez-Burgos, K., et al. (2020). *School mediation a tool against school violence*. En K. Rodríguez-Burgos (coord.), *School violence radiography*. Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar. Pp. 119-140.
- Morcote, O., Rodríguez-Burgos, K., y Enamorado-Estrada, J. (2018). *Percepción de estudiantes de secundaria acerca de la violencia escolar en Tunja, Boyacá, Colombia a partir de la Ley 1620 de convivencia escolar*. Ph.D. thesis, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. (1979). *Convención sobre la eliminación de todas las formas de discriminación contra la mujer*. Estados Unidos: ACNUDH. Disponible en: <https://www.ohchr.org/SP/ProfessionalInterest/Pages/CEDAW.aspx>
- Oficina del Alto Comisionado de Naciones Unidas para los Derechos Humanos. (1993). *Declaración sobre la eliminación de la violencia contra la mujer*. Suiza: Oficina del Alto Comisionado. Disponible en: <https://www.ohchr.org/sp/professionalinterest/pages/violenceagainstwomen.aspx>
- ONU Mujeres. (2018). *Guidance note on campus violence prevention and response*. Estados Unidos: ONU Mujeres. Disponible en <https://www.unwomen.org/en/digital-library/publications/2019/02/guidance-note-on-campus-violence-prevention-and-response#:~:text=Universities%20should%20adopt%20an%20intersectional,students%20risk%20of%20such%20violence>
- ONU Mujeres. (s.f.). *Educación y capacitación de la mujer*. ONU Mujeres-Beijing +20. Disponible en: <https://beijing20.unwomen.org/es/in-focus/education-and-training>
- ONU Mujeres, Fondo de Población de las Naciones Unidas, Organización Mundial de la Salud, et al. (2015a). *Paquete de servicios esenciales para mujeres y niñas que sufren violencia. Módulo 3: Servicios esenciales en la esfera policial y judicial*. Estados Unidos: ONU Mujeres. Disponible en: <https://www.unwomen.org/es/digital-library/publications/2015/12/essential-services-package-for-women-and-girls-subject-to-violence>
- ONU Mujeres, Fondo de Población de las Naciones Unidas, Organización Mundial de la Salud, et al. (2015b). *Paquete de servicios esenciales para mujeres y niñas que sufren violencia. Módulo 6: Guía de implementación*. Estados Unidos: ONU Mujeres. Disponible en <https://www.unwomen.org/es/digital-library/publications/2015/12/essential-services-package-for-women-and-girls-subject-to-violence>
- Prensa UANL. (2019). *UANL concientiza a sindicato de trabajadores sobre acoso y hostigamiento*. UANL. Disponible en: <https://www.uanl.mx/noticias/uanl-concientiza-a-sindicato-de-trabajadores-sobre-acoso-y-hostigamiento/>
- Quintero S., S. (2018). El acoso y hostigamiento sexual escolar, necesidad de su regulación en las universidades. *La ventana. Revista de Estudios de Género*. VI(51):245-271. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88462046017>
- Rodríguez-Burgos, K. (2020). *School violence radiography*. Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar.
- Rodríguez-Burgos, K.; Morcote, O., y Martínez Cárdenas, A.A. (2019). Percepción de la efectividad de la política pública de convivencia escolar en Boyacá, Colombia. *Revista Espacios*. 40(6):13.
- Schultz, V. (2018). Reconceptualizar el acoso sexual, de nuevo. En: A. Micaela Alterio, A. Martínez Verastegui. *Feminismos y derecho: un diálogo interdisciplinario en torno a los debates contemporáneos*. Ciudad de México: Suprema Corte de Justicia de la Nación. Pp. 1-74. Disponible en: [https://www.sitios.scjn.gob.mx/cec/sites/default/files/publication/documents/2020-01/Libro%20FEM%20INISMOS%20DIGITAL%20\\_0.pdf](https://www.sitios.scjn.gob.mx/cec/sites/default/files/publication/documents/2020-01/Libro%20FEM%20INISMOS%20DIGITAL%20_0.pdf)
- Uniigénero. (s.f.). *Acerca de*. Uniigénero: Unidad para la Igualdad de Género. Disponible en: <http://uniigenero.iinso.uanl.mx/acercade.html>
- Uniigénero (s.f.). *Uniigénero*. Disponible en: <http://uniigenero.iinso.uanl.mx/index.html>
- Universidad Autónoma de Nuevo León. (2019). *Protocolo de atención universidad autónoma de nuevo león para casos de acoso u hostigamiento sexual*. Méjico: UANL. Disponible en: [https://www.uanl.mx/wp-content/uploads/2019/04/34184\\_Protocolo-de-Atencion-para-casos-de-acoso-y-hostigamiento-sexual-aprobado-por-la-Comisión%20ACn-Legislativa-y-aprobado-HC-13-mzo-19.pdf](https://www.uanl.mx/wp-content/uploads/2019/04/34184_Protocolo-de-Atencion-para-casos-de-acoso-y-hostigamiento-sexual-aprobado-por-la-Comisión%20ACn-Legislativa-y-aprobado-HC-13-mzo-19.pdf)
- Universidad Autónoma de Nuevo León. (2020). *Informe de actividades desarrolladas en la UANL correspondiente al año 2020*. Nuevo León: UANL. Disponible en: <https://www.uanl.mx/wp-content/uploads/2018/07/informe-uanl-2020.pdf>
- Universidad de Monterrey. (2020). *Protocolo para la prevención y atención de los casos de violencia de género*. México: UDEM. Disponible en <https://www.udem.edu.mx/sites/default/files/2020-09/Protocolo-para-la-prevencion-y-atencion-de-los-casos-de-violencia-de-genero.pdf>
- Universidad Iberoamericana. (2020a). *Protocolo para la prevención y atención de la violencia de género en la Universidad Iberoamericana*. México: Ibero. Disponible en <https://ibero.mx/protocolo-de-genero.pdf>
- Universidad Iberoamericana. (2020b). Comité de Género. [Consultado el X de 2020] Disponible en: <https://genero.ibero.mx>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2019). *Protocolo para la atención de casos de violencia de género en la UNAM*. México: UNAM. Disponible en: <https://igualdaddegenero.unam.mx/wp-content/uploads/2019/03/Protocolo-2019.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (s.f.). *Coordinación para la Igualdad de Género*. UNAM. Disponible en: <https://coordinaciongenero.unam.mx>

# ESTUDIO DE LOS DISPOSITIVOS CON TECNOLOGÍA DE INDUSTRIA 4.0 USADOS EN EL COMBATE AL SARS-COV-2

**DANIELA JUANITA LÓPEZ-AR  
NOHEMI ALVAREZ-JARQUÍN\***

La cuarta revolución industrial, mejor conocida como Industria 4.0 (I4.0), consiste en un conjunto de tecnologías que, trabajando en conjunto, logran el desempeño superior de un producto, optimizar la producción o la cadena de suministro, disminuir costos, predecir necesidades de mantenimiento de manera remota, etcétera. La principal característica de la I4.0 es la creación de industrias inteligentes, capaces de lograr que la fabricación sea más eficiente y menos propensa a fallos; sin embargo, debido al gran potencial de aplicación, este conjunto de tecnologías ha sido utilizado en diversos ámbitos, como la domótica, *smart-education* o *smart-cities*. A pesar de que la I4.0 ya se utilizaba en el tema de la salud, la crisis sanitaria mundial ocasionada por el virus SARS-CoV-2, más conocido como COVID-19, contribuyó a que se crea-  
ra un conjunto de aplicaciones dirigidas al combate a la pandemia, o bien, que las tecnologías existentes fueran llevadas al entorno sanitario, con un gran potencial de a futuro para el tratamiento de enfermedades.

Si bien no hay una formal de cuáles son las tecnologías usadas en la I4.0, en general se consideran nueve que han revolucionado la producción industrial (García et al., 2015; Alcácer y Cruz, 2019): robótica, ambiente de fabricación, sistemas de integración horizontal y vertical, el interconectado de cosas, ciberseguridad, computación en la nube, manufactura aditiva, la velocidad aumentada y *Big Data*, el manejo del tiempo, y dependientes de industria, también se considera la inteligencia artificial, las tecnologías ciberfísicos y –en el caso de años– la red 5G, por mencionar las más relevantes, o bien, agrupadas por tipo de tecnología, permitiendo incorporar tecnologías, por ejemplo, García et al. (2018) proponen 15 tecnologías transformadoras.

de tecnologías que, trabajando en conjunto, logran el desempeño superior de un producto, optimizar la producción o la cadena de suministro, disminuir costos, predecir necesidades de mantenimiento de manera remota, etcétera. La principal característica de la I4.0 es la creación de industrias inteligentes, capaces de lograr que la fabricación sea más eficiente y menos propensa a fallos; sin embargo, debido al gran potencial de aplicación, este conjunto de tecnologías ha sido utilizado en diversos ámbitos, como la domótica, *smart-education* o *smart-cities*. A pesar de que la I4.0 ya se utilizaba en el tema de la salud, la crisis sanitaria mundial ocasionada por el virus SARS-CoV-2, más conocido como COVID-19, contribuyó a que se crea-  
ra un conjunto de aplicaciones dirigidas al combate a la pandemia, o bien, que las tecnologías existentes fueran llevadas al entorno sanitario, Si bien no hay una formal de cuáles son las tecnologías usadas en la I4.0, en general se consideran nueve que han revolucionado la producción industrial (García et al., 2015; Alcácer y Cruz, 2019): robótica, ambiente de fabricación, sistemas de integración horizontal y vertical, el intercambio de datos, ciberseguridad, conectividad a la nube, manufactura aditiva, la industria aumentada y *Big Data*, dependencia del tiempo, y dependencia de industria, también se considera la inteligencia artificial y las ciberfísicos y –en el futuro– la red 5G, por mencionar las más relevantes, o bien, agrupadas por tipo de tecnologías, por ejemplo, García et al. (2018) proponen 17 tecnologías, cada una con 15 tecnologías.

de las  
o en  
reali-  
largo  
l tipo  
nclui-  
sisté-  
o par  
onar  
sido  
ción,  
más  
arelo  
teres,  
abili-

# TECNOLOGÍA DISRUPTIVA Y SUS APLICACIONES

Se realizó una revisión sobre se han usado estas tecnologías hacer frente a los retos surgidos hacer frente a la pandemia de VID-19 y sobre las propuestas tentes para usos futuros. Se arrojaron portales de noticias de diferentes países, la información encontrada se clasificó en el tipo de tecnología, el uso que se le está dando. Fueron revisados 57 artículos que incluyeron el uso de alguna tecnología destinada para paliar los efectos negativos de la pandemia, de éstos se desvirtuaron 18 debido a que la aplicación no estaba directamente relacionada, por ejemplo, el uso de IA para el desarrollo de nuevos fármacos existía y sólo incrementó su uso (debido al confinamiento), el comercio electrónico, o bien que la noticia de distintas fuentes se refería a la misma aplicación.

Se encontró que la tecnología más usada es la robótica, en algunos casos asistida por inteligencia artificial (IA), la mayoría de las aplicaciones tiene por objetivo minimizar el contacto con (posibles) portadores del virus, aunque también fueron usados para automatizar el envío de muestras con la técnica de reacción en cadena de polimerasa (PCR). Los tipos de robots más utilizados son humanoides y los vehículos aéreos y terrestres no tripulados. La segunda tecnología más empleada es inteligencia artificial, los mayores usos que se le dan se encuentran en la contención de brotes, diagnóstico

1 tico y pronóstico automatizado mediante tomografías computarizadas de tórax, una revisión bibliográfica de este tipo de aplicación puede encontrarse en Chassagnon *et al.* (2020) y Wynants *et al.* (2020).

Por ejemplo, mediante una aplicación se rastrean personas con que un paciente pudo tener contacto en los diez días previos a la aparición de síntomas, también se ha monitoreo en tiempo real de la pandemia y se ejecutan simulaciones para predecir dónde puede surgir un nuevo brote. En tercer lugar se encuentra la minería de datos, que ha sido usada para dar seguimiento a la evolución de la pandemia usando bases de datos de acceso abierto para identificar los síntomas reportados por personas en redes sociales y con ello saber si había alguno que pudiera ayudar en la detección temprana; y para conocer las recomendaciones hechas en redes sociales por profesionales de la salud. Por último, se ha usado la red 5G –que es una tecnología habilitadora del Internet de las cosas (IoT)– para transmisión de datos en puestos de trabajo.

logía de muestras, *Big Data* para rastreo y seguimiento de contactos de paciente positivo, y se ha equipado a personal de seguridad con sensores en lentes y cascos para medir temperatura de forma remota y hacer controles biométricos en call centers, aeropuertos y fronteras.

La figura 1 muestra un grafo con los resultados obtenidos, el tamaño de los nodos es proporcional a la cantidad de aplicaciones de determinada tecnología, mientras que el grosor de los vértices es proporcional a las veces que fue citada una aplicación. Así, por ejemplo, para

robótica los mayores usos encontrados fueron en la desinfección de superficies y en el reparto de comida, medicamentos, etcétera, para pacientes hospitalizados. En algunos casos, los robots son capaces de identificar a cada paciente mediante un escaneo facial, logrando un seguimiento y control automático de cada caso. En la figura 2 podemos observar que China, Corea del Sur y Estados Unidos son los países en los que más se han usado las tecnologías identificadas, los tres países se han apoyado en la robótica y en la IA para enfrentar a la pandemia.

En nuestro país, la Universidad Veracruzana (Medel-Ramírez y Medel-López, 2020) utiliza los datos oficiales –puestos a disposición pública a través del Laboratorio Nacional de Geointeligencia– para identificar el estado de un paciente positivo (re recuperado, activo o defunción), aplicando minería de datos y métodos de aprendizaje automático para estimar escenarios de atención médica. La empresa mexicana “Gestión de Servicios Digitales”, dedicada al diseño de robots programados con inteligencia artificial, ha modificado su tecnología para atender algunas necesidades que emergieron con la pandemia, por ejemplo, la atención remota de pacientes, servir de guía y dar información (Corona-Chávez, 2020). En el Tecnológico de Monterrey (Ortega, 2020) se están utilizando algoritmos de IA, aprendizaje profundo y automático, como método de diagnóstico al evaluar radiografías de tórax y determinar las características que separan los casos positivos de los negativos.

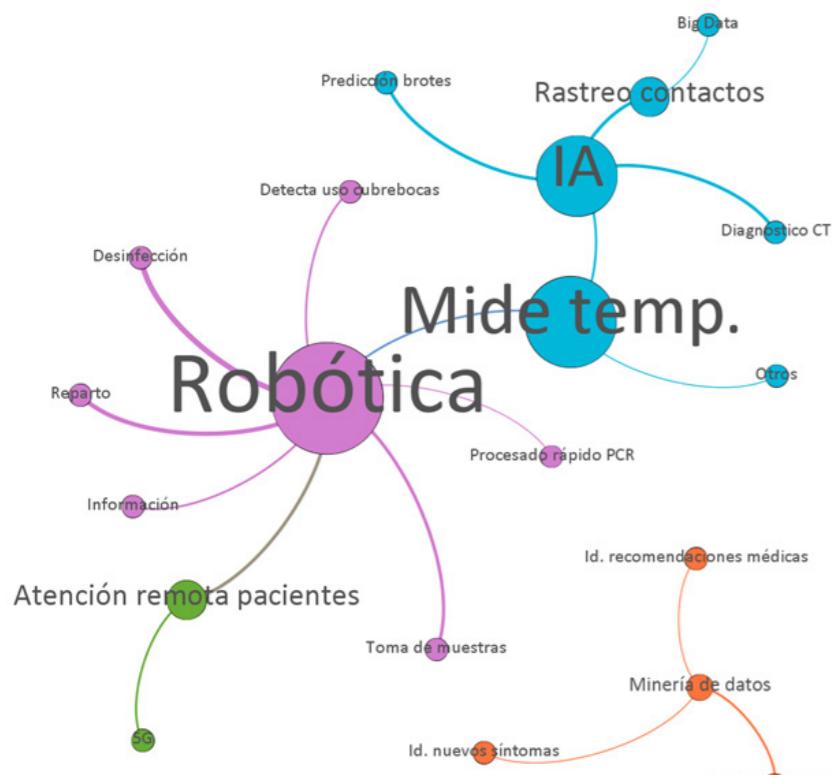


Figura 1. Tecnologías y sus aplicaciones.

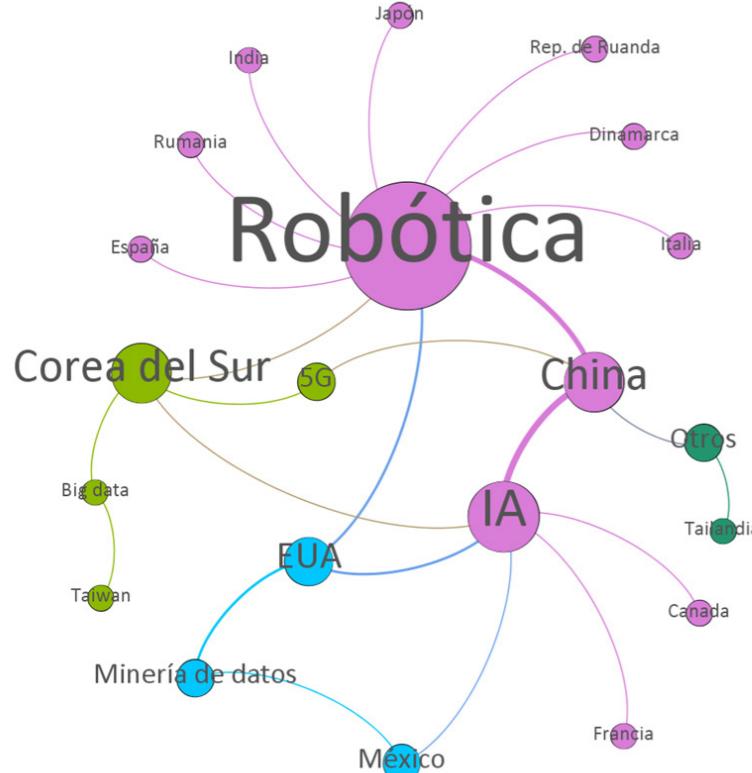


Figura 2. Países y tecnologías.

## CONCLUSIONES

Fue encontrado que los países que han implementado más acciones tecnológicas han sido China, seguido por Corea del Sur, sin embargo, mientras que China se ha enfocado en el uso de robots asistidos por IA, Corea del Sur ha apostado por el uso de *Big Data* para rastrear contagios mediante redes 5G. El mayor uso se ha dado con los robots para disminuir el contacto entre personas, éstos emplean varias tecnologías, como IoT para la transmisión inalámbrica de datos e IA para reconocimiento facial de pacientes. También fue posible observar que existe una gran cantidad de investigación en torno al uso de IA para diagnóstico y pronóstico usando imágenes de tomografías computarizadas, aunque aún no se ha expandido su aplicación en el entorno hospitalario.

En algunos casos el uso de ciertas tecnologías para rastreo de contactos pone en riesgo la privacidad personal. En este artículo nos enfocamos en tecnologías cuyo uso se orientó directamente en la atención a la COVID-19, sin embargo, en nuestra búsqueda y revisión de noticias también encontramos muchas aplicaciones indirectas, por ejemplo, el aumento de la cantidad de dinero que se puede pagar por celular en la Unión Europea para evitar transacciones en efectivo, uso de robots autónomos en almacenes, el incremento del comercio electrónico, entre muchas otras.

## REFERENCIAS

- Alcácer, V., y Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. 22(3): 899-919.
- Chassagnon, G., Vakalopoulou, M., Battistella, E., et al. (2020). AI-driven quantification, staging and outcome prediction of COVID-19 pneumonia. *Medical Image Analysis* 67:101860.
- Chiarello, F., Trivelli, L., Bonaccorsi, A., et al. (2018). Extracting and mapping Industry 4.0 technologies using Wikipedia. *Computers in Industry*. 100:244-257.
- Corona-Chávez, M. (2020). *Robots humanoides para combatir el COVID-19*. u-GOB Lab. Disponible en: <https://u-gob.com/robots-humanoides-para-combatir-el-covid-19/>
- Medel-Ramírez, C., y Medel-López, H. (2020). Data Mining for the Study of the Epidemic (SARS-CoV-2) COVID-19: Algorithm for the Identification of Patients (SARS-CoV-2) COVID 19 in Mexico. MPRA Paper 102039, University Library of Munich, Germany. Disponible en: <https://ideas.repec.org/p/pra/mprapa/102039.html>
- Ortega, H. (2020). *Buscan ingenieros Tec detectar COVID-19 con inteligencia artificial*. Tecnológico de Monterrey. Disponible en: <https://tec.mx/es/noticias/nacional/investigacion/buscan-ingenieros-tec-detectar-covid-19-con-inteligencia-artificial>
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., et al. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*. 9(1):54-89.
- Wang, C.J., Ng, C.Y., y Brook, R.H. (2020). Response to COVID-19 in Taiwan: big data analytics, new technology, and proactive testing. *Jama*. 323(14):1341-1342.
- Wynants, L., Van Calster, B., Collins, G.S., et al. (2020). Prediction models for diagnosis and prognosis of covid-19: systematic review and critical appraisal. *BMJ*. 369:1-24. Doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.m1328>

# Conservar alimentos más allá del plástico, el reto de desarrollar envases biodegradables.

## Entrevista con la doctora Herlinda Soto Valdez

MARÍA JOSEFA SANTOS CORRAL\*



**L**a doctora Herlinda Soto Valdez es investigadora titular del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). Estudió la licenciatura en Ciencias Químico-Biológicas, con especialidad en Tecnología de Alimentos, en la Universidad de Sonora, y tiene un doctorado en Ciencias de los Alimentos por la Universidad de Leeds en el Reino Unido. Su línea de investigación ha estado vinculada con el desarrollo tecnológico de envases, incluyendo las interacciones entre éstos y los alimentos.

La doctora Soto desarrolló una película plástica para eliminar etileno, lo que en 2000 la llevó a obtener el Premio Nacional de Tecnología de Alimentos. En 2010 volvió a ganar el mismo premio, con un proyecto relacionado con la migración de tocoferol de películas de ácido poliláctico a aceite de soya y su efecto en la estabilidad oxidativa. Actualmente la doctora Soto trabaja en tres temas: envases activos con actividad antimicrobiana, contaminación de alimentos por componentes de sus envases y aprovechamiento de residuos agroindustriales para desarrollar artículos de un solo uso.

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



### ¿Cómo descubre la doctora Soto su vocación de investigadora?

Nací y viví los primeros años de mi vida en un rancho donde estaban también mis abuelos, padres y otras pocas personas. Mi papá siempre nos enseñó a asegurarnos, a demostrar cualquier cosa que encontráramos o viéramos. Teníamos que hallar la causa de cualquier suceso que se presentara. Me quedé con esa costumbre, comprobar antes de señalar algo o de asustarme con algo.

En aquel entonces para mí era un sueño cursar una carrera universitaria, pero se podía soñar. Sólo había que pensar la ruta, cómo hacer la primaria, la secundaria, la preparatoria y luego llegar a la universidad que para mí estaba lejísimos. Por el tema de la educación salimos de ese rancho y nos fuimos a Cananea, donde pude cursar hasta la preparatoria, lo que me abrió las puertas del mundo. Para ingresar a la universidad tuve que convencer a mi papá, un hombre muy tradicional, para que me permitiera mudarme a Hermosillo, que era la ciudad donde se localizaba la Universidad de Sonora. Estando allí se presentaron nuevas oportunidades. Finalmente, la respuesta a tu pregunta es que cuando vives en un rancho y tienes pocas cosas que hacer te fijas en todo, el mosquito, el chapulín quieras abrirlo, aprendes a desmenuzar las cosas para poder comprenderlas y cambiarlas si es necesario.

En la construcción de mi vocación por la Química puedo sumar también la influencia de mi mamá. Ella era la única que sabía inyectar en todas las rancherías cercanas a la nuestra, tenía un montón de frasquitos de colores de lo que sobraba de las ampollitas, a mí me encantaba ver esos frasquitos que también eran mis juguetes. Fueron quizás esas experiencias de niña las que encaminaron mi vocación por la investigación y específicamente por la Química.



### ¿Qué ventajas y qué desventajas ha tenido ser mujer en su trayectoria de investigación y vinculación?

Para mi caso no encuentro haber tenido ventajas o desventajas por ser mujer. Primero, porque estudié Química que, en los ochenta, se consideraba una carrera de mujeres, si hubiera estudiado alguna otra carrera, como ingeniería, posiblemente hubiera tenido otros problemas. Además, mi especialidad fue en alimentos, que era un tema legitimado para las mujeres. El doctorado lo hice en la Universidad de Leeds, ubicada en el norte de Inglaterra, un país pionero en equidad de género, y ahí tampoco tuve problema. Así puedo decir que ser mujer nunca ha sido un obstáculo para mi carrera profesional. Cuando ingresé a trabajar al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), tampoco hubo diferencia, pues es una institución donde los hombres y las mujeres tenemos el mismo salario, las mismas responsabilidades y oportunidades. Además, el CIAD es un centro donde el personal académico femenino supera al masculino (58% mujeres). Por supuesto a veces hay problemas con ciertos colegas que tienen esos complejos muy arraigados, pero en general las oportunidades se han presentado. No puedo decir que sufrió discriminación o me retrasé por ser mujer, creo que no.



### ¿Qué habilidades se necesitan para formar e integrarse a redes internacionales de investigación?

Primero, debes contar con instalaciones para trabajar y hacer investigación al nivel que lo hacen en otros países. Segundo, la disponibilidad para viajar, cuando se planean reuniones en otros países debes estar dispuesta, antes no había Zoom. Tercero, debes contar con los medios para hacer estancias de investigación en otros países y recibir investigadores y estudiantes de otros lugares. No sólo se requieren habilidades para hacer investigación, también están relacionados los aspectos sociales.

Cuando recién regresé del doctorado, participé en dos proyectos del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (Cyted), lo que fue muy bueno porque tuve interacción con investigadores e investigadoras de países iberoamericanos. Hice estancias de investigación en Chile, en Cuba y en España, recibí gente de esos países y eso va enriqueciendo no solamente mi trabajo, sino el del equipo. Los y las estudiantes, por ejemplo, pudieron hacer estancias. Eso fue un buen inicio en los años noventa. También ayudaron los proyectos de Conacyt que te permitían comprar equipo para montar un laboratorio, aunque últimamente ya no hay dinero para eso, situación que representa un problema pues los equipos caducan rápidamente y si quieras estar a los niveles de los colegas internacionales, tienes que buscar la manera de conseguir financiamiento.

Participamos, con investigadores de España y Portugal, en los proyectos de Foncicyt del Conacyt. Este equipo fue muy productivo porque los españoles y los portugueses producen muchos artículos, y nosotros, por nuestra parte, también. Además, se establece el compromiso de que si alguien publica tiene que incluir a todos los participantes del proyecto que aportan al artículo. Entre más laboratorios participan en una investigación es mejor, porque éstos tienen diferentes facilidades e instalaciones que se van acomodando y complementando. Por el contrario, cuando sólo participa tu laboratorio estás restringida a tus equipos, y difícilmente puedes producir algo suficientemente bueno como para publicarlo en una revista internacional, que demanda que el trabajo sea novedoso y perfecto.

Por otro lado, no puedes estar publicando eternamente en el mismo tema porque caduca, siempre hay que estar evolucionando y adaptándose a las demandas que van surgiendo. Por ejemplo, el tema de materiales de envase biodegradables en el que todos queremos y tenemos que trabajar, es muy complicado, pero debemos dar una respuesta a la creciente demanda por esos materiales, no podemos ignorarlo porque es un problema serio en el planeta.

**No puedes estar publicando eternamente en el mismo tema porque caduca...**



### ¿Qué retos supone la creación de envases biodegradables y su posterior transferencia?

El reto de trabajar con envases biodegradables es monumental. Sobre todo después de usar plásticos no biodegradables con los que se había logrado conservar los alimentos por más tiempo y reducir las pérdidas, durante más de 50 años. Esto debido a que estos materiales no son degradados por los microorganismos, son inertes. Esta propiedad contribuyó a que se incrementara la demanda y los precios de los plásticos disminuyeran. Adicionalmente, se desarrollaron estructuras de varias capas de diferentes polímeros para complementar sus propiedades, algunos proporcionaban barrera al vapor de agua, otros al oxígeno y para mantenerlos unidos se utilizaban adhesivos, lo que hacía que no fuera posible despegarlos, e imposible su reciclaje. Los plásticos nos facilitaron la vida y ahora nos cuesta trabajo sacrificar esa comodidad.

Los materiales biodegradables no cumplen con los requerimientos de conservación que ofrecen los polímeros convencionales. Así, durante siete décadas, los plásticos no degradados se fueron acumulando en el medio ambiente, de tal manera que actualmente existen miles de millones de toneladas en diferentes lugares del planeta. Casi la mitad proviene de envases y embalajes. Éste es un serio problema que requiere de la colaboración de todos los sectores involucrados para atacarlo.

En el área de investigación y desarrollo es muy importante diseñar y desarrollar envases que cuando estén en contacto con el alimento lo protejan, pero una vez en la basura se degraden. Éste es el reto tecnológico, pero hay otro económico. Los pocos materiales biodegradables que existen son más caros que los convencionales, por lo que el precio de los alimentos que los utilizan se incrementa. Los consumidores tendrían que decidir si pagan esta diferencia en favor del medio ambiente o prefieren el alimento en envase convencional, más económico. En un país

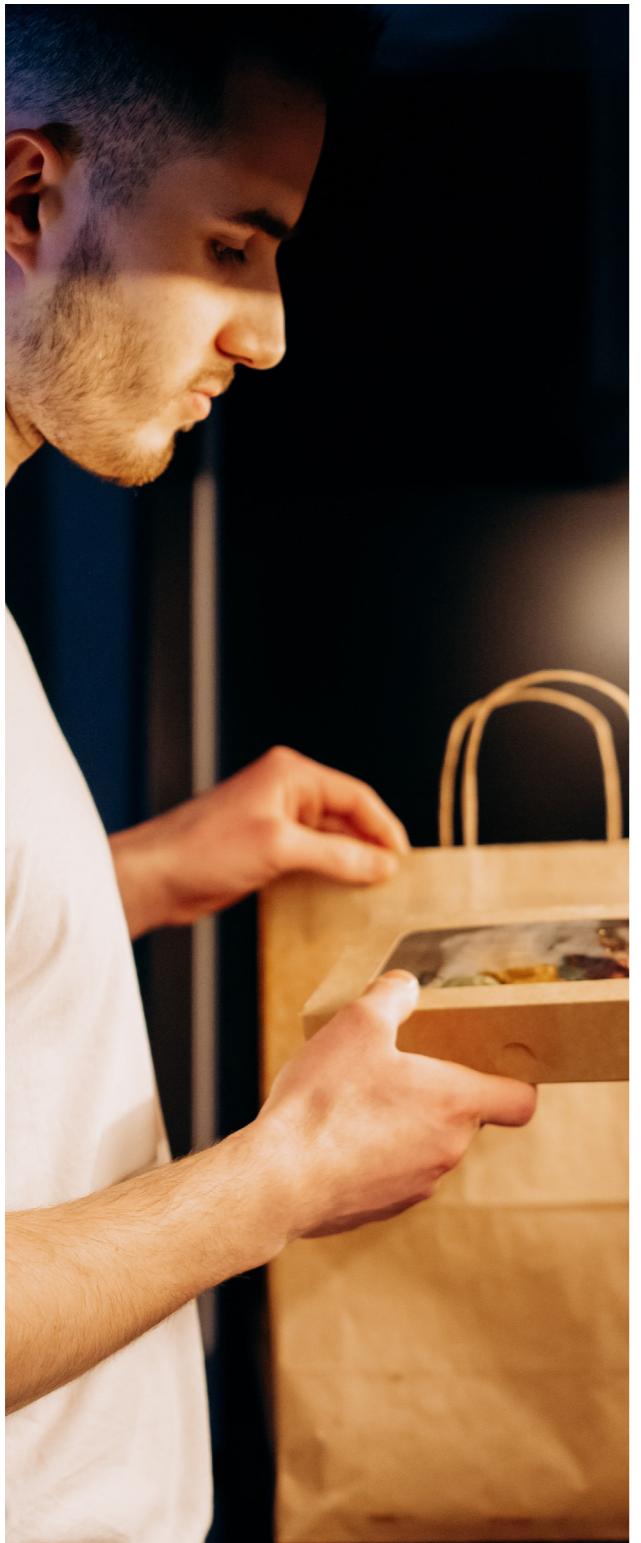
donde el poder adquisitivo de la mayoría de la población es bajo, se esperaría que la alternativa de alimentos envasados en materiales biodegradables no tuviera gran impacto, a menos que sea el único material utilizado.

Sin embargo, existen ciertos grupos de personas que dentro de su filosofía y sus hábitos está el cuidado del medio ambiente. Ellos se decidirían por la opción biodegradable. Esto se observa con mayor frecuencia en países desarrollados en los que los consumidores cuentan con mayor capacidad adquisitiva. También es una actitud de las nuevas generaciones de jóvenes que ven su futuro amenazado por la contaminación por plásticos. Sin embargo, aún forman parte de una baja proporción de la población. Existen otros retos técnicos en los envases de material biodegradable, éstos no siempre son transparentes, ni tienen la resistencia a ciertos factores. Pueden estar fabricados de materiales que provienen de la naturaleza como proteínas, almidones, celulosa y otros polisacáridos, o bien una combinación de ellos que no ofrecen la misma capacidad de proteger al producto.

No presentan la resistencia mecánica de las poliamidas, ni la estabilidad térmica del PET, ni la transparencia del polietileno de baja densidad, etcétera. Ya existen polímeros sintéticos que pueden degradarse en ciertas condiciones como el composteo, como el ácido poliláctico (PLA) y los polihidroxialcanoatos (PHAs) aún son más caros que los convencionales y su principal desventaja es que absorben humedad y eso cambia sus propiedades. Pero el agua provoca hidrólisis de la cadena polimérica, lo que contribuye a que los microorganismos puedan degradarlos. Existen miles de investigaciones que tratan de mejorar las propiedades de estos biopolímeros para que sustituyan exitosamente a los polímeros no biodegradables.

Una alternativa adicional son los aditivos oxodegradables que se agregan a los polímeros convencionales durante la fabricación de bolsas, botellas, tarros, popotes, etcétera. En teoría provocan la degradación de los polímeros, pero si bien ayudan a romper las cadenas, no existen evidencias de que llegan a descomponerse en bióxido de carbono y agua, que es lo que se necesita para hacer un material completamente biodegradable. El uso de estos aditivos no está aprobado en muchos países porque lo que hacen es disminuir el tamaño de las cadenas, quedando como contaminantes invisibles en los rellenos sanitarios.

**Los plásticos nos facilitaron la vida y ahora nos cuesta trabajo sacrificar esa comodidad.**



**¿Cuáles son los principales retos de la transferencia de conocimientos y tecnología en México?**

Las empresas y los investigadores somos dos sectores diferentes. La velocidad con la que trabaja la empresa es mucho mayor a la que tiene la investigación. Allí está la primera brecha. El empresario que llega con una solicitud o un problema requiere la solución urgente, si tienes suficiente experiencia en ese tema puedes dar una recomendación inmediata. Pero la mayoría de las veces, cuando la empresa consulta al Centro es que ya exploró otras soluciones que no funcionaron. Entonces, el personal de investigación del Centro propone un plan experimental que logre encontrar la solución lo que puede llevar unos meses, mínimo.

Cuando se trata de desarrollar materiales biodegradables, el proceso comienza con el diseño del material y su experimentación, que puede llevar meses o años. Una vez que se obtiene debe probar que tiene capacidad de proteger el alimento por un tiempo definido. Adicionalmente se debe comprobar que en realidad es biodegradable, esto puede llevar al menos un año. Actualmente muchos envases que dicen ser biodegradables realmente no lo son. No existe una norma oficial nacional que indique cuando se debe etiquetar el envase con la leyenda biodegradable. Todo este proceso puede tomar varios años. Este es uno de los retos para la vinculación, las distintas velocidades a las que trabajamos los dos sectores. Lo que se explica porque la empresa tiene sus líneas de producción ya establecidas. Mientras que, al investigador le lleva tiempo asimilar, experimentar, entender, a veces equivocarse y volver a repetirlo, hasta encontrar la solución.

Mientras no existan opciones de materiales efectivos y biodegradables, la industria de los alimentos seguirá usando materiales convencionales hasta que se vayan generando materiales que contribuyan a disminuir el uso de plásticos

no biodegradables, lo que llevará tiempo. El otro reto es el precio de los nuevos materiales. El implementar nuevas tecnologías en cualquier sector implica una inversión y precios altos al principio. Después con la demanda y con la masificación de la producción los precios van bajando, como sucedió con los plásticos convencionales que ahora son relativamente baratos y no impactan tanto en el precio final del alimento.



**¿Cómo ha ayudado a su carrera de investigación la obtención de dos premios tan importantes como el Nacional de Tecnología y Alimentos?**

El objetivo de los premios es reconocer el trabajo que has hecho. En este sentido los premios han sido un reconocimiento. Incluye un monto que no es mucho si lo quieres utilizar en un proyecto de investigación, pero para los participantes puede ser una motivación, sobre todo para los estudiantes. Los premios son una gran satisfacción porque tu trabajo compite con otros, que también son buenos, y cuando el comité escoge tu investigación como la mejor es como decirte vas bien, sigue trabajando por ahí. Para los estudiantes es un reconocimiento al arduo trabajo y desvelos que les cuesta la obtención de un grado, es muy motivante para ellos que también están buscando labrarse un futuro.



**¿Qué le ha dado el CIAD a la doctora Soto y usted que le ha dado a este centro?**

El CIAD ha sido mi único centro de trabajo. Me abrieron las puertas desde que buscaba un lugar para hacer mi tesis de licenciatura hace 36 años, cuando el Centro apenas comenzaba. Entonces se encontraba en una casa adaptada con dos o tres laboratorios y muy poca gente trabajando. Mi primera tesis fue sobre una enzima que causaba problemas a las manzanas producidas en Hermosillo. Cuando terminé la licenciatura me

**Actualmente muchos envases que dicen ser biodegradables realmente no lo son.**

inscribí en una maestría sobre polímeros y materiales de la Universidad de Sonora, entonces con pocos estudiantes, a la que me invitó un profesor japonés que me dio clases en la licenciatura. Al mismo tiempo, en el CIAD me ofrecieron un trabajo como técnica.

Al principio no quería dejar ninguna de las dos cosas, pero después me decanté por el CIAD que era un trabajo seguro, y aunque terminé todos los créditos de la maestría e hice una parte de la tesis, nunca me titulé. Esa maestría me abrió la puerta para que el director general, que tenía un plan de crecimiento, me cominara, igual que a otros jóvenes, a buscar un lugar donde hacer el doctorado, para después de ello regresar a hacer crecer el Centro y ampliar las líneas de investigación. Como tenía el antecedente en alimentos y polímeros me propuso que estudiara sobre envases. Busqué pues un lugar donde hacer un doctorado en el área y encontré que en Inglaterra podía hacer un doctorado directo, no necesitaba el título de la maestría.

Finalmente creo que he utilizado más los conocimientos de ésta. En 1996 terminé mi doctorado en la Universidad de Leeds y regresé al Centro, donde tuve que trabajar para conseguir fondos para equipar un laboratorio. Fue entonces cuando participé en los proyectos del Cyted que me abrieron puertas, no para equipar el laboratorio, pero sí para aprender a manejarlo en el sistema de investigación



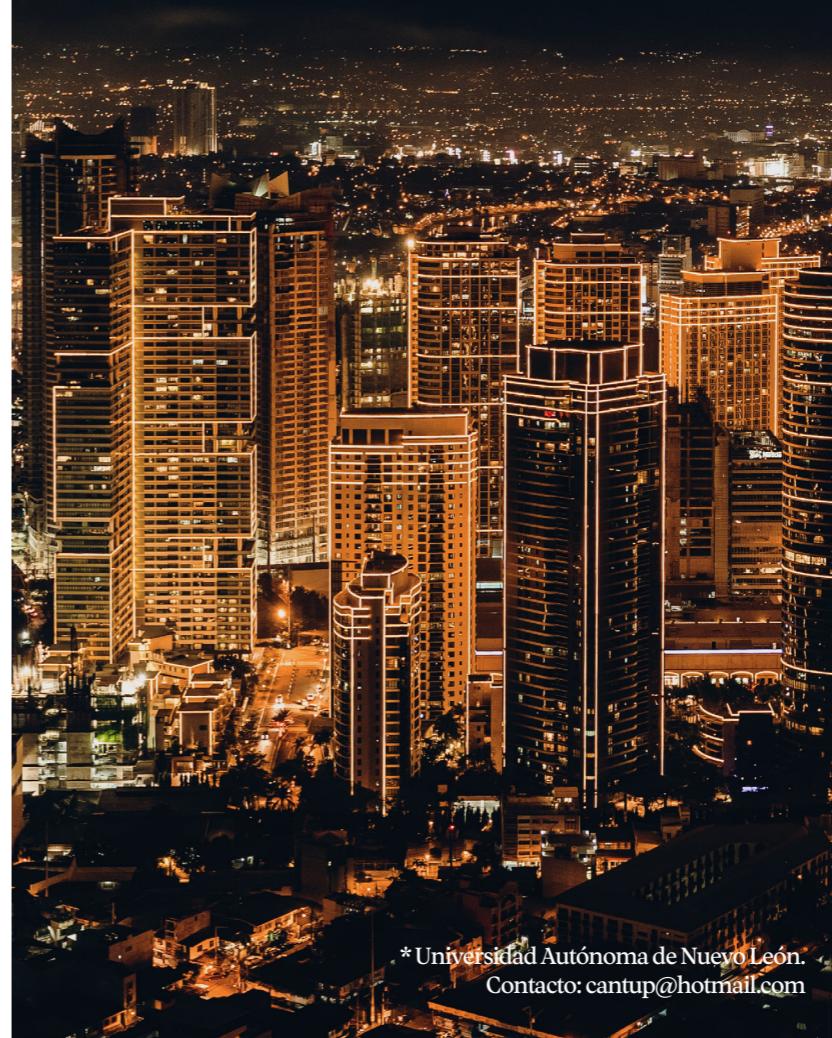
y ubicarme en las necesidades de México que no eran las mismas del lugar donde estudié el doctorado.

Desde hace 25 años soy investigadora. El CIAD ha financiado mis distintas estancias de investigación internacionales, en East Lansing, Michigan, La Habana, Cuba, y la última en Penang, Malasia, donde colaboro con una investigadora en un proyecto sobre migración de componentes de envases a alimentos. Sigo colaborando con la School of Packaging de Michigan State University donde soy profesora adjunta.

En cuanto a lo que le he dado al CIAD, pienso que he contribuido a la producción académica y a la formación de recursos humanos en licenciatura, maestría y doctorado. También he tenido puestos administrativos, de 2015 a 2019 me alejé de la investigación para ocupar el puesto de coordinadora de Programas Académicos, con el objetivo de subir a nivel internacional al menos un posgrado de los cuatro que tenemos. Durante mi coordinación logré que dos (maestría y doctorado en Ciencias), alcancaran este nivel en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) de Conacyt. En 2019 volví a mi puesto de investigadora, y aquí estoy, trabajando en proyectos sobre aprovechamiento de residuos agroindustriales para desarrollar artículos de un solo uso.

# Ciudades del conocimiento y su contribución a la sustentabilidad

PEDRO CÉSAR CANTÚ MARTÍNEZ\*



\*Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Contacto: cantup@hotmail.com

En nuestra sociedad, el conocimiento siempre ha sido un recurso sumamente valioso, pero particularmente a finales del siglo XX, y en estos primeros 20 años del siglo XXI, el conocimiento ha requerido de una gestión adecuada y estratégica, esencialmente por el protagonismo explícito que ha tenido en el progreso de la sociedad humana. En este sentido, el desarrollo económico que hoy se ostenta tiene como nodo central el conocimiento, y sus avances –como innovaciones– se han instaurado como la base para acceder a un bienestar social de carácter generalizado en el mundo (Cabrero, 2014).

En este marco de referencia, las naciones más desarrolladas han trascendido de un esquema de carácter industrial hacia otro sustentado en el conocimiento, con lo cual han edificado metrópolis bastante prósperas y extremadamente atractivas en materia de inversión económica. Sin embargo, en un escenario opuesto, en los países en desarrollo esto no ha sucedido ya que se encuentran aún en una fase que impulsa preponderantemente el contexto industrial (Hernández, 2017). No obstante, el conocimiento es contemplado:

como un activo fundamental, el mundo empresarial se dio cuenta muy pronto de que éste necesitaba ser gestionado de una forma eficiente. A lo largo de los últimos años, la gestión estratégica del conocimiento viene encontrando aplicación en otros campos, como pueden ser los de la educación, la planificación territorial o la gobernanza (Romeiro y Méndez, 2008:2).

## ¿QUÉ ES LA ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO?

Hace algunos años se contaba con el precepto de que sólo las naciones que lograban un fortalecimiento social, económico y ambiental eran aquéllas que desarrollaban exclusivamente sus sectores productivos mediante la incorporación de infraestructura y tecnología, las cuales aportaban grandes dividendos a la productividad. Sin embargo, esta noción ha cambiado posterior a la identificación que tiene el conocimiento como bien capital para acrecentar la competitividad laboral y productiva de los países, al igual que contribuye a la sustentabilidad.

Cuando se hace referencia a la economía del conocimiento –*knowledge economy*–, debemos entender que se refiere a la manera en que el sector productivo y social hace uso de la información y del conocimiento para crear valor –en los servicios y productos– que se incorpora a la sociedad con el objetivo de mejorar la calidad de vida y el bienestar de las personas. De hecho, los ámbitos en los que la economía del conocimiento se hace patente son muy diversos, entre éstos pueden estar: educación, investigación, informática, comunicaciones, robótica, biomedicina, biotecnología, nanotecnología, entre otras (Brinkley, 2006).

Esto no significa que antes no haya sido así, ahora se hace referencia a la forma tan vertiginosa en cómo se ha creado, acumulado y

usado el conocimiento. Esto suele interpretarse como una alusión que se acepta universalmente, como lo hace saber correctamente Smith (2002). De acuerdo con Sánchez y Ríos (2011), el concepto de economía del conocimiento fue formulado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) –cuyo objetivo es coordinar políticas sociales y económicas entre las naciones agremiadas–. Las bases, de acuerdo a la OCDE, son principalmente la generación, divulgación y uso del conocimiento.

Igualmente, estos mismos autores –Sánchez y Ríos (2011)– indican que el Banco Mundial contempla que en toda economía del conocimiento deben subsistir cuatro fundamentos: educación calificada, infraestructura tecnológica, sistemas de innovación –por ejemplo, vinculación entre la empresa y centros de investigación– y regímenes de orden gubernamental que incentiven y aseguren esta actividad. Inclusive, la economía del conocimiento ha dado origen a normas y pautas que se erigen como gerencia del conocimiento, que consiste en la forma en que el conocimiento mismo se inscribe, almacena, se combina, se cataloga y se examina (David y Foray, 2002).

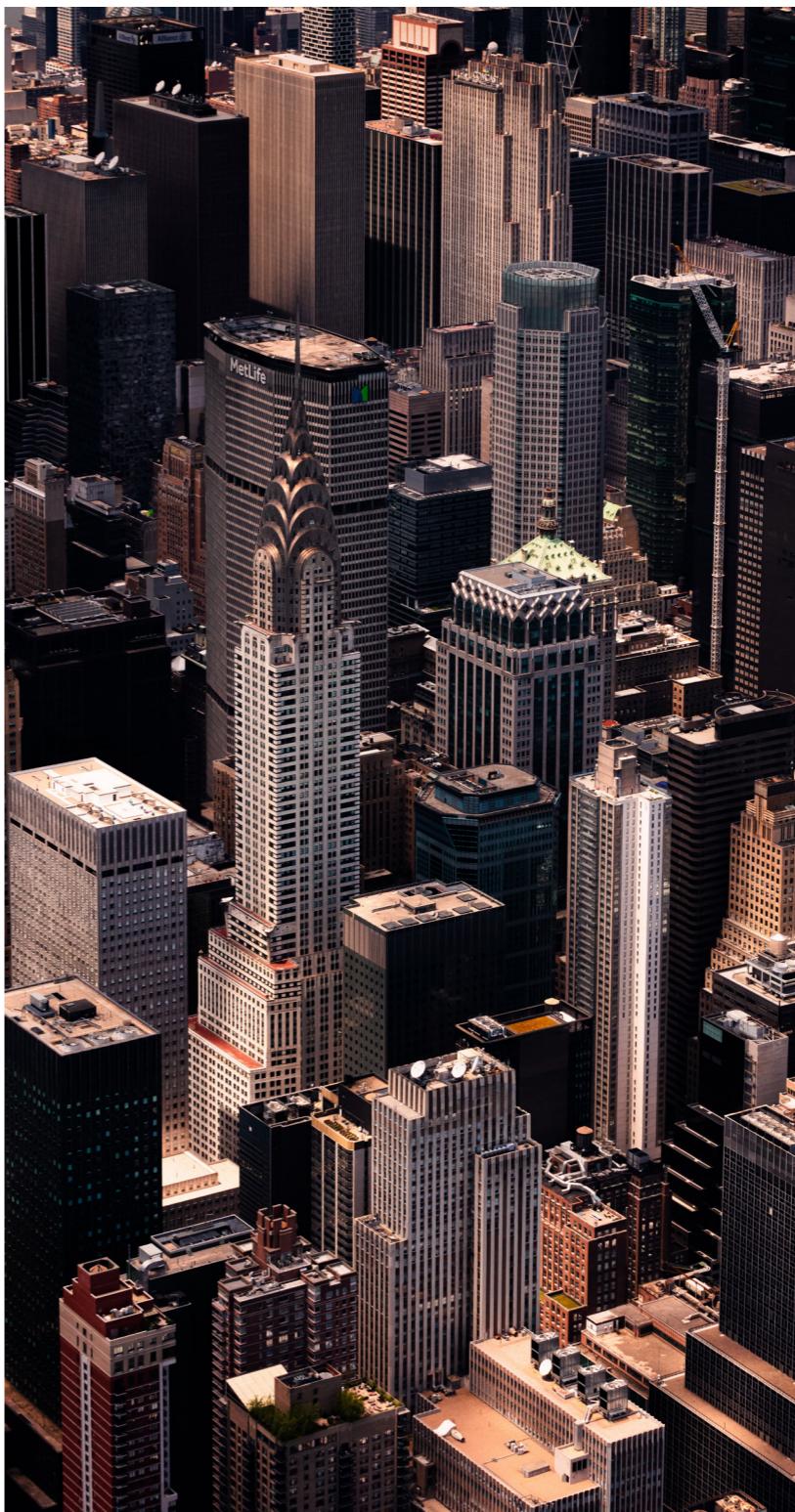
De esta manera, el conocimiento se organiza como un recurso o producto que actualmente retoma suma importancia en las actividades socioeconómicas. El cual puede ser imperceptible o tangible. De hecho, Vilaseca, Torrent y Díaz (2002:8-9) comentan lo siguiente:

en la actualidad hay dos tipos de mercancías conocimiento: las mercancías conocimiento observable y las mercancías conocimiento tácito. Por tanto, hemos visto cómo las tecnologías digitales no sólo han asentado las bases de una mayor utilización del conocimiento como recurso, sino que también han definido un conjunto de nuevos bienes y servicios, que agrupamos bajo el denominador común de mercancías conocimiento observable y mercancías conocimiento tácito.

Por lo tanto, el recuento del conocimiento tangible y tácito evidenciado como observable, conjuntamente con la difusión de éste, ha permitido que el conocimiento se haya constituido en un bien estratégico, económico y social, que de manera virtuosa ha permitido la generación de más conocimiento en la posmodernidad.

## CARACTERÍSTICAS DE LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

Una sociedad del conocimiento es aquella entidad en la que los distintos sectores que la constituyen hacen uso del conocimiento de manera exhaustiva, con lo cual se contribuye al fortalecimiento del desarrollo económico y ambiental (Rohrbach, 2007). Es así que la Organización de Estados Americanos (2021, párr. 1) hace mención que la sociedad del conocimiento atañe: “a la sociedad que está bien educada, y que se basa en el conocimiento de sus ciudadanos para impulsar la innovación, el espí-



ritu empresarial y el dinamismo de su economía”.

Por ende, Beatriz Pescador (2014) asevera que la sociedad del conocimiento se particulariza, como aquella colectividad social que ostenta las competencias e infraestructura para constituir el conocimiento que se posee en un instrumento, para aplicarlo en su propio bienestar con un alto sentido social. Al respecto, Pérez *et al.* (2018:10) comentan que “la creciente demanda de conocimiento científico en nuestros tiempos ha marcado un hito en la evolución científico-tecnológica, de ahí que se estén generando sociedades para identificar, obtener, generar, transmitir y emplear la información a favor del desarrollo humano”.

En estos términos, toda sociedad del conocimiento es capaz de edificar estructuralmente su conocimiento mediante la experiencia compartida, ya no sólo presencialmente entre personas o de manera colectiva, sino ahora haciendo uso de la tecnología de información y comunicación principalmente, que a su vez les conduce a construir nuevo conocimiento. El cual se origina de las habilidades y competencias que emanen de las transferencias de información y que modifica grandemente –en muchos sentidos– las actividades cotidianas; transformando la información en un insumo –que sirve de cimiento– para el desarrollo económico y socioambiental.

Cabe destacar que en la sociedad del conocimiento se pretende facultar a todo ser humano para hacer uso de la información y que le permita

propiciar un enriquecimiento en su persona, tanto de carácter cultural y técnico como del orden científico. En otras palabras, se busca la prosperidad de todos los individuos, y donde la educación se yergue como un bastión para lograr esto, abonando a una mayor comprensión de los saberes universales, en la que se involucran prácticas, convicciones y capacidades con alto contenido analítico.

La sociedad del conocimiento se ha constituido en la respuesta al frenético entorno global, en el que cada vez se hace pertinente establecer nuevas formas de interaccionar entre las personas, así como desarrollar distintos estilos de trabajo y nuevas combinaciones de aprendizajes, habilidades y actitudes que den pauta a un modelo de carácter más integrador, donde se requiere, además, contar –sin lugar a dudas– con ámbitos sociales y económicos estables y competitivos.

## CIUDADES DEL CONOCIMIENTO Y LA SUSTENTABILIDAD

¿Por qué las ciudades se tornan relevantes en el marco de la sociedad del conocimiento? Esencialmente esto sucede porque es en las metrópolis donde se da génesis, se aglutina, se divulga, se intercambia y se aplica todo conocimiento; traduciéndose estas acciones en medios para constituir el conocimiento en un insumo de mejora de las condiciones de vida de las personas, por ello se les denomina ciudades del conocimiento.

Por esta razón, Cabrero (2014:37) tipifica a las ciudades del conocimiento como “el espacio geográfico en el que se integran e interactúan las actividades económicas con las actividades vinculadas a la innovación y a la generación de conocimiento científico y tecnológico”. Inclusive señala que cuentan con seis particularidades distintivas: alta productividad, nivel de vida elevado, capital intelectual, actividades innovadoras, acceso a infraestructura informática para su conectividad y un marco administrativo y legal que promueve el establecimiento de nuevas inversiones.

En tanto, la contribución de las ciudades del conocimiento a la sustentabilidad puede evidenciarse mediante el logro de generar espacios urbanos cuyas particularidades sean más seguras, inclusivas y resilientes, como lo advierte el Objetivo II de Desarrollo Sostenible (Fondo para los Objetivos de Desarrollo Sostenible, 2021). Pero, además, como Cabrero (2014) lo menciona, al establecimiento de un compromiso para el empleo de tecnologías y procesos productivos contemplados como limpios, cuyo impacto se refleje en el contexto ambiental como en la progresión del bienestar de las personas.

Es así que, en el marco de desempeño de una ciudad del conocimiento, descuelga el capital humano e intelectual con el que se cuenta, adicionalmente al empleo de tecnologías más amigables con la conservación del ambiente y donde subsiste una gestión urbana inclusiva. Con lo cual, Alvarado (2017:8) señala:

De esta manera la evolución territorial y, por tanto, el desarrollo de un modelo de ciudad inteligente y sostenible requiere de nuevas formas de organización e interrelación, considerando que las nuevas tecnologías y sistemas (económicos y sociales) evolucionan en nuevas lógicas basadas en la interrelación activa de varios actores, tanto de la esfera social como ambiental, económica y de gobierno.

Por lo tanto, una ciudad del conocimiento, sustentable e inteligente, sería el sitio donde sus ciudadanos son el nodo central de todo progreso y desarrollo económico, que conlleve por consecuencia a elevar la calidad de vida de las personas alineando su funcionamiento a la equidad, eliminación de la pobreza y sustentabilidad de sus procesos en el tiempo.

## CONSIDERACIONES FINALES

Como hemos podido observar, las circunscripciones geográficas denominadas ciudades se han establecido como nodos que potencializan el conocimiento, con la finalidad de elevar el desarrollo y progreso económico de toda persona. Donde las capacidades tecnológicas y capital intelectual se conjugan para incursionar en distintas áreas con el propósito de reducir la pobreza y la desigualdad, lo cual está acorde con los preceptos de los objetivos del desarrollo sustentable.

Para esto, sobresale que en estas ciudades del conocimiento se abogue y resguarde un ambiente de

carácter urbano donde la sustentabilidad tanto económica como ecológica no necesariamente implique –de manera coyuntural– un atraso social en la calidad de vida de sus ciudadanos. Y, por ende, se encaminen a un modelo de gestión urbana considerando el conocimiento como el principal insumo para lograr esto.

## REFERENCIAS

- Alvarado, R.A. (2017). Ciudad inteligente y sostenible: hacia un modelo de innovación inclusiva. *Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad*. 7(13):1-17.
- Brinkley, I. (2006). *Defining The Knowledge Economy: Knowledge Economy Programme Report*. London: The Work Foundation.
- Cabrero, E. (2014). Ciudades del conocimiento, ciudades sustentables. *Ciencia*. 65(4):34-39.
- David, P.A., y Foray, D. (2002). Una introducción a la economía y a la sociedad del saber. *Comercio Exterior*. 152(6):472-490.
- Fondo para los Objetivos de Desarrollo Sostenible. (2021). *Objetivo II: Ciudades y comunidades sostenibles*. Disponible en: <https://www.sdfund.org/es/objetivo-ii-ciudades-y-comunidades-sostenibles>
- Hernández, N.D. (2017). Las ciudades del conocimiento en México: una revisión entre la teoría y la práctica. *Revista Mexicana de Análisis Político y Administración Pública*. 6(1):95-108.
- Organización de Estados Americanos. (2021). *Sociedad del conocimiento*. Disponible en: [https://www.oas.org/es/temas/sociedad\\_conocimiento.asp](https://www.oas.org/es/temas/sociedad_conocimiento.asp)
- Pérez, R., Mercado, P., Martínez, M. et al. (2018). La sociedad del conocimiento y la sociedad de la información como la piedra angular en la innovación tecnológica educativa. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. 8(16):1-24.
- Pescador, B. (2014). ¿Hacia una sociedad del conocimiento? *Revista Med*. 22(2):6-7.
- Rohrbach, D. (2007). The development of knowledge societies in 19 OECD countries between 1970 and 2002. *Social Science Information*. 46(4):655-689.
- Romeiro, P., y Méndez, R. (2008). Las ciudades del conocimiento: revisión crítica y posibilidades de aplicación a las ciudades intermedias. *Scripta Nova Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. 12(270):1-22.
- Sánchez, C., y Ríos, H. (2011). La economía del conocimiento como base del crecimiento económico en México. *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*. 8(2):43-60.
- Smith, K. (2002). *What is the Knowledge Economy? Knowledge intensity and distributed knowledge bases*. Netherlands: United Nations University.
- Vilaseca, J., Torrent, J., y Díaz, A. (2002). *La economía del conocimiento: paradigma tecnológico y cambio estructural. Un análisis empírico e internacional para la economía española*. Working Paper Series WP02-003. Internet Interdisciplinary Institute.





con una serie de graves incidentes de seguridad relacionados con los tubos de Pitot.

En su área de distribución geográfica natural en América del Sur y Central y en el Caribe, se sabe que las avispas de esa especie construyen nidos aprovechando cavidades hechas por humanos, como huecos en las ventanas, enchufes eléctricos y espacios en cerraduras.

Hay un cliché en las películas hollywoodenses en el que un ave, casi siempre un pato, se estrella o con el parabrisas o con una turbina del avión del protagonista o la novia de éste generando un gran accidente del cual surge la aventura de la que trata la película. Siempre me había preguntado qué tan posible era que eso sucediera. Y sí, según las estadísticas las interacciones de aeronaves en vuelo con animales voladores son frecuentes y pueden tener graves consecuencias de seguridad. Pero luego me pregunté, y qué pasa cuando el avión está en tierra, por aquello de los nidos y las plumas, pero la verdad no se sabe mucho al respecto, pero luego me surgió otra pregunta, ¿y qué hay de otros voladores como los insectos?

Pues bien, un equipo de la empresa Eco Logical Australia investigó, y dio a conocer en la revista *PLoS ONE*, la posible responsabilidad de las avispas *Pachodynerus nasidens* en la obstrucción de las sondas del tipo conocido como “tubo de Pitot”, utilizadas en los aviones para medir su velocidad, en el aeropuerto de Brisbane, Australia. Y encontraron que entre noviembre de 2013 y abril de 2019 se notificaron en el aeropuerto 26 problemas relacionados con las avispas, junto



Y hablando de películas y animales, me acordé de aquella primera entrega de *Predator* o *Depredador* en la que una criatura extraterrestre tiene la habilidad de camuflarse o prácticamente volverse invisible. Pues esta habilidad para esconderse en cualquier escenario también la tienen, sin ser del espacio exterior, los céfalópodos, por lo que han inspirado a los investigadores a replicar su fascinante técnica para camuflarse en el espectro infrarrojo (IR) y visible.

Recientes avances ofrecieron una serie de mecanismos físicos para reproducir las funciones de camuflaje de estos animales marinos. Sin embargo, la mayoría de los trabajos se centraron en el camuflaje en el rango visible o en el IR solamente: no en modos duales en una estructura de un solo dispositivo que pueda cambiar fácilmente entre el modo visible y el IR según una situación adecuada.

Según los autores del estudio, *P. nasidens* representa un riesgo significativo para la seguridad de la aviación, y es necesario investigar más a fondo su conducta para desarrollar estrategias que permitan erradicar o al menos mantener a raya a las poblaciones de esta especie.

Los resultados del estudio se han hecho públicos a través de la revista académica *PLoS ONE*.

(Fuente: House, A.P.N., Ring, J.G., y Shaw, P.P. (2020). Inventive nesting behaviour in the keyhole wasp *Pachodynerus nasidens* Latreille (*Hymenoptera: Vespidae*) in Australia, and the risk to aviation safety. *PLoS ONE*. 15(11):e0242063/NCYT de Amazings).

No obstante, un grupo de la Universidad Nacional de Seúl, en la República de Corea, demostró una piel activa de camuflaje de visible a infrarrojo que proporciona una plataforma de ocultamiento bajo demanda tanto a la luz del día como de la noche con una única variable de entrada: la temperatura (T). Se trata de un dispositivo termoeléctrico con enfriamiento y calentamiento activos que sirve como estructura de base para ajustar la su-

perficie de cada píxel y, por lo tanto, permite el camuflaje térmico en la gama de infrarrojos al igualar la temperatura ambiente. El grupo amplió aún más el rango de camuflaje hasta el espectro IR-visible incorporando cristal líquido termocrómico en la superficie, que cambia la reflectancia de la luz (R) en función de la temperatura del dispositivo, lo que permite expresar una variedad de colores mediante el control de la temperatura.

Además de la capacidad para camuflarse durante el día y la noche, el dispositivo está altamente “pixelado”. De esta manera, la piel de camuflaje puede fusionarse con el sofisticado fondo térmico y crómico o incluso camuflarse cuando está en movimiento transitorio de un fondo a otro. Finalmente, el grupo demostró la piel artificial de camuflaje en una epidermis humana, siendo capaz de camuflarse ante un fondo sofisticado, como un arbusto, o cuando se desplaza de un fondo a otro tanto en el espectro IR como en el visible (fuente: Universidad Nacional de Seúl/NCYT Amazings)



Vaya, ni la capa de invisibilidad de Harry Potter puede superar este invento. Pero si de piel se trata, déjame contarte de un material que imita la piel humana en cuanto a su resistencia, elasticidad y sensibilidad que podría utilizarse para recoger datos biológicos en tiempo real. La piel elec-

trónica, o *e-skin*, puede jugar un papel importante en la próxima generación de prótesis, medicina personalizada, robótica blanda e inteligencia artificial.

Según sus inventores, la *e-skin* ideal imitará las muchas funciones naturales de la piel humana, como la percepción de la temperatura y el tacto, con precisión y en tiempo real. Sin embargo, hacer electrónica adecuadamente flexible que pueda realizar tareas tan delicadas y al mismo tiempo soportar los golpes y rasguños de la vida cotidiana es un desafío, y cada material involucrado debe ser cuidadosamente diseñado.

La mayoría de las *e-skins* se fabrican colocando un nanomaterial activo (el sensor) en una superficie elástica que se adhiere a la piel humana. Sin embargo, la conexión entre estas capas suele ser demasiado débil, lo que reduce la durabilidad y la sensibilidad del material; por otro lado, si es demasiado fuerte, la flexibilidad se limita, lo que hace más probable que se agriete y rompa el circuito.

Así, un equipo de la Universidad de Ciencia y Tecnología Rey Abdalá, en Arabia Saudí, ha creado una piel electrónica duradera utilizando un hidrogel reforzado con nanopartículas de sílice como sustrato fuerte y elástico y un MXene de carburo de titanio en 2D como capa de detección, unido con nanohilos altamente conductores.

Su prototipo puede detectar objetos a 20 centímetros de distancia, responder a los estímulos en menos de una décima de segundo y, cuando se utilizó como sensor de presión, pudo distinguir escritura en él. Con-

tinuó funcionando bien después de 5,000 deformaciones, recuperándose en un cuarto de segundo cada vez.

Tales *e-skins* podrían monitorear una serie de informaciones biológicas, como los cambios en la presión sanguínea, que pueden ser detectados a partir de las vibraciones en las arterias, o los movimientos de las grandes extremidades y articulaciones. Estos datos pueden ser compartidos y almacenados en la nube a través de Wi-Fi (fuente: KAUST).



El mundo de los nanomateriales es fascinante, pues el uso es casi ilimitado y cada día nos enteramos de uno nuevo, como el caso de un nuevo trabajo de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), Sede Palmira, que ha utilizado cáscaras y semillas de naranja y aguacate para generar puntos cuánticos de carbono, un material semiconductor que presenta gran fluorescencia y que se podría usar para detectar metales pesados como el mercurio.

Entre los usos que se le han dado a este novedoso material –que ya se emplea en otros países– se destaca el electrónico, en pantallas de alta definición, tarjetas de procesamiento de datos de computadores, celulares solares o baterías. Asimismo, en medicina se usa para detectar ciertas moléculas o compuestos invasores

en el cuerpo, y se está evaluando su capacidad para detectar células cancerígenas, entre muchos otros usos.

El punto cuántico de carbono es un tipo de nanomaterial que por su diminuto tamaño (de uno a dos nanómetros) crea características ópticas, físicas y químicas especiales, como la fluorescencia y la semiconductividad, que es la capacidad de ser conductor de corrientes eléctricas o aislante.

Los materiales de carbono no son conductores sino aislantes, pero los puntos cuánticos de carbono se vuelven semiconductores porque al reducir el material a una escala tan pequeña, sus configuraciones electrónicas se alcanzan a modificar. Entonces, a esta escala, a los electrones les cuesta menos lograr hacer la conducción, y por eso pasan de ser aislantes a semiconductores.

Por su parte, la característica óptica de la fluorescencia es muy importante en el área de la ingeniería ambiental, ya que el material se puede usar en las aguas como sensor de metales pesados, especialmente del mercurio.

Se escogió la naranja porque es uno de los frutos que más se consumen en todo el mundo, y el aguacate por el notorio auge que tiene en el Valle del Cauca. Sin embargo, el alto consumo de estos dos frutos implica su contribución al aumento de una problemática ambiental: la ya alta producción de residuos agroindustriales, por lo cual es importante pensar qué hacer con ellos. Fue así como el equipo de trabajo encontró una forma de aprovechar y revalorizar estos residuos mediante la obten-

ción del innovador material (fuente: UNAL/DICYT).



Y si de alimentos se trata, quiero contarte sobre el quinto cereal de cultivo agrícola más importante del mundo: el sorgo o zahína. Como cultivo alimenticio, tanto para humanos como para animales de granja, el sorgo se siembra en muchas partes del mundo. Incluso, en algunas zonas de África y Asia, es un cultivo de importancia crítica para la seguridad alimentaria y nutricional.

No sé si tú lo sepas, pero todos los cultivos agrícolas, incluido el sorgo, tienen parientes evolutivos salvajes, sí, así como los lobos son parientes salvajes de los perros domésticos. Pues bien, hablando del sorgo, las especies silvestres son muy resistentes y están presentes en muchos sitios, desde laderas rocosas y dunas de arena hasta prados y bosques. Sólo por eso (como si fuera poco), se ha llegado a la conclusión de que vale la pena usar estos rasgos para desarrollar nuevas variedades de sorgo agrícola que se adapten mejor que el convencional a condiciones más cálidas y secas.

De hecho, una investigación, realizada por la Universidad Monash en Australia, ha encontrado la mayor abundancia de parientes salvajes del sorgo en ese país, a pesar de haber sido domesticado en África. Los

especialistas encontraron 23 de estos parientes evolutivos silvestres en Australia, mientras que sólo uno en América y cinco en África y Asia.

Según los resultados, los parientes australianos del sorgo poseen cualidades que podrían ayudar a la variedad agrícola a soportar mejor la sequía y el calor extremo, que van en aumento por culpa del calentamiento global. Por desgracia, 12 de las 23 especies silvestres australianas están aparentemente en peligro de extinción, cuatro son vulnerables y cuatro más podrían estar también amenazas pronto. Por lo que urgieron a tomar medidas para proteger estas plantas silvestres, alimentaria y económicamente importantes (fuente: NCYT de Amazings).



Y ya que hablamos de cosas salvajes y domésticas, es bien sabido que el mejor amigo del hombre es el perro, sin embargo, hoy en día, en varios países, el cerdo doméstico, especialmente el de tamaño pequeño, se ha convertido en un animal de compañía popular que ocupa en la familia humana un nicho social similar al que ocupa el perro. Este nuevo papel del cerdo crea la necesidad de comprender mejor la relación cerdo-humano en el entorno familiar, y especialmente la relación de los animalitos con sus dueños.

Una nueva investigación de la Universidad Eötvös Loránd en Hungría, ha explorado la cuestión de si un cerdo doméstico confía en humanos desconocidos tanto como lo hace un perro doméstico o, por el contrario, rehúye su contacto incluso si esto implica apartarse de un humano con quien convive y junto a quien acudiría de no ser por la presencia del desconocido.

Los cerdos observados en el estudio fueron criados en familias humanas desde las 6-8 semanas de edad. Esto no sólo proporcionó una oportunidad única para investigar la relación cerdo-humano, sino que también permitió comparar directamente su comportamiento ante humanos con el de los perros.

Los perros son conocidos por ser especialmente sociables con los humanos desde una edad muy temprana. Incluso aquéllos que tienen un contacto limitado con los humanos se acercan fácilmente a personas desconocidas y buscan la proximidad humana. Además, pueden reconocer de entre gente desconocida a las personas con las que tienen relación. Se cree que esta sociabilidad especial de los canes es el resultado tanto de su domesticación como de su socialización con los humanos durante la infancia temprana del sabueso. Los autores del estudio se propusieron averiguar si los cerdos domésticos, al ser mantenidos como miembros de la familia desde una edad muy temprana, como los perros, y por su condición de animales sociales, mostrarían comportamientos similares de búsqueda de proximidad a su dueño.

Los investigadores comprobaron que tanto los cerdos como los perros

preferían quedarse cerca de su dueño en lugar de estar cerca de algún objeto familiar. Cuando el dueño de la mascota estaba acompañado por una persona desconocida, los perros preferían quedarse cerca de ambos humanos en vez de estar en otro lugar de la habitación, mientras que los cerdos preferían mantenerse alejados de las dos personas, lo que podría reflejar un ligero miedo hacia el humano desconocido.

Curiosamente, la investigación también reveló una diferencia en la forma en que las dos especies se comportan cerca de su dueño humano. Los cerdos necesitaban más contacto físico: "tocaban al dueño con el hocico, de manera similar a como lo hacen con sus congéneres, y se subían al regazo de su dueño" (fuente: Eötvös Loránd/NCYT).



Volviendo al campo y sus cultivos, es bien sabido que la escasez de agua y la pérdida de fertilizantes de suelos agrícolas por escorrentía, que además acarrea la contaminación de otras zonas, son problemas cada vez más comunes en la agricultura. Al respecto, científicos de la Universidad Politécnica de Tomsk en Rusia han desarrollado un nuevo hidrogel para uso agrícola que es capaz de retener la humedad y los fertilizantes en el suelo. La diferencia del nuevo hidrogel con respecto a otros productos pareci-

dos es que está hecho enteramente de componentes naturales y se degrada en el suelo, dando lugar a sustancias sin toxicidad para los seres humanos, los animales y las plantas.

Los hidrogeles que se utilizan en la agricultura y la silvicultura sirven para retener la humedad en el suelo, lo que afecta directamente a la germinación. También se utilizan como complemento de los fertilizantes, ya que reducen la volatilidad de éstos y, por lo tanto, controlan la dispersión indebida de los mismos.

Gracias a los hidrogeles, las plantas requieren menos riego y menos fertilizante. Eso ayuda a la conservación de agua dulce en el planeta y, por otro lado, reduce el efecto perjudicial de una presencia profusa y descontrolada de fertilizantes en el suelo.

Sin embargo, la mayoría de los hidrogeles disponibles en el mercado no son totalmente biodegradables, por lo que se les considera posibles agentes contaminantes del suelo. Aunque los componentes en sí no son tóxicos, sus formulaciones comerciales contienen trazas de residuos neurotóxicos y cancerígenos.

En cambio, el equipo de especialistas ruso utilizó proteína de suero de leche y ácido algínico como componentes primarios, éstas son sustancias asequibles, naturales y sin toxicidad, lo que le da un plus a este desarrollo (fuente: Universidad Politécnica de Tomsk).



miento sustentables, en un proceso de economía circular.

De esta manera nace *micoseaweed*, que posee una baja concentración de grasa y carbohidratos, es alto en fibra y betaglucanos, junto con carbohidratos propios de las algas que son asimilables por los seres humanos y que ayudan a la microbiota para poder tener una dieta más saludable.

Y si de alimentos se trata, ahora déjame contarte un poco a cerca de *micoseaweed*, un producto de alto contenido proteico elaborado a partir de la biomasa de un hongo marino y nutrientes de algas, en un proceso que potencia sus propiedades e incrementa su actividad antioxidante, y esperemos que también mejore su sabor.

Con el fin de generar productos a partir de biomasa, investigadores de la Universidad de Chile comenzaron a investigar y seleccionar hongos marinos con capacidad de extraer compuestos bioactivos de las algas. Hoy, gracias a sus esfuerzos, han conseguido como resultado una microproteína que potencia en 60% sus proteínas y 42% sus aminoácidos, incrementando la actividad antioxidante, características que la hacen muy valorada por la industria alimentaria.

Después de investigar y analizar hongos, se dieron cuenta del potencial que tenían por sus concentraciones de proteínas y la calidad de sus aminoácidos. Además, llegaron a la conclusión de que si bien pueden ser utilizadas para la alimentación animal, también podían servir para la alimentación humana, considerando que existe una demanda creciente de fuentes de proteínas alternativas, sostenibles y con tecnologías de procesa-



Y ya que estamos hablando de cosas buenas, confortadoras y asequibles, quiero platicarte sobre los alentadores resultados de unos experimentos que se llevaron a cabo en la Universidad de Harvard, en Estados Unidos, con ratones, los cuales constituyen la primera demostración de que es factible reprogramar con seguridad tejidos complejos, como las células nerviosas del ojo, para que regresen a una edad biológica más temprana. Además de reajustar el reloj de envejecimiento de las células, los investigadores han logrado revertir la

pérdida de visión en los ratones que padecían un trastorno equivalente al glaucoma humano, una de las principales causas de ceguera en el mundo.

Este avance representa el primer intento exitoso de revertir la pérdida de visión inducida por el glaucoma, en lugar de simplemente detener su progresión. Si se logran los mismos resultados en estudios futuros e independientes, la estrategia podría abrir el camino hacia terapias que promuevan la reparación de los tejidos no sólo en los ojos, sino en diversos órganos, e incluso hacia terapias para revertir en los seres humanos muchas facetas del envejecimiento, así como las enfermedades relacionadas con la vejez.

Los autores advierten que sus hallazgos aún deben ser reproducidos en más experimentos, incluyendo algunos en diferentes modelos animales, antes de iniciar cualquier experimento con humanos. No obstante, añaden, los resultados ya obtenidos ofrecen una prueba de la validez general del concepto y una vía para diseñar tratamientos contra una serie de enfermedades humanas relacionadas con el envejecimiento.

El tratamiento tuvo múltiples efectos beneficiosos en el ojo. En primer lugar, promovió la regeneración de los nervios tras una lesión del nervio óptico en ratones que lo tenían dañado. En segundo lugar, revirtió la pérdida de visión en animales con un trastorno equivalente al glaucoma humano. Y en tercer lugar, revirtió la pérdida de visión vinculada a la edad en animales viejos sin esa dolencia análoga al glaucoma (fuente: DICYT).



del condado, aparece entre las diez ciudades estadounidenses con mayores picos ocasionales de abundancia de partículas PM2.5.

En el nuevo estudio, el equipo de la Universidad de Utah encontró que la mayor frecuencia de picos de abundancia de partículas PM2.5 estaba asociada con una puntuación reducida en pruebas de matemáticas y de idioma inglés en niños de 8 y 9 años de edad en todas las escuelas públicas primarias del condado de Salt Lake durante el curso 2016-2017.

Pero no todo es miel sobre hojuelas, pues hay un tema que parece nunca acabarse: la contaminación ambiental. De hecho, cada vez hay más datos sobre los efectos nocivos para la salud que son generados por la contaminación atmosférica causada por humos de instalaciones industriales y vehículos con motor de combustión.

Un componente habitual de la polución atmosférica lo constituyen las partículas del tipo PM2.5, que tienen diámetros de 2.5 micrómetros o más pequeños, por lo que resultan fácilmente inhalables.

Estas partículas amenazan la salud de adultos y niños y, en el caso de estos últimos, el nuevo estudio indica que también dentro de las aulas. Cada vez hay más pruebas que relacionan la exposición crónica a las partículas PM2.5 con un bajo rendimiento académico en estudiantes menores de edad. Hasta ahora, ninguna investigación había examinado el impacto de los episodios de contaminación atmosférica aguda en los picos de un día en la abundancia de partículas PM2.5.

Para los estudiantes del condado de Salt Lake, en Utah, Estados Unidos, estos episodios son una realidad peligrosa: en el último informe de la Asociación Estadounidense del Pulmón, Salt Lake City, la ciudad más grande

Teniendo en cuenta que diversas investigaciones anteriores indican que la contaminación del aire está asociada con la inflamación de células cerebrales, los científicos plantean la necesidad de que se realicen nuevas investigaciones para examinar si las exposiciones breves, pero repetidas, a niveles altos de partículas finas podrían ser más perjudiciales para el funcionamiento del cerebro de los niños que una exposición crónica de nivel modesto.

Los autores del estudio recomiendan que se legisle para impedir que se construyan escuelas en zonas propensas a sufrir una alta contaminación. Entretanto, mejorar los sistemas de filtración de aire en las aulas podría ayudar a mitigar significativamente la entrada de partículas PM2.5 (fuente: NCYT de Amazings).

# COLABORADORES

## Carmen Amelia Molina Torres

Química farmacéutica bióloga, maestra en Ciencias, con especialidad en Microbiología Médica, y doctora en Ciencias, con especialidad en Microbiología, por la UANL. Profesora titular del Servicio de Dermatología y del Departamento de Microbiología, FM y HU-UANL. Cuenta con perfil deseable por el Prodep. Su línea de investigación es el diagnóstico, susceptibilidad, epidemiología molecular y estudio de factores de virulencia de *Mycobacterium tuberculosis* y otras micobacterias no tuberculosas. Miembro del SNI, nivel I.

## Daniela Juanita López Araujo

Ingeniera en Electrónica por el ITSLP. Maestra y doctora en Ciencias, con especialidad en Control y Sistemas Dinámicos, por el IPICyT. Realizó estancias postdoctorales en el Laboratorio de Señales y Sistemas de CentraleSupélec, Francia, y en el IPICyT. Cátedra Conacyt en CentroGeo. Sus intereses de investigación son la estabilidad de sistemas no lineales, control adaptable y en tiempo finito y los modelos tecnológicos de Industria 4.0

## Evelyn Meza Lizardi

Estudiante de la Licenciatura en Relaciones Internacionales de la UANL. Miembro del Frente Universitario Feminista (FUF).

## Fabiola Murguía Flores

Bióloga y maestra en Ciencias Biológicas por la UNAM. Doctora en Geografía por la Universidad de Bristol. Realiza un posdoctorado en el IIES-UANL. Sus líneas de trabajo son los ciclos de nutrientes de los suelos y la interacción de los microorganismos y el medio ambiente a nivel local y global.

## G. Manzanares

Estudiante de la Maestría en Ciencias Sociales, con orientación en Desarrollo Sustentable, en el IINSO-UANL. Desarrolla líneas de investigación sobre sustentabilidad, democracia, defensa de territorios indígenas, su identidad, autonomía y cosmovisión, especialmente vinculadas a la Costa Caribe de Nicaragua. Premio Eduard Conzemius 2019-2020 por la AGHN.

## Joselyn Sánchez Olivares

Pasante de Biología por la UNAM. Su línea de investigación es la senescencia.

## Juliette Koinla Kourouma Lima

Estudiante de la Licenciatura en Relaciones Internacionales de la UANL. Ha trabajado con grupos de activismo de la UNICEF, Frente Universitario Feminista (FUF), así como en colectivos de derechos humanos y participación política.

## Karla Rodríguez-Burgos

PhD. en Ciencias Políticas. Profesora de tiempo completo de la FCPyRI-UANL. Expositora de cursos y talleres en metodología científica, métodos, técnicas, herramientas y análisis de información cualitativa y cuantitativa aplicadas a las ciencias sociales y otras ciencias. Cuenta con perfil Prodep. Miembro del SNI.

## 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 I6-UANL.

## 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.

## Mariel Maldonado

Bióloga y doctora en Ciencias Biomédicas por la UNAM. Investigadora en ciencias médicas C en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Ismael Cosío Villegas".

## Miriam Martínez Chávez

Bióloga por la UNAM. Maestra en Ciencias del Mar y Limnología, con especialidad en Ecología de Plancton. Candidata a doctora por la UNAM. Docente en la FC-UNAM.

## Nohemi Alvarez Jarquin

Licenciada en Ingeniería de Sistemas Electrónicos por ITM. Maestra en Control Automático por el Cinvestav (Unidad CDMX). Doctora en Física por la Universidad París-Sud XI. Investigadora titular del Programa de Cátedras Conacyt en CentroGeo (Aguascalientes). Sus intereses de investigación incluyen sistemas comutados, sistemas implícitos, sistemas no lineales e Internet de las cosas.

## 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.

# 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 y 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 editoriales (difusión)

- 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, en caso de excederse se analizará si corresponde con el esfuerzo detectado en la investigación.
- El artículo debe ofrecer una panorámica clara del campo temático.
- Debe considerarse la experiencia nacional y local, si la hubiera.
- No se aceptan reportes de mediciones. Los artículos deben contener la presentación de resultados de medición y su comparación, también deben 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 aceptan 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.
- 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 y carta firmada por todos los autores (formato en página web) que certifique la originalidad del artículo y cedan derechos de autor a favor de la UANL.
- Los originales deberán tener una extensión máxima de cinco páginas (incluyendo figuras y tablas).
- Se incluirá un resumen en inglés y español, no mayor de 100 palabras, además de cinco palabras clave.
- En el apartado de referencias se deberá utilizar el formato Harvard para citación.
- Material gráfico incluye figuras, imágenes y tablas, todas las imágenes deberán ser de al menos 600 DPI.

### Criterios editoriales (divulgación)

- Sólo se reciben para su publicación materiales originales e inéditos. Los autores, al enviar su trabajo, deberán manifestar que es original y que no ha sido postulado en otra publicación.
- Se aceptarán artículos con un máximo de tres autores.
- Los contenidos científicos y técnicos tienen 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. Se recomienda sugerir bibliografía breve, para dar al lector posibilidad de profundizar en el tema. El formato no maneja notas a pie de página.
- Las referencias no deben extenderse innecesariamente, por lo que sólo se incluirán las referencias utilizadas en el texto; éstas deberán citarse en formato Harvard.
- Los artículos deberán tener una extensión máxima de cinco cuartillas y una mínima de tres, incluyendo tablas, figuras y bibliografía. En casos excepcionales, se podrá concertar con el editor responsable de Ciencia UANL una extensión superior, la cual será sometida a la aprobación del Consejo Editorial.
- Los autores deberán proponer por lo menos tres imágenes para ilustrar su trabajo.
- Las figuras, dibujos, fotografías o imágenes digitales deberán ser de al menos 600 DPI.
- 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.
- El artículo deberá contener claramente los siguientes datos en la primera cuartilla: título del trabajo, autor(es), institución y departamento de adscripción laboral (en el caso de estudiantes sin adscripción laboral, referir la institución donde realizan sus estudios), dirección de correo electrónico para contacto.
- Los autores deberán incluir, por separado, cinco ideas clave de su manuscrito.

### 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, serán evaluadas. Todos los textos son sometidos a revisión y los editores no se obligan a publicarlos sólo por recibirlos. Una vez aprobados, los autores aceptan la corrección de textos y la revisión de estilo para mantener criterios de uniformidad de la revista.

Todos los artículos deberán remitirse a la dirección de correo:

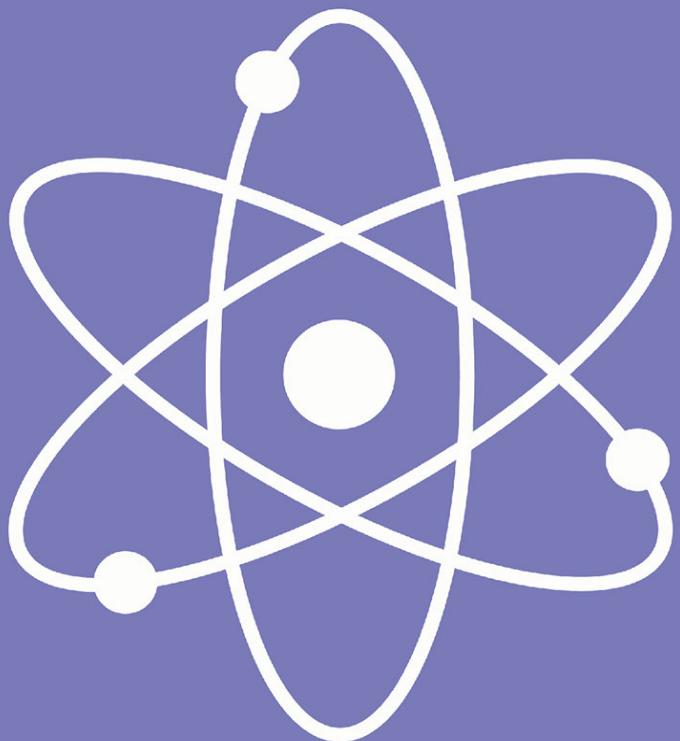
[revista.ciencia@uanl.mx](mailto:revista.ciencia@uanl.mx)

o bien al 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/>



UANL  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



Indexada en:

PERIÓDICA  
Revista de Revistas Latinoamericanas en Línea

biblat  
Bibliografía Latinoamericana

Actualidad Iberoamericana  
Índice Internacional de Revistas

RevistaCienciaUANL

RevistaCIENCIAUANL



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS  
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

